

CSL을 통한 음향특성과 사상체질간의 상관성 연구

辛美蘭* · 金達來*

An Study on the Correlation between Sound Characteristics and Sasang Constitution by CSL

Shin Mi-ran, Kim Dal-lae

Dept. of Oriental Medicine, Graduate School of Sangji University.

The purpose of this study is to help classifying Sasang Constitution through correlation with sound characteristic. This study was done it under the suppose that Sasang Constitution has correlation with sound spectrogram. The following result were obtained about correlation between sound spectrogram and Sasang Constitution by comparison and analysis

1. Soeumin answered his voice low tone, smooth and quiet in the survey.
Soyangin answered his voice high, clear, fast and speaking random.
Taeumin answered his voice low, thick and muddy.
2. Taeyangin was significantly slow compared with the others in the time of reading composition.
Taeyangin was significantly low compared with the others in Formant frequency 1.
Taeyangin was significantly discriminated from Soeumin in Formant frequency 5.
Taeyangin was significantly low compared with the others in Bandwidth 2.

* 尙志大學教 韓醫科大學 四象醫學科

Soeumin was significantly low compared with Taeyangin in Pitch Maximum and Pitch Maximum-Pitch Minimum.

Taeyangin was significantly high compared with the others in Energy mean.

3. In list of specification, the discrimination rate was higher than that by lists of 13 in the results of Multi-dimensional 4-class minimum-distance.

The discrimination rate of three disposition except Soyangin was higher than that of four disposition in the results of One way ANOVA and Analysis of discrimination in SPSS/PC+.

In CART, the estimate rate of Sasang Constitution discrimination was higher than any other method.

It is considered that there is a correlation between sound spectrogram and Sasang constitution according to the results. And method of Sasang constitution classification through sound spectrogram analysis can be one method as assistant for the objectification of Sasang constitution classification.

국문 요약

1. 연구배경

사상인은 생리 및 병리 현상에 차이를 나타낼 뿐만 아니라 섭생법 및 치료법에서도 각기 다른 방법을 적용하고 있다. 그러므로 사상의학에 있어서 체질변증분야가 매우 중요한 과제라 하겠다. 동무는 사상인변증의 진단지표를 외형 심성 병증 등을 제시하였고, 많은 의가들에 의해 여러 가지 새로운 체질변증의 방법이 모색되어 임상에 시도 활용되고 있는 추세이나 체질변증의 객관성유지에 어려운 점이 많아서 학문의 발전에 적지 않은 난관이 따랐다.

최근에는 음성과학의 발달에 힘입어 음성의 특성을 가시적 수치적으로 객관화 할 수 있는 가능성이 높아졌다. 본 연구는 이러한 음성과학을 바탕으로 여러 의가 들에 의해 제시되어 온 사상인의 음성적 특징을 각 개인의 사상체질과 직접적으로 연관성이 있다고 판단되는 공명주파수와 기본주파수 등 여러 음성학적인 pattern자료들을 모집단으로부터 획득하여 체질별로 객관적인 수치로 비교 분석함으로써, 음성과 체질과의 관계에 대하여 살펴보고 개인의 성문에 의한 사상체질 판단의 기본자료로 활용하고자 하였다.

2. 연구방법

상지대한의과대학 남학생 132명과 기타8명을 대상으로 하였다. 음향특성과 체질과의 상관성에 관하여 문헌 조사를 하였다. 설문지와 체질전문가에 의하여 연구대상자를 체질 판별하였다. 연구대상자의 음성특성에 대한 설문조사를 하였고, CSL로 Pitch, Formant Frequency, Energy, Time of reading composition 등을 분석하고 통계 처리하여 체질 판별을 시도하였다.

3. 연구결과

1) 설문조사결과 소음인은 음성이 낮고 완만하며 조용한 편으로, 소양인은 음성이 높고 맑으며 급하고 함부로 말을 하는 것으로, 태음인은 음성이 낮고 무거우며 완만하고 굵고 성량이 풍부한 것으로 나타났다.

2) 문장의 평균 발음 시간에서 태양인은 다른 체질에 비하여 유의성 있게 길었다.

몸무게에서 태음인은 다른 체질에 비하여 유의성 있게 높았다.

Formant frequency 1에서는 태양인이, Bandwidth 1에서는 소음인과 태양인이 다른 체질에 비하여 유의성 있게 낮았으며, Bandwidth 2와 Formant frequency 5에서는 태양인이 유의성 있게 높았다.

Pitch Maximum과 Pitch Maximum-Pitch Minimum에서는 소음인과 태양인이 유의성 있는 차이를 나타내었다.

Energy Mean에서는 태양인과 태음인에서 유의성 있는 차이를 나타내었다.

3) Multi-dimensional 4-class minimum-distance classifier 분석결과 모든 항목으로 분석한 것 보다 체질별로 특정 항목을 갖고 분석한 것이 높은 일치율을 나타내었다.

SPSS/PC+프로그램에서 일원분산분석과 판별분석결과 네 체질사이에서의 정판별력보다 소양인을 제외한 3 체질 사이에서의 정판별력이 높았다.

CART모형에서 앞에서 제시된 다른 방법들보다 높은 예측율을 보이고 있다.

연구수행과정 중에 표준화, 녹음기술, 적절한 문장의 선택, 음성분석항목선택, 통계기법, 적절한 알고리즘의 개발 등의 많은 문제점이 나타나고 있으며, 관련분야의 보완과 연구진행이 지속적으로 있어야 할 것으로 사려된다.

다각도로 진행되고 있는 사상의학에서의 객관화 노력과 통계적인 방법론들이 적용되고 체질진단에 있어 가장 최적의 알고리즘을 찾아낼 수 있다면, 정확한 체질진단과 더불어 그에 따른 환자들의 치료와 약물처방에 있어서도 많은 도움을 줄 수 있으리라 생각된다.

성문과 음성특성의 분석을 통한 사상체질 분류검사방법은 사상체질의 객관화를 위한 하나의 보조적인 방법이 될 수 있다고 사료된다.

4. 중심어

사상, 체질, 음성, Pitch, Formant frequency, Energy, CSL

I. 緒 論

이제마선생은 인체 내부 장리의 상대적 편차를 근거로 인간의 체질을 태양인 소양인 태음인 소음인으로 구분하였다. 사상인은 생리 및 병리 현상에 차이를 나타낼 뿐만 아니라 섭생법 및 치료법에서도 각기 다른 방법을 적용하고 있다. 그러므로 사상의학에 있어서 체질변증분야가 매우 중요한 과제라 하겠다. 동무는 사상인변증의 진단지표를 외형 심성 병증 등을 제시하였고, 많은 의가 들에 의해 여러 가지 새로운 체질변증의 방법이 모색되어 임상에 시도 활용되고 있는 추세이나 체질변증의 객관성유지에 어려운 점이 많아서 학문의 발전에 적지 않은 난관이 따랐다.

말과 음성은 개인정보에 큰 역할을 하고 있으므로 고대로부터 말과 음성에 대하여 언급되어져왔다. 공자는 “말을 알지 못하면 사람을 알 수 없다”¹⁾고 하였고, 유항은 “무릇 밖에서 들어오는 것 가운데 음성보다 더 심각한 것은 없다”²⁾라고 하여 말과 음성으로 사람을 판단하는 근거로 삼고 있으며, 의학에서도 황제내경 이래로 음성으로 사람을 판별하고 질병의 진단 치료에 활용해 오고 있다. 특히 15세기 중엽의 한글창제 시기 이후로 우리말에서 음성에 대한 학문적 관심이 커졌으며 소리의 맑고 흐림, 깊고 얕음, 가볍고 무거움이라는 調音方式에 의해서 소리를 분류한 것을 알 수 있다.³⁻⁴⁾

사상의학에서도 동무 이제마 선생님 이래로 여러 의가 들에 의해 음성을 통한 사상체질 감별을 시도해 오고 있다. 동무는 《東醫壽世保元·四象人辨證論》에서 “태음인은 얼굴모습, 말하는 기운, 행동거지가 의젓하고 잘 가다듬으며 공명정대하다. 소음인의 얼굴모습, 말하는 기운은 그 몸이 생긴바 그대로 자연스럽게 성품이 까다롭지 않고 잔 숨씨가 있다.”⁵⁾고 하여 말하는 기운이 체질마다 차이가 있음을

제시하였고, 김구익은 《朝醫學》에서 “태양인은 그릇이 커서 음성이 높다. 또한 맑고 둥글다. 그래서 商소리와 화합함이 있다. 태음인은 양이 넓어서 음성이 무겁다. 또한 탁하고 모가 난다. 그래서 宮소리와 화합한다. 소양인은 그릇이 작아서 음성이 가볍고 낮다. 또한 급하고 물러간다. 그래서 徵소리와 화합한다. 소음인은 범위가 넓어서 음성이 발동한다.”⁶⁾라고 하여 체질별 음성특성을 宮, 商, 徵, 羽와 연관시켜 구체적으로 설명하고 있다.

