

성도 변형에 따른 모음 포먼트의 변화 고찰

A Study on Vowel Formant Variation
by Vocal Tract Modification

양 병 곤*
(Byunggon Yang)

ABSTRACT

Vowels are classified by vocal tract shapes. These shapes form constriction points along the tract, which have an influence on such vocal tract resonance as F_1 , F_2 , F_3 , and so on. This study reviews the perturbation theory of the tract and determines the corresponding formant frequencies from modified vocal tracts using vocal tract area function. Then, formant variation is observed from the theory. Finally, each set of F_1 , F_2 , and F_3 frequency is input to a speech synthesis software to make a vowel sound. Auditory impression of each sound without any modification of its vocal tract shape is almost the same as the corresponding phonetic symbol. Formant frequencies of F_1 , F_2 , F_3 vary according to the perturbation theory. Generally, constriction along the node causes formant values to decrease while constriction along the anti-node cause it to increase. Vocal tracts modified by more than 3 cm^2 change vowel qualities of /a/ and /i/ into those of /ʌ/ and /ɛ/, respectively. This study will be helpful in simulating sounds from modified vocal tracts before any operation. Further studies are desirable to compare vocal tract shapes of various languages and their sounds together.

Keywords: vowel formant, vocal tract, perturbation theory, area function

1. 머리말

모음의 분류는 주로 입안의 구조 즉, 성도의 모양에 따라 구분한다. 혀가 입천장에 얼마나 가까이 접근하는가에 따라 고모음, 저모음 등으로, 또 혀의 전후 움직임에 따라 전설모음, 후설모음 등으로 분류하고 입술의 둥근 정도에 따라 원순모음, 평순모음 등으로 나눈다. 그러나 이들 기준은 상대적이며, 사람마다 다른 크기의 조음기관을 생각해 보면 절대적인 기준을 제시하기가 어렵다. 또한, 기본모음이 되는 모음 사각도와 X선 촬영에서 나온 혀의 가장 높은 점을 표시한 그림과 비교해 보면, 아주 다른 인상을 준다(Ladefoged 1975: 202 그림 9.3 참고). 그래서 Ladefoged는 모음의 자질을 구분할 때 조음적인 혀의 높이를 이용하기보다는 음향적으로 측정된 값을 이용해 청각적인 자질로 나타낼 것을 제안했다. 반면, 실제 성도의 공명함수를 가장 잘 나타내는 모음의 포먼트에 대한 연구 등에서, 남녀화자의 성도의 크기를 정규화한 뒤에 나타난 값을 살펴 보면 거의 비슷한 수치를 보이고 있다(Yang, 1990). 이렇게 포먼트 값이 일정한 비율로 변화하되

* 동의대학교 영어영문학과

동일한 간격을 유지한다는 사실은 각각의 화자들은 거의 비슷한 성도 모양을 하고 발성한다고 결론지을 수 있다.

그런데, 이런 성도모양을 X선이나 MRI(자기공명영상) 등을 이용해 측정한 단면적 값을 줄이거나 넓히는 변형을 가한다면 포먼트 값은 얼마씩 변하고 또 청각적 인상은 어떨까? 이런 실험은 성도의 기능을 보다 더 깊이 이해하는데 도움이 될 것이다. 또한, 편도선처럼 성도에 장애물이 생기거나, 일부분을 도려내는 수술을 하는데 미리 음성적 특징을 들어보는데 도움이 될 것이다. 예를 들어, 의학분야에서는 후두전적출술에 의해 후두부위를 완전히 제거하는 수술을 한 환자들이 보다 나은 발성에 도움을 주기 위한 인공후두 개발과 더불어, 후두주위의 일부 건강한 근육을 남겨놓아 보다 정확한 발음을 할 수 있도록 도움을 주려는 시도가 있다(구수권, 1997, 김철수, 1998). 이와 같이 환자나 기타 성도의 일부가 소실되거나 편도선과 같이 발성에 장애가 되는 구조를 갖고 있는 사람의 재활을 위해서는 수술 전에 미리 성도의 모양의 변형에 대한 사전 시뮬레이션에 의해 어떤 모양의 성도가 다양한 발성에 가장 도움을 줄 수 있는지 미리 모양을 만들어 성도 공명값을 구한 뒤 이것을 합성하여 들어보는 방법이 도움이 될 것이다. 물론, 인간은 후두의 소실이나 편도선 등에 쉽게 적응하여 남은 구조를 이용하거나 수술상의 여러 가지 극복해야 할 문제가 많겠지만, 실제 환자의 발성 욕구를 충족시키기 위해서는 보조기구나 재활을 극대화하기 위한 조치가 필요할 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위한 초기 단계로 이 논문에서는 먼저 성도의 변형과 포먼트 값의 변화 관계를 규명해 놓은 좁힘점 이론(Perturbation Theory)을 살펴보고, 실제 성도의 모양에서 추출한 단면적 값을 입력하여 그 모양을 변형할 때마다 포먼트 값이 어떻게 변하고 또 이를 합성음으로 만들었을 때 어떠한 청각적 인상을 주는가를 탐구해 보기로 한다.

2. 성도의 좁힘점 이론

모음은 후두에서 발성된 원음을 성도의 모양을 다양하게 변형하여 여과함으로써 발성된다(Fant, 1960). 각 모음의 발성구조와 원리에 대해서는 양병곤(1997)을 참조하기 바란다. 이렇게 성도의 모양을 변형하여 생긴 좁힘점의 크기와 위치에 따라 성도의 공명주파수가 변하게 되는데 이 관계를 설명한 이론이 좁힘점 이론이다. 좁힘점 이론에 대해 그림 1과 같은 한쪽이 막힌 단순한 관을 가정하여 살펴보자 (Kent and Read, 1992: 25; Lass, 1997: 190-192). 이들의 연구에 따르면, 관이 공명할 때 어떤 지점에서는 입자의 운동이 최대가 되어 교점(node)을 이루고, 다른 지점에서는 최소의 진동을 보여 분산점(anti-node)을 이룬다고 한다. Békésy(1960)는 실제 소형 마이크를 발성하고 있는 피험자의 입에 넣어 성도의 각 지점에서의 진폭을 측정했는데 지점마다 다른 진폭값을 관찰했다고 한다.

이 관모양에서는 무한한 공명이 일어날 수 있고 거기에 따른 교점과 분산점도 달라지겠지만 실제 모음의 지각에 중요한 제 1, 2, 3 포먼트로 좁혀서 생각하면 그림 1의 F_1 , F_2 , F_3 과 같은 구조의 분포를 보이게 된다.

그림 1. 균일관 모양에서의 공명주파수 왼쪽 끝이 성문에 해당되고 오른쪽 끝이 입술에 해당됨.

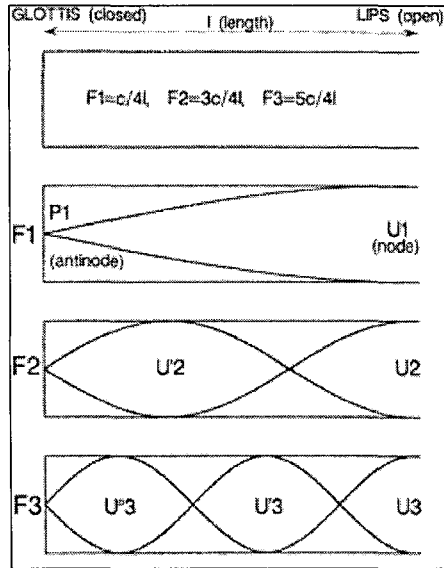