최근에는 음성과학의 발달에 힘입어 음성의 특성을 가시적 수치적으로 객관화 할 수 있는 가능성이 높아졌다. 이러한 음성과학을 바탕으로 본 연구는 여러 의가 들에 의해 제시되어 온 사상인의 음성적 특징을 각 개인의 사상체질과 직접적으로 연관성이 있다고 판단되는 공명주파수와 기본주파수 등 여러 음성학적인 pattern자료들을 모집단으로부터 획득하여 체질별로 객관적인 수치로 비교 분석함으로써, 음성과 체질과의 관계에 대하여 살펴보고 개인의 성문에 의한 사상체질 판단의 기본자료로 활용하고자 한다.

II. 研究方法

1. 研究對象

상지대학교 한의과 대학에 재학중인 남성지원자 132명 및 기타 8명으로, 평균나이는 27.46 ± 6.45 세였고, 평균체중은 $66.75 \pm 8.82\text{kg}$ 이고, 평균키는 $172.67 \pm 4.70\text{cm}$ 이었다.

2. 器具 및 方法

1) 측정 기구

음성분석기는 CSL(Computerized Speech Lab) Model 4300B(KAY, USA)를, 녹음기는 SONY DIGITAL AUDIO TAPE-CODER TCD-D7 (JAPAN)을, MICROPHONE은 EMC-909A (JAPAN)를, CASSETTE DECK는 TEAC W-990RX를 사용하였다.

2) 측정 방법

1차적으로 조사대상자들에게 사상체질분류검사지(QSCCⅡ)를 통하여 체질분류를 시행하였다. 태양인의 경우 사상변증내용 설문지(Ⅰ)를 이용하였다. 2차적으로 사상의학전문가가 대상자를 체질 분류하였다. 음성에 대하여 언급된 사상체질관련 자료를 바탕으로 설문문항을 만들어 연구대상자로 하여금 작성하게 하였고 이를 통계처리 하였다. 연구대상자에게는 준비된 문장을 평소의 속도대로 자연스럽게 읽도록 하였다. 이때 녹음기와 MICROPHONE을 사용하여 상지대학교 한방병원에서 실내온도 24℃에서 녹음하였다. 마이크와 입과는 20~30cm 정도의 거리를 일정하게 두어서 녹음시 음량이 너무 작아지거나 커지지 않도록 하였다.

3) 조사에 사용된 설문 문항

- A. 다음 중 해당하는 모든 항목에 표시하십시오.
 높다() 낮다()
 맑다() 탁하다()
 가볍다() 무겁다()
 급하다() 완만하다()
 조용한 편이다() 쿡고 성량이 풍부하다() 카랑 카랑하다()
- B. 당신은 다음 중 어디에 해당하는가? (말씀씨)
 ① 말씀씨가 분명한 편이다.

- ② 말을 함부로 한다.
 ③ 말이 적다.
 ④ 조용조용한 편이다.

음성의 청각심리 평가에 사용되는 양극척도⁷⁾를 이용하여 상대되는 단어로 구성하였다.

4) 조사에 사용된 예문 및 발음

1차적으로는 이현복의 "한국어의 표준발음"에서 발췌한 내용을 근거로 검토하였다.⁸⁾ 그 다음에는 태양인을 제외한 각 체질별 3명씩 9명의 연구대상자를 상대로 하여 새로운 예문을 사용하여 음성 녹음한 다음 성문분석을 pilot하였고, 성문분석에 사용할 예문을 확정하였다.

5) 분석조건 및 분석 항목

1차 2차 사상체질분류결과가 일치하는 97명을 대상으로 분석하였으며, 문장의 발음 시간은 예문 "사랑합니다"로, Pitch Energy Formant 주파수는 "아"를 사용하여 분석하였다. 음성분석기 CSL의 입력조건은 4KH이고 Sampling rate는 10KH이며, 분석조건은 아래와 같다.

<Table Ⅱ> 분석조건 및 분석 항목

① Pitch	③ FFT power spectrum
analysis range	frame length : 512
frame size : 70~350Hz	pre-emphasis : none
display range: 0~350Hz	smoothing level : bar
frame length : 25m/sec	display range :
frame advance : 20m/sec	0~80(dB)
voicing cutoff : 25%	percent
zero crossing clipping	plotting LTA during
level : 15	analysis: none
set minimum peak : 100	

② Energy	④ Spectrogram
frame length : 20m/sec smoothing level : none display range : 30~80(dB)	frame length : 100 pre-emphasis : yes spectral level : 18~48(10단계) gain adjustment : 0(dB) display range : percent grid size : X-8, Y-8 log or linear display : linear

3. 統計處理

사상체질의 성문이 어떤 특성을 갖고 있는가를 모집단을 통하여 추출한 후 체질 분류에 따라 네가지 체질의 성문이 다르다고 할 수 있는지를 알기 위하여 동일성 검정을 실시하였다. 그 결과분석에 따라 자료의 축소나 요약을 하였다. SPSS/PC*에서 일원분산분석 다중범위검정과 판별분석⁹⁾, SAS/Enterprise-Miner을 이용한 CART¹⁾ 등 몇 가지 통계적 분석방법을 적용하였다.

Ⅲ. 結果

1. 설문조사 결과

소양인 17명, 소음인 29명, 태음인 30명이었으며 결과는 <Table III>와 같다. 태음인은 음성이 완만하고 무겁고 굵고 성량이 풍부하며 탁하다고 대답

한 사람이 많았다. 소양인은 음성이 높고 급하고 가볍고 말을 함부로 한다고 대답한 사람이 많았다. 소음인은 낮고 조용하며 완만하고 말씀씨는 조용한 편으로 대답한 사람이 많았다.

<Table III> 설문조사문항분석 도표

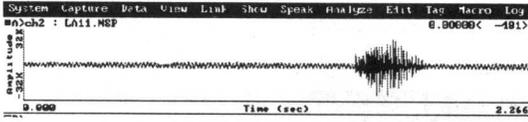
		소양인 (17명)	소음인 (29명)	태음인 (30명)
음의 높낮이	높다	11(64.7%)	6	9
	낮다	5	21(72.41%)	12(40%)
	무응답	1	2	9
음의 맑고 탁함	맑다	9(52.9%)	10	8
	탁하다	6	10	10
	무응답	2	9	12
음의 가볍고 무거움	가볍다	8(47.05%)	7	5
	무겁다	3	10(34.48%)	14(46.67%)
	무응답	6	12	11
음의 급하고 완만함	급하다	10(58.8%)	5	7
	완만하다	3	16(55.17%)	15(50%)
	무응답	4	8	8
음의 강한 정도와 특성	조용하다 (약하다)	6	18(62.07%)	10
	굵고 성량이 풍부하다	3	3	14(46.67%)
	카랑카랑하다	5	4	2
	무응답	3	3	4
말씀씨	분명함	5	1	8
	함부로 말함	7(42.18%)	5	3
	말을 적게 함	2	8	7
	조용한 편이나 한번 말을 시작하면 많이함	3	16(55.17%)	12(40%)

1) CART : classification & regression trees. Brerman et al. 1984. 의사결정나무의 한 알고리즘.

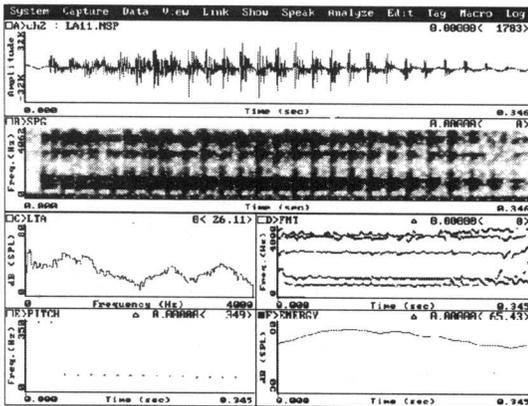
2. 시뮬레이션 결과

녹음된 음성을 상지대 한방병원 음성분석실의 CSL로 capture하여 Pitch²⁾, Energy, Formant 주파수³⁾, 발음시간 등을 음성분석하였으며 시뮬레이션 결과를 보면 다음과 같다.

1) 태양인



<Fig. 1> The simulation of pronunciation ;
'Ah' captured by CSL in Taeyangin



<Fig. 2> A) The magnification of practical pronunciation part ;

- 2) Pitch : 음의 높낮이로 기본주파수와 연관된다. 주파수가 높아질수록 인지된 높이도 더 높아진다.
- 3) Formant Frequency : 성도의 공진 특성에 의해 몇 개의 배음들은 강조되며 이런 높은 에너지를 가진 배음들을 포만트라 한다.
- 4) spectrogram : 시간에 따라 변화하는 신호를 분석하기에 가장 유용한 주파수 분석 형태로 시간, 주파수, 및 진폭을 3차원적으로 나타냈으며 수평축은 시간, 수직 축은 주파수를 나타내고 진폭은 검은 색의 농도 변화나 색깔로 구분되어진다.
- 5) LTA : long term average spectrum

"Ah" captured by CSL in Taeyangin

B) Spectrogram analysis⁴⁾

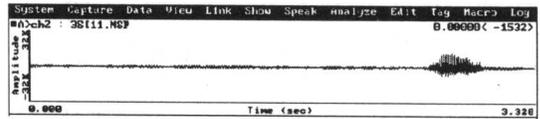
C) LTA analysis⁵⁾

D) Formant Frequency analysis

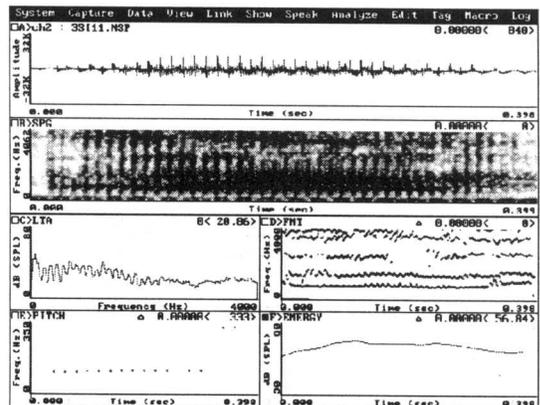
E) Pitch analysis

F) Energy analysis

2) 소음인



<Fig. 3> The simulation of pronunciation ;
'Ah' captured by CSL in Soeumin

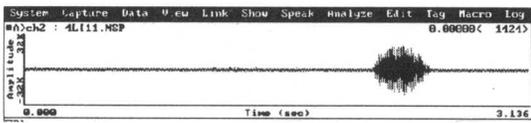


<Fig. 4> A) The magnification of practical pronunciation part ;

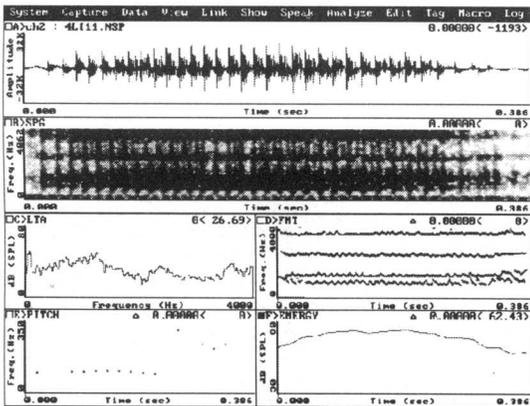
'Ah' captured by CSL in Soeumin

- B) Spectrogram analysis
- C) LTA analysis
- D) Formant Frequency analysis
- E) Pitch analysis
- F) Energy analysis

3) 태음인



〈Fig. 5〉 The simulation of pronunciation ;
'Ah captured by CSL in Taeumin

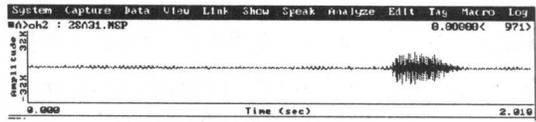


〈Fig. 6〉 A) The magnification of practical pronunciation part ;

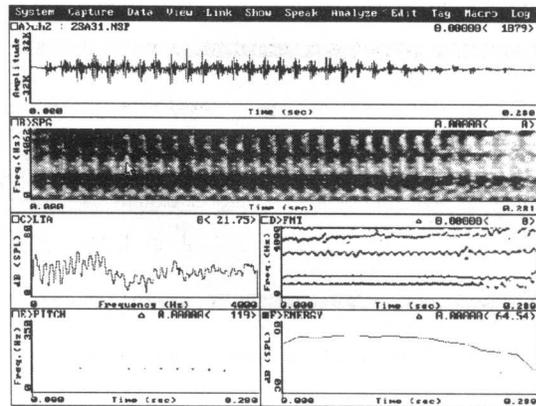
'Ah' captured by CSL in Taeumin

- B) Spectrogram analysis
- C) LTA analysis
- D) Formant Frequency analysis
- E) Pitch analysis
- F) Energy analysis

4) 소양인



〈Fig. 7〉 The simulation of pronunciation ;
'Ah' captured by CSL in Soyangin.



〈Fig. 8〉 A) The magnification of practical pronunciation part ;

'Ah' captured by CSL in Soyangin

- B) Spectrogram analysis
- C) LTA analysis
- D) Formant Frequency analysis
- E) Pitch analysis
- F) Energy analysis

3. 문장의 발음 시간 비교

문장의 발음시간의 차이가 있는지를 개인별로 측정 한 값을 체질별로 평균값을 구하여 체질간의 유의성이 있는지 일원분산분석의 다중범위검정으로 검증한 결과는 〈Table IV〉와 같다.

소양인의 평균 발음 시간(표준편차)은 0.71(±

<Table IV> Oneway ANOVA of the Speaker composition reading time for Sasang Constitution (Mean±S.D.)

	Soyangin	Soeumin	Taeyangin	Taeumin	F-value	P-value	DUNCAN
TIME	0.71 (± 0.08)	0.74 (± 0.09)	1.04 (± 0.34)	0.75 (±0.11)	13.27	0.00**	{1 2 4} {3}

{1}-Group of Soyangin, {2}-Group of Soeumin,

{3}-Group of Taeyangin, {4}-Group of Taeumin

** : P<0.01

0.08), 소음인은 0.74(±0.09), 태양인은 1.04(±0.34), 태음인은 0.75(±0.11)이었다. 소양인의 문장의 발음 시간이 가장 짧았으며, DUNCAN test에서 태양인은 다른 체질에 비하여 유의성 있게 길었다.

로 결정된다.¹⁰⁾ 폭(bandwidth)이 낮을수록 공명이 잘되는 것으로 발음이 분명하고 맑다고 볼 수 있다는 보고가 있다. 키, 몸무게, 포만트주파수에서 차이가 있는지를 각각 개인별로 포만트주파수의 평균값을 구한 후 체질별로 다시 평균값을 구하여 검정한 결과 <Table V, VI, VII>과 같다.

4. Formant Frequency

성도의 공진 특성에 의해 몇 개의 배음들은 강조되며 이런 높은 에너지를 가진 배음들을 포만트라 하고 이 포만트들에 의해, 즉 성도의 공진 특성에 의해 음색이 달라지게 된다. 포만트의 폭(bandwidth)은 포만트 포락선의 정점에서 약 3dB낮은 곳 즉 세기가 약 반으로 되는 곳에서의 주파수 폭으

1) 키와 몸무게

키에서는 소양인이 171.04(±4.46)로 가장 작게, 태음인이 174.03(±5.67)으로 가장 크게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다.

몸무게에서는 태음인이 74.18(±9.00)로 다른 체질에 비하여 유의성 있게 높았다.(F=16.87 P=0.00)

<Table V> Oneway ANOVA of the Speaker Height, Weight for Sasang Constitution (Mean±S.D.)

	Soyangin	Soeumin	Taeyangin	Taeumin	F-value	P-value	DUNCAN
Height	171.04 (±4.46)	172.59 (±4.65)	172.50 (±1.60)	174.03 (±5.67)	1.82	0.15	{1 3 2 4}
Weight	63.96 (±5.33)	62.50 (±6.95)	66.50 (±1.60)	74.18 (±9.00)	16.87	0.00**	{2 1 3} {4}

{1}-Group of Soyangin, {2}-Group of Soeumin,

{3}-Group of Taeyangin, {4}-Group of Taeumin

** : P<0.01

2) Formant frequency

Formant frequency 1에서는 태양인이 743.50 (± 82.26)으로 다른 체질에 비하여 유의성 있게 낮았다. ($F=5.59$ $P=0.00$) Formant frequency 2에서는 소양인이 가장 높고, 태양인이 가장 낮았으나 체질별로 유의적인 차이는 없었다. Formant frequency 3에서는 소양인이 가장 높고, 태음인이 가장 낮았으나 체질별로 유의적인 차이는 없었다. Formant frequency 4에서는 소양인이 가장 높고,

소음인이 가장 낮았으나 체질별로 유의적인 차이는 없었다. Formant frequency 5에서는 소음인이 3773.53(± 192.85)으로 낮고, 태양인이 3941.75 (± 198.06)로 가장 높았으며, 소음인과 태양인이 유의성 있게 구분되었다. ($F=3.30$ $P=0.02$)

3) Bandwidth

Bandwidth 1에서는 소음인이 134.18(± 42.55), 태양인이 96.50(± 41.15)으로 소양인과

<Table VI> Oneway ANOVA of the Speaker Formant frequency for Sasang Constitution (Mean \pm S.D.)

	Soyangin	Soeumin	Taeyangin	Taeumin	F-value	P-value	DUNCAN
Formant frequency 1	829.68 (± 52.63)	841.46 (± 59.72)	743.50 (± 82.26)	837.18 (± 67.02)	5.59	0.00**	{3} {1 4 2}
Formant frequency 2	1283.36 (± 81.03)	1265.12 (± 86.30)	1247.25 (± 131.49)	1274.57 (± 72.99)	0.4531	0.72	{3 2 4 1}
Formant frequency 3	2474.24 (± 196.85)	2399.46 (± 146.05)	2453.25 (± 136.38)	2371.66 (± 183.97)	1.8872	0.14	{4 2 3 1}
Formant frequency 4	3263.96 (± 251.25)	3180.15 (± 236.29)	3212.37 (± 149.57)	3232.48 (± 197.75)	0.7029	0.55	{2 3 4 1}
Formant frequency 5	3877.72 (± 152.05)	3773.53 (± 192.85)	3941.75 (± 198.06)	3876.30 (± 161.26)	3.2980	0.024*	{2 4 1} {4 1 3}

{1}-Group of Soyangin.

{2}-Group of Soeumin.

{3}-Group of Taeyangin.

{4}-Group of Taeumin.

** : P<0.0

* : P<0.05

<Table VII> Oneway ANOVA of the Speaker Bandwidth for Sasang Constitution (Mean \pm S.D.)

	Soyangin	Soeumin	Taeyangin	Taeumin	F-value	P-value	DUNCAN
Bandwidth 1	169.20 (± 48.27)	134.18 (± 42.55)	96.50 (± 41.15)	172.75 (± 40.13)	10.05	.00**	{3} {2} {1 4}
Bandwidth 2	95.24 (± 41.28)	91.40 (± 38.41)	186.37 (± 89.07)	96.63 (± 35.21)	10.79	.00**	{2 1 4} {3}
Bandwidth 3	277.80 (± 148.86)	294.78 (± 153.58)	239.75 (± 92.31)	303.81 (± 144.49)	0.49	.69	{3 1 2 4}

{1}-Group of Soyangin.

{2}-Group of Soeumin.

{3}-Group of Taeyangin.

{4}-Group of Taeumin.

** : P<0.01

태음인에 비하여 낮으며 유의성 있게 구분되었다.(F=10.05, P=0.00) Bandwidth 2 에서는 태양인이 186.37(±89.07)로 다른 체질에 비하여 유의성 있게 높았다. (F=10.79 P=0.00) Bandwidth 3에서는 태양인이 가장 낮고 태음인이 가장 높았으나 체질별로 유의적인 차이는 없었다.

이상의 내용을 종합해보면, DUNCAN test 결과 Weight에서는 태음인, Formant frequency 1에서는 태양인, Bandwidth 1에서는 태양인과 소음인이 각각 나머지 그룹과 잘 구별되었다. 태양인은 다른 체질과 Bandwidth 2, Energy Mean, TIME에서, 소음인은 태음인과 Formant frequency 5에서 잘 구별되었다.

5. Pitch

기본주파수와 관련된 요소들은 화자식별을 위한 음성정보로서 중요한 역할을 하게 된다.¹¹⁾ Pitch의

차이가 있는지를 개인별로 측정된 값을 체질별로 평균값을 구하여 체질간의 유의성이 있는지 일원분산 분석의 다중범위검정으로 검정한 결과 <Table VIII> 과 같다.

Pitch mean, Pitch S.D., Pitch Minimum에서는 체질별로 유의적인 차이는 없었다.

Pitch Maximum에서는 소음인이 168.15(±63.78), 태양인이 261.62(±97.75)로, 태양인이 소음인에 비하여 유의성 있게 높았다.(F=2.75 P=0.047)

Pitch Maximum-Pitch Minimum에서는 소음인이 59.40(±60.38), 태양인이 155.00(±109.42)으로 태양인이 소음인에 비하여 유의성 있게 높았다.(F=3.06 P=0.03)

DUNCAN의 사후검정결과는 소음인은 태양인과 Pitch Maximum, Pitch Maximum-Pitch Minimum에서 잘 구별된다.

<Table VIII> Oneway ANOVA of the Speaker Pitch for Sasang Constitution (Mean±S.D.)

	Soyangin	Soeumin	Taeyangin	Taeumin	F-value	P-value	DUNCAN
Pitch mean	140.44 (±59.16)	143.31 (±43.23)	147.36 (±33.57)	151.26 (±58.14)	0.23	0.87	{1 2 3 4}
Pitch S.D.	26.02 (±31.71)	32.93 (±37.30)	58.38 (±42.98)	42.78 (±41.26)	0.23	0.13	{1 2 4} {2 4 3}
Pitch Minimum	96.28 (±30.95)	108.75 (±16.36)	106.62 (±34.76)	100.66 (±15.43)	1.63	0.18	{1 4 3 2}
Pitch Maximum	180.16 (±102.23)	168.15 (±63.78)	261.62 (±97.75)	206.36 (±100.37)	2.75	0.047*	{2 1 4}{4 3}
Pitch Maximum - Minimum	83.88 (±102.77)	59.40 (±60.38)	155.00 (±109.42)	105.69 (±95.73)	3.06	0.03*	{2 1 4}{4 3}

{1}-Group of Soyangin. {2}-Group of Soeumin.
{3}-Group of Taeyangin. {4}-Group of Taeumin

* : P<0.05

6. Energy

에너지가 차이가 있는지를 개인별로 측정한 값을 체질별로 평균값을 구하여 체질간의 유의성이 있는지 일원분산분석의 다중범위검정으로 검정한 결과 (Table IX)과 같다.

Energy Mean에서는 태양인이 75.15(±4.30)로 가장 높게 태음인이 66.89(±3.73)로 가장 낮게 나타나고 있으며 유의적인 차이를 나타내고 있다. (F=9.47 P=0.00)

Energy S.D.에서는 소양인이 3.48(±1.53)로 가장 낮게 소음인이 4.33(±1.45)으로 가장 높게 나타나고 있으나 유의적인 차이는 없었다.

7. 체질판별 분석결과

1) Multi-dimensional 4-class minimum-distance classifier 분석결과

체질별로 나타난 결과를 갖고 체질판별정도를 파악하기 위한 방법을 프로그래밍 하였으며 이를 통한 결과는 다음과 같다.

① 13-dimensional 4-class minimum-distance classifier 분석결과

13개 항목의 각 체질별 평균을 구한 다음 13-dimensional 4-class minimum-distance classifier를 사용 13개 항목을 total하여 체질별 점수를 구하여 계산방법을 통한 각 개인의 13개 음

<Table IX> Oneway ANOVA of the Speaker Energy for Sasang Constitution (Mean±S.D.)

	Soyangin	Soeumin	Taeyangin	Taeumin	F-value	P-value	DUNCAN
Energy mean	67.13 (±4.53)	69.36 (±4.46)	75.15 (±4.30)	66.89 (±3.73)	9.4723	0.00**	{4 1 2} {3}
Energy S.D.	3.48 (±1.53)	4.33 (±1.45)	4.11 (±1.10)	3.91 (±1.41)	1.6691	0.18	{1 4 3 2}

{1}-Group of Soyangin. {2}-Group of Soeumin.
 {3}-Group of Taeyangin. {4}-Group of Taeumin
 ** : P<0.01

<Table X> 13-dimensional 4-class minimum-distance classifier for Sasang Constitution

Sasang Constitution	Total	Soyangin	Soeumin	Taeyangin	Taeumin
Soyangin	25	13(52%)	4	0	8
Soeumin	31	10	10(32.3%)	0	11
Taeyangin	8	2	0	6(75%)	0
Taeumin	33	10	3	3	17(51.5%)

성특성 평균 점수의 종합점수가 가장 가까운 체질로 그 개인의 체질을 판정하였다.

소음인의 경우 31명중에 소음인으로 나오는 경우가 10명밖에 되지 않아 30%정도 일치도를 나타내었으며, 소양인과 태음인이 경우도 25명중 13명, 33명중 17명으로 겨우 50%를 넘었다. 분석결과 문제점이 많다고 사려되어 변형을 주어 다음과 같이 재분석하였다.

② 2-dimensional 4-class minimum-distance classifier 분석결과

13개 항목 중 각자의 체질특징을 잘 나타내는 2개의 항목을 설정하여 2-dimensional 4-class minimum-distance classifier를 적용하여 체질별

로 재분석하였다.

소음인은 Bandwidth2, Energy S.D. 2개 항목을 갖고 분석한 결과 64.5%, 소양인은 Pitch, Pitch S.D. 2개 항목을 갖고 분석한 결과 72%의 일치도를 나타내었다. 태음인은 Bandwidth3, Energy를 갖고 분석한 결과 60.6%, 태양인은 formant주파수 1, bandwidth1을 갖고 분석한 결과 87.5%의 일치도를 나타내었다.

13-dimensional 4-class minimum-distance classifier 분석결과보다 높은 일치도를 나타내었다.

2) SPSS/PC+를 사용한 판별분석 결과
널리 사용되고 있는 고전적인 방법인 일원분산분

<Table XI> 2-dimensional 4-class minimum-distance classifier for Sasang Constitution

Sasang Constitution	Total	Soyangin	Soeumin	Taeyangin	Taeumin
Soyangin	25	17(72%)	0	6	1
Soeumin	31	1	20(64.5%)	3	7
Taeyangin	8	0	0	7(87.5%)	1
Taeumin	33	0	0	13	20(60.6%)

<Table XII> Classification Results of Sasang Constitution

Actual Group	Cases	No. of Predicted Group Membership			
		{1}	{2}	{3}	{4}
Group {1}	25	16	5	0	4
		64.0%	20.0%	.0%	16.0%
Group {2}	31	4	23	0	4
		12.9%	74.2%	.0%	12.9%
Group {4}	33	3	5	0	25
		9.1%	15.2%	.0%	75.8%
Percent of "grouped" cases correctly classified:		72.16%			

{1} : Group of Soyangin {2} : Group of Soeumin
{3} : Group of Taeyangin {4} : Group of Taeumin

석과 판별함수를 사용하여 분석하였다. 사상 체질에 따라 유의적인 차이가 있는 변수는 Weight, Formant frequency 1, Bandwidth 1, Bandwidth 2, Energy Mean, TIME, Formant frequency 5, Pitch Maximum, Pitch Maximum-Pitch Minimum으로 분석되었으며, 이 변수로 사상체질을 판별하였다.

① 4 체질사이의 판별

소양인에서는 64.0%, 소음인에서는 74.2%, 태양인에서는 75.0%, 태음인에서는 75.8%로 소양인에서 가장 낮은 판별율을 보이고 있으며, 소양인이 소음인과 태음인에 많은 영향을 미치고 있다.

② 소양인 제외

4체질간 통계분석해 본 결과 실제로 소양인인 사람이 소음인으로 판정되는 경우가 20%, 태음인으로 판정되는 경우가 16%로 전체적인 판별정도를 흐리고 있기 때문에 소양인을 제외하고 3체질을 다시 판

별하여 보았다. 소음인은 90.3%, 태음인은 84.8%로 높은 판별율을 보이고 있으며, 태양인은 변화가 없었다.

3) CART알고리즘을 이용한 분석결과

최근 분석에 사용되는 여러 알고리즘에서 음성분석에 타당하다고 보이는 CART를 이용한 판별을 보면 다음과 같다.

의사결정나무(decision tree)는 의사결정규칙을 나무구조로 도표화하여 분류와 예측을 수행하는 분석방법이다. 이 방법은 분류 또는 예측 과정이 나무 구조에 의한 추론규칙에 의해서 표현되기 때문에 분석자가 그 과정을 쉽게 이해하고 설명할 수 있다는 장점을 가지고 있다. CART알고리즘은 의사결정나무의 한 알고리즘이며, 지니지수(Gini Index)를 분류기준으로 수행되며 분리를 수행한 2개의 부분집합이 분리하기 이전의 부분집합보다는 자료의 형태가 더 순수해지도록 결정하는 것이다.

<Table XIII> Classification Results of Sasang Constitution except Soyangin.

Actual Group	No. of Cases	Predicted Group Membership		
		{2}	{3}	{4}
Group {2}	31	28 90.3%	0 .0%	3 9.7%
Group {3}	8	1 12.5%	6 75.0%	1 12.5%
Group {4}	33	5 15.2%	0 .0%	28 84.8%
Ungrouped Cases	25	12 48.0%	0 .0%	13 52.0%
Percent of "grouped" cases correctly classified			86.11%	

{1} : Group of Soyangin {2} : Group of Soeumin
 {3} : Group of Taeyangin {4} : Group of Taeumin

CART모형의 경우 3.33%의 오차율을 보이고 있어 앞에서 언급한 방법들 보다 높은 적중률을 보이고 있다. 체질별 오차율을 살펴보면 소양인이 8%

소음인이 6.25% 태음인이 0%로 태음인판별에 가장 낮은 오차율을 보이고 있다.

<Table XIV> Total error rate of Sound by CART

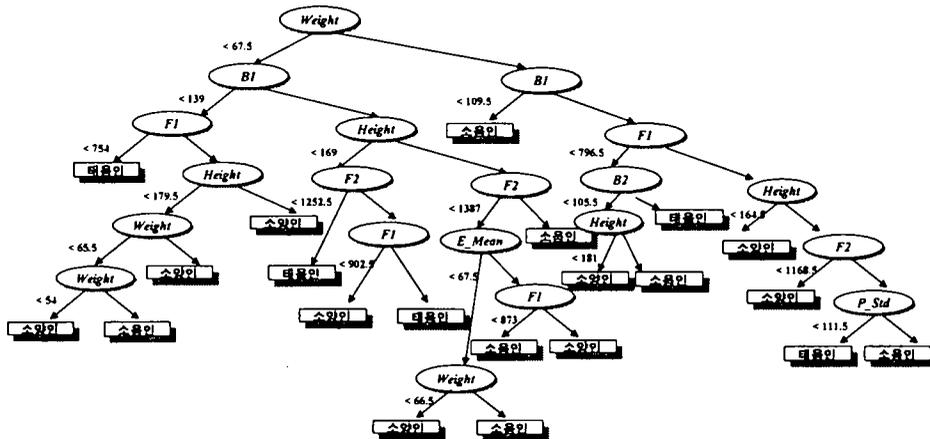
	Error rate (%)	CV (%)	Jackknife (%)	Bootstrap(%)	No. of Leaves
CART	3.33	14.81	4.44	4.55	21

<Table XV> The error rate of Sound by CART for Sasang Constitution

	Error rate(%)	Soyangin	Soeumin	Taeumin
CART	3.33	8.00	6.25	0.00

CV⁶⁾, Jackknife⁷⁾, Bootstrap⁸⁾

음성인식 자료 — CART



<Fig. 20> Decision Tree of Sasang Constitution by Sound in CART

- 6) CV : 데이터를 각각의 표본수가 거의 동일하도록 무작위로 10개의 상호배반적인 집합으로 만든다. 각 부분집합에 대해서 오분률을 계산하고 이렇게 구해진 10개의 오분률의 평균값을 전체자료의 오분률율로 대체한다.
- 7) Jackknife : 크기 n 인 표본에서 기초한 추정량을 t_n 에 $1/n$ 차의 편이가 있을 때 t_{n-1} 을 표본에서 i 번째 관측값을 생략하여 얻은 추정량이라 하면 $J_i = nt_n - (n-1)t_{n-1}$, $i=1, \dots, n$ 의 산술평균 J 는 최대한 $1/n^2$ 차의 편이가 있게된다. 이때에 J 를 재크나이프라고 부른다.
- 8) Bootstrap : 통계적 추론을 위한 방법으로 분포에 대한 정보없이 자료만을 사용하여 재표본추출(resampling)방법을 통하여 추론하는 방법이다.

IV. 考 察

소리를 학문적으로 다루기 시작한 것은 오랜 옛날 부터였으니 《呂氏春秋·大樂》에서는 “形體有處，莫不有聲。聲出於和，和出於通，和通先王定樂，由此而生”이라 하였으며, 《呂氏春秋·音初》에서는 “凡音者，產乎人心者也。感於心則蕩乎音，音聲於外而化乎內，是故聞其聲而知其風，察其風而知其志，觀其志而知其德。”¹⁴⁾이라 하여 음조의 생성 기초를 논술하고 있고, 음악을 통하여 백성을 교화시키고자하는 君子의 의지가 담겨 있었다. 한의학 고전에서도 음성특성으로 질병을 진단하는 경우가 있었다. 《內經·金匱眞言論編》에 보면 “東方青色 入通於肝 開竅於目 藏精於肝，... 其音角，... 南方赤色 入通於心 開竅於耳 藏於心 故病在五臟，... 其音徵，... 中央黃色 入通於脾 開竅於口 藏精於脾 故病在舌本，... 其音宮，... 西方白色 入通於肺 開竅於鼻 藏精於肺 故病背，... 其音商，... 北方黑色 入通於腎 開竅於二陰 藏精於腎 故病在谿，... 其音羽”라 하였으며, 《素問·陰陽應象大論》에서는 “東方生風，... 在音爲角 在聲爲呼，... 南方生熱，... 在音爲徵 在聲爲笑，... 中央生濕，... 在音爲宮 在聲爲歌，... 西方生燥，... 在音爲商 在聲爲哭，... 北方生寒，... 在音爲羽 在聲爲呻，... 善診者 察色按脈 先別陰陽 審清濁而知部分 視喘息 聽音聲 而知所苦 觀權衡規矩 而知病所主，... 以治無過 以診則不失矣。故曰 病之始起也 可刺而已 其盛 可待衰而已。”¹⁵⁾라 하여 음성을 한의학의 五行에 배속시켜서 인식하였으며 장부 및 다른 오행속성과 서로 유기적인 관계를 가질 수 있음을 나타내고 있다. 또한 다른 진단방법과 함께 음성으로도 질병의 증상을 파악하여 질병의 진단에 이용할 수 있음을 나타내고 있다.

동무 이제마는 知人의 방법과 象이 결합된 태양인 태음인 소양인 및 소음인의 네 가지 패턴을 구상했

고 이 패턴을 규정하는데 있어서 신체의 외형적인 면 심리적인 면 및 병증의 특징을 들었다. 이런 네 가지 체질은 장부구성의 편차에서 기인하며 생리적 병리적으로 다른 신체 특성을 나타나게 된다. 또한 얼굴모습과 말하는 기운과 음성특성도 체질변별의 지표가 될 수 있다. 동무는 《東醫壽世保元·四象人辨證論》에서 “태음인은 얼굴모습, 말하는 기운, 행동거지가 의젓하고 잘 가다듬으며 공명정대하다. 소음인의 얼굴모습, 말하는 기운은 그 몸이 생긴바 그대로 자연스럽고 성품이 까다롭지 않고 잔 쏘씨가 있다.”⁵⁾고 하였다.

태음인의 향심은 겁심이고 소양인의 향심은 구심이고 소음인의 향심은 불안정지심이며 태양인의 향심은 급박지심이다. 이런 심리상태로 인해서 발음속도와 같은 음성특성에 영향을 미칠 수 있다. 또한 태양인은 호산지기의 지나침과 흠취지기의 부족이 되기 쉬우므로 흠취지기가 보명지주가 되고 태음인은 흠취지기의 지나침과 호산지기의 부족이 되기 쉬우므로 호산지기가 보명지주가 되고 소양인은 남적지기의 지나침과 출방지기의 부족이 되기 쉬우므로 양난지기가 보명지주가 된다. 이런 신체적 특징이 바로 음성 특성에도 영향을 미치게 된다. 이러한 사실은 음성학에서 “폐에서 나오는 호기류가 에너지원으로 작용하고, 폐활량이 적으며 음성이 약해지며 지속적으로 모음을 발성하기 어렵다”¹⁶⁾말한 것과 연관성이 있다.

김구익은 《朝醫學》에서 “태양인은 그릇이 커서 음성이 높다. 또한 맑고 둥글다. 그래서 商소리와 화합한다. 태음인은 양이 넓어서 음성이 무겁다. 또한 탁하고 모가 난다. 그래서 宮소리와 화합한다. 소양인은 그릇이 작아서 음성이 가볍고 낮다. 또한

급하고 물러간다. 그래서 微소리와 화합한다. 소음인은 범위가 넓어서 음성이 발동한다. 완만하고 평이하다. 그래서 羽소리와 화합한다.⁶⁾라고 말했다. 또한 왕기는 《中醫體質學》에서 “태양인은 음성이 높고 맑고 크고 분명하고 우렁차다. 태음인은 음성이 무겁고 넓적하다. 소양인은 음성이 낮고 명랑하다. 소음인은 목소리가 낮고 완만하다.”¹⁷⁾라고 말하였다. 이도경이 편역한 《四象要覽·辨證十條》에서는 “일곱째 성음을 듣는다. 소양인은 어운이 맑고 枯燥한 편이며 말기운이 좋은 자가 많다. 태음인은 말이 적으며 어운이 웅장한 사람이 많고 대개 침중한 기운이 있다. 소음인은 온유한 편이다.”라 하였다.¹⁸⁾ “음성은 소양인은 ‘音聲細朗 輕言者’로 음성이 朗朗하고 말을 함부로 하며 소음인은 ‘半滿半濁 多言者’로 조용하며 말이 많다. 반면 태음인은 ‘音聲濁大 鄭聲不欲言者’로 말은 적고 語韻이 웅장한 자도 있으나 대개 沈重한 편이다.”^{19~20)}라 하였다.

‘음성’이란 말은 두 가지로 풀이 할 수 있다. 하나는 타고난 목소리의 음질을 뜻하기도 하고 또 하나는 목소리에 얹혀 전달되는 발음, 즉 말소리의 소리 값을 뜻하기도 한다. 전자는 실제 목소리의 성질을 의미하므로, 가령, 가는 음성 굵은 음성 높은 음성 낮은 음성 맑은 음성 탁한 음성 쉼 음성 콧소리 섞인 음성 등의 형용사는 다양한 음성의 종류를 예시한다. 반면에 후자는 타고난 목소리의 음질보다는 실제 발음에 나타나는 말소리의 소리 값을 나타낸다. 음성에서 개인적인 특징을 나타내는 요소들은 크게 선천적인 요소와 후천적인 요소로 구분될 수 있다. 선천적인 요소들은 음성기관의 해부학적 특징에 의하여 나타나며 후천적인 요소들은 언어 습득과정에서 얻어지는 발음상의 특징에 의하여 나타난다. 음성기관의 해부학적 특징에 의하여 나타나는 요소들 중에서 성문(Sound Spectrogram)을 이용하여

측정할 수 있는 성도의 공명주파수와 성도의 특징에 따라 영향을 받는 기본주파수의 음성에 의한 개인의 특징인 사상체질을 결정하는 주요한 요소가 된다.^{21~22)}

이번 연구에서는 각 개인의 사상체질과 직접적으로 연관성이 있다고 판단되는 공명주파수와 Pitch, Energy, FFT Spectrogram 등 여러 음향학적인 Pattern 자료들을 모집단으로부터 획득하여 개인의 성문에 의한 사상체질 판단의 기본 자료로 활용하였다.

체질분류검사에서 1차 2차 사상체질분류결과가 일치하는 97명을 대상으로 분석한 결과를 보면 태음인 33명 소음인 31명 소양인 25명 태양인 8명이었다.

여러 의가들의 사상인 음성특성에 대한 견해를 종합 요약해보면 다음과 같다. 태양인은 음성이 높고 맑고 둥글며 크고 분명하고 우렁차다. 태음인은 무겁고 탁하고 모가나고 말이 적으며 어운이 웅장한 사람이 많고 대개 침중한 기운이 있다. 소양인은 가볍고 낮으며 급하고 물러간다. 명랑하고 맑으며 말을 함부로 한다. 소음인은 완만하고 평이하며 낮고 온유한 편이다. 조용하며 말이 많다.

작성된 설문지 내용을 사상인 별로 결과를 요약해보면 다음과 같다. 사상체질이 감별된 학생 중 설문지에 응답한 학생은 모두 76명이었다. 소양인 17명 소음인 29명 태음인 30명이었다. 태음인은 음성이 완만하고 무겁고 굵고 성량이 풍부하며 탁하다고 대답한 사람이 많았다. 소양인은 음성이 높고 급하고 가볍고 말을 함부로 한다고 대답한 사람이 많았다. 소음인은 낮고 조용하며 완만하고 말쑥세는 조용한 편으로 대답한 사람이 많았다.

소양인의 평균 발음 시간(표준편차)은 개인적인 편차가 심했으나, 소양인의 문장의 발음 시간이 가

장 짧았으며 태양인에서는 다른 체질과 비교해서 문장 발음 시간이 유의성 있게 길었다.(Table 3) 소양인이 급격하게 말한다고한 설문응답과 여러 의가들에 의하여 제시된 것파 일치하는 면이 있다. 태양인의 발음시간이 긴 것은 문장을 분명하게 읽는다는 것과 관련이 있다고 사려된다.

성도의 공진 특성에 의해 몇 개의 배음들은 강조되며 이런 높은 에너지를 가진 배음들을 포만트라하고 이 포만트들에 의해 즉 성도의 공진 특성에 의해 음색이 달라지게 된다. 성도의 공진 특성은 필터처럼 작용하여 성도의 크기와 모양에 따라 어떤 주파수에서는 강화되고 어떤 주파수에서는 약화된다. 또한 혀와 턱의 움직임에 의한 구강 모양이 변화도 성도의 길이를 변화시킨다.¹⁰⁾ 대부분의 유성음들은 수 개의 포만트를 가지고 있고 그 중에서 Formant frequency 1과 Formant frequency 2는 혀의 위치와 밀접한 관계가 있어 언어학적으로 중요한 의미를 갖는다고 하였다. 혀의 높이가 낮은 모음일수록 Formant frequency 1이 높아지는 경향이 있으며 혀의 위치가 앞쪽일수록 Formant frequency 2가 높아지는 경향이 있으나 일반적으로 이 상관관계는 Formant frequency 1과 혀의 높이만큼 중요한 의미를 갖지는 못한다고 하였다. 또한 Formant frequency 3 이상의 포만트들은 성도를 구성하는 각 부분들의 미세한 변화에도 크게 영향을 받아 음성의 개인적인 특성을 구별하는데 중요한 의미를 가지고 있다고 하였다.¹⁰⁾ 포만트의 폭(bandwidth)은 포만트 포락선의 정점에서 약 3dB 낮은 곳 즉 세기가 약 반으로 되는 곳에서의 주파수 폭으로 결정된다.¹⁰⁾ 폭(bandwidth)이 낮을수록 공명이 잘되는 것으로 발음이 분명하고 맑다고 볼 수 있다는 보고가 있다.

몸무게에서는 태음인이 74.18(±9.00)로 다른

체질에 비하여 유의성 있게 높았다.(Table 4) Formant frequency 1에서는 태양인이 743.50(±82.26)으로 다른 체질에 비하여 유의성 있게 낮았다.(Table 4) Bandwidth 1에서는 소음인이 134.18(±42.55), 태양인이 96.50(±41.15)로 소양인과 태음인에 비하여 낮았으며 유의성 있게 구분되었다.(Table 4) Bandwidth 2에서는 태양인이 186.37(±89.07)로 다른 체질에 비하여 유의성 있게 높았다.(Table 4) Formant frequency 5에서는 소음인이 3773.53(±192.85)으로 낮게 태양인이 3941.75(±198.06)로 가장 높게 나타나고 있으며 소음인과 태양인이 유의성 있는 차이를 나타냈다.(Table 4)

음성의 높낮이를 나타내는 기본주파수는 성대의 길이 두께 등 성대구조의 개인차, 성대를 지지하고 있는 후두연골의 크기와 형상 성대 근의 형상이나 그 동작방법이 다르고 성대의 진동에 필요한 폐에서 나오는 공기, 즉 호기량이나 그 호기를 주는 방향이 다르기 때문에 개인마다 다른 특징을 나타내게 된다. 그러므로 기본주파수와 관련된 요소들은 화자식별을 위한 음성정보로서 중요한 역할을 하게 된다.¹¹⁾ 각 개인의 평균 기본주파수와 그것의 표준편차가 중요한 화자의 의존 정보가 된다는 것과 위장된 음성에서도 음성 높이의 최고값과 최저값의 차이가 중요한 화자식별의 단서가 된다고 보고된 바 있다.²³⁾

Pitch Maximum에서는 소음인이 168.15(±63.78)로 가장 낮고, 태양인이 261.62(±97.75)로 가장 높았으며, 소음인과 태양인에서 유의성 있는 차이를 나타내고 있다.(Table 6) Pitch Maximum-Pitch Minimum에서는 소음인이 59.40(±60.38), 태양인이 155.00(±109.42)으로 소음인과 태양인에서 유의성 있는 차이를 나타내

고 있다. (Table 6) 설문에서는 소음인들이 대부분 자신의 음성이 낮다고 응답하여 조사된 내용과 상반된 결과를 보이고 있다.

기본주파수는 말의 억양에 중심적인 요소로 화자의 태도에 따라서도 억양이 변화하게 되므로 사람의 성대 구조나 성대 진동에 영향을 미치는 신체적인 구조뿐만 아니라 화자가 말할 때의 상황이나 태도 문장의 종류에 따라서 기본주파수는 변화할 수 있는 요소이므로 앞으로 이에 따른 각 체질별 기본주파수 변화 정도를 파악해 놓는다면 기본주파수에 관한 특징들이 화자식별에 매우 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

Energy Mean에서는 태양인이 75.15(± 4.30)로 가장 높고, 태음인이 66.89(3.73)로 가장 낮았으며 유의성 있는 차이를 나타내고 있다. (Table 7) 태양인의 경우 설문문항으로 조사하지는 못하였으나 문헌에서 굵고 성량이 풍부하다는 것과 같은 의미에서 파악해 볼 수 있다고 사려된다. 소음인은 높은 에너지를, 태음인은 상대적으로 낮은 에너지를 보이고 있어 설문문항에서 조사된 결과와 상반된 결과를 보이고 있다.

Multi-dimensional 4-class minimum-distance classifier를 사용하여 판별한 경우에는 우선 13개 항목의 각 체질별 평균을 구한 다음 13-dimensional 4-class minimum-distance classifier를 사용 13개 항목을 total하여 체질별 점수를 구하여 계산방법을 통한 각 개인의 13개 음성특성 평균 점수의 종합점수가 가장 가까운 체질로 그 개인의 체질을 판정하였다. 소음인의 경우 30%, 소양인과 태음인이 경우 50%의 일치도를 나타내었다. 13개 항목 중 각자의 체질특징을 잘 나타내는 2개의 항목을 설정하여 2-dimensional 4-class minimum-distance classifier를 적용하여 체질별

로 재분석하였다. 소음인은 Bandwidth 2, Energy S.D. 2개 항목을 갖고 분석한 결과 64.5%, 소양인은 Pitch, Pitch S.D. 2개 항목을 갖고 분석한 결과 72%의 일치도를 나타내었다. 태음인은 Bandwidth 3, Energy를 갖고 분석한 결과 60.6%, 태양인은 formant주파수 1, bandwidth1을 갖고 분석한 결과 87.5%의 일치도를 나타내었다.

SPSS/PC⁺를 사용하여 일원분산분석과 판별함수를 사용하여 분석하였다. 사상 체질에 따라 유의적인 차이가 있는 변수는 Weight, Formant frequency 1, Bandwidth 1, Bandwidth 2, Energy Mean, TIME, Formant frequency 5, Pitch Maximum, Pitch Maximum-Pitch Minimum으로 분석되었으며, 이 변수로 사상체질을 판별하였다. 4체질사이의 판별을 살펴보면 소양인에서는 64.0%, 소음인에서는 74.2%, 태양인에서는 75.0%, 태음인에서는 75.8%로 소양인에서 가장 낮은 판별율을 보이고 있으며, 소양인이 소음인과 태음인에 많은 영향을 미치고 있다. 4체질간 판별해본 결과 실제로 소양인인 사람이 소음인으로 판정되는 경우가 20%, 태음인으로 판정되는 경우가 16%로 전체적인 판별정도를 흐리고 있기 때문에 소양인을 제외하고 3체질을 다시 판별하여 보았다. 소음인은 90.3%, 태음인은 84.8%로 높은 판별율을 보이고 있으며, 태양인은 변화가 없었다.

최근 분석에 사용되는 여러 알고리즘에서 음성분석에 타당하다고 보이는 CART를 이용한 판별을 한 결과는 다음과 같다. CART모형의 경우 3.33%의 오차율을 나타내어 앞에서 언급한 방법들 보다 높은 적응률을 나타내었다. 체질별 오차율을 살펴보면 소양인이 8% 소음인이 6.25% 태음인이 0%로 태음인판별에 가장 낮은 오차율을 나타내었다.

연구수행에 따른 문제점 및 개선방향을 살펴보면 다음과 같다.

sample이 20~40의 남성만을 대상으로 하였으므로 보다 많은 sample을 대상으로 하여 성별 연령별 지역별로 표준화하는 단계를 반드시 거쳐야 할 것으로 사려된다.

음성녹음상의 문제점을 살펴보면 Digital녹음기에 녹음된 음성을 갖고 CSL로 capture 하는 과정에서 녹음당시에 좀 더 정확하게 녹음되지 않은 점들이 노출되었다. 예문의 선택에 있어서 보다 음성 특성을 자연스럽게 나타낼 수 있는 문장을 선택하는 것이 더 효과적일 것으로 사려된다.

음성분석항목선택에서의 특성항목 도출과 음성에서 찾을 수 있는 모든 요소에 대하여 분석해 보는 것이 필요하다고 사려된다. 이런 점에 있어서는 음성학을 전공한 전문인과 많은 토의를 거쳐 보다 적절한 예문을 선택하는 것이 바람직하다고 사려된다.

분석방법상의 문제점은 CSL에서 1차적으로 capture 되어서 분석된 결과를 사상체질별로 어떤 음성 특징을 갖는지 분석하는 과정에서 여러 통계적 기법에 대하여 보다 자세히 알고 가장 적절한 통계 기법을 찾아내야 하는데 어려움이 있다. 다각도로 진행되고 있는 사상의학에서의 객관화 노력과 체질 진단에 있어 가장 최적의 알고리즘을 찾아낼 수 있다면, 정확한 체질진단과 더불어 치료와 약물처방에 있어서도 많은 도움을 줄 수 있으리라 생각된다. 이 부분에 대해서는 통계학적인 보완과 연구진행이 지속적으로 있어야 할 것으로 사려된다.

V. 結 論

본 연구는 성문과 체질과의 상관성을 통하여 사상체질변증에 도움이 되고자 하였다. 성문과 체질과의

상관성에 관한 연구결과는 다음과 같다.

1. 설문조사결과 소음인은 음성이 낮고 완만하며 조용한 편으로, 소양인은 음성이 높고 맑으며 급하고 함부로 말을 하는 것으로, 태음인은 음성이 낮고 무거우며 완만하고 굵고 성량이 풍부한 것으로 나타났다.
2. 문장의 평균 발음 시간에서 태양인은 다른 체질에 비하여 유의성 있게 길었다.
3. 몸무게에서 태음인은 다른 체질에 비하여 유의성 있게 높았다.
4. Formant frequency 1에서는 태양인이, Bandwidth 1에서는 소음인과 태양인이 다른 체질에 비하여 유의성 있게 낮았으며, Bandwidth 2와 Formant frequency 5에서는 태양인이 유의성 있게 높았다.
5. Pitch Maximum과 Pitch Maximum-Pitch Minimum에서는 소음인과 태양인이 유의성 있는 차이를 나타내었다.
6. Energy Mean에서는 태양인과 태음인에서 유의성 있는 차이를 나타내었다.
7. Multi-dimensional 4-class minimum-distance classifier 분석결과 모든 항목으로 분석한 것 보다 체질별로 특정 항목을 갖고 분석한 것이 높은 일치율을 나타내었다.
8. SPSS/PC⁺ 프로그램에서 일원분산분석과 판별 분석결과 네 체질사이에서의 정판별력보다 소양인을 제외한 3체질 사이에서의 정판별력이 높았다.
9. CART모형에서 앞에서 제시된 다른 방법들보다 높은 예측율을 보이고 있다.

성문과 음성특성의 분석을 통한 사상체질 분류검 사방법은 사상체질의 객관화를 위한 하나의 보조적인 방법이 될 수 있다고 사료된다.

參考文獻

1. 장기근, 논어 요왈편, 명문당, 1973, p474.
2. 유향, 說苑 下, 동문선, 1997, p886.
3. 고도홍, 국어음성학의 발치취와 연구현황, 국어학연구백년사1, 일조각, 1996, pp28~37.
4. 연세대학교 출판부, 세종대의 음성학, 대일문화, 1998, pp3~122.
5. 이제마, 동의수세보원, 행림출판, 1994, pp137~138.
6. 조의학, 사상임해지남, 사성론, 1996, p27.
7. 일본 음성언어 의학회편, 인회영 역, 음성검사법(기초편), 군자출판사, 1996, pp154~175.
8. 이현복, 한국어의 표준발음이론과 실제-, 대한음성학회, 1993, pp39~40.
9. 박종구, 장세진 공저, SPSS/PC⁺를 이용한 보건통계학, 도서출판 우현, 1997, pp111~137.
10. 홍수기, 국립과학수사연구소, 음성의 음향적 검사, 1994, pp46~55.
11. 홍수기 김진현 장성길, 음성의 Pitch빈도분포의 개인성에 관한 연구, 국립과학수사연구소연보, 1995 ; Vol 27: pp366~371.
12. 한국통계학회편, 통계용어사전, 자유아카데미, 1994, p221.
13. 손건태, 전산통계개론, 자유아카데미, 1996, p211.
14. 김근 역주, 여씨춘추, 제 1권 十二紀, 민음사, 1995, pp220~297.
15. 양유걸 편, 황제내경역해(소문), 성보사, 1988, pp35~52.
16. 고도홍 등 공역, 음성언어의 이해, 한신문화사, 1995, pp46~48.
17. 왕기, 중의체질학, 중국의약과기출판사, 1985, p411.
18. 이제마著 이도경 編, 사상요람(증보판), 원불교출판사, 1995, pp163~168.
19. 고병희 송일병, 사상체질변증에 대한 小考, 대한한의학회지 1985 ; 9호 : pp40~47.
20. 고병희 송일병, 사상체질변증 방법론 연구, 대한한의학회지 1987 ; Vol 8 : pp139~145.
21. 양승현 김달래, 성문과 사상체질과의 상관성에 관한 연구, 사상의학회지 1996 ; Vol 8, No2.: pp191~201.
22. 김달래 박성식 권기록, 성문분석법에 의한 사상체질 진단의 객관화 연구, 사상의학회지 : 사상의학회, 1998, pp65~80.
23. 이현복 박종철 홍수기, 위장 음성분석에 관한 연구, 국립과학수사연구소 1988 ; Vol 20 : pp57~58.
24. 유영화 박종철 김윤희, Sound Spectrogram에 의한 우리말 단모음 분석에 관한연구, 국립과학수사연구소연보 1985 ; Vol.17 : p223.
25. 한국한의학연구원 임상연구실편, 음악과 한의학, 다우문화, 1998, pp9~30.
26. 유영화, 화자의 신장 및 체중이 성문에 미치는 영향, 국립과학수사연구소연보, 1989 ; Vol 21 : pp274~281.
27. 홍석철 고병희 송일병, 사상인 이목비구의 형태학적 특징연구, 사상의학회지 1998 ; Vol 10, No2 : pp221~270.
28. 박홍수, 소리의 물리학, 제4회 대한음성언어학회 학술대회논문집, 1995, p79.
29. 안상철, 발성의 음향학 제4회 대한음성언어학회 학술대회논문집 1995, p93.
30. 김선호 고병희 송일병, 사상체질분류검사지(QSCC)Ⅱ의 표준화연구, 사상의학회지 1996 ; Vol8, N01 : pp187~246.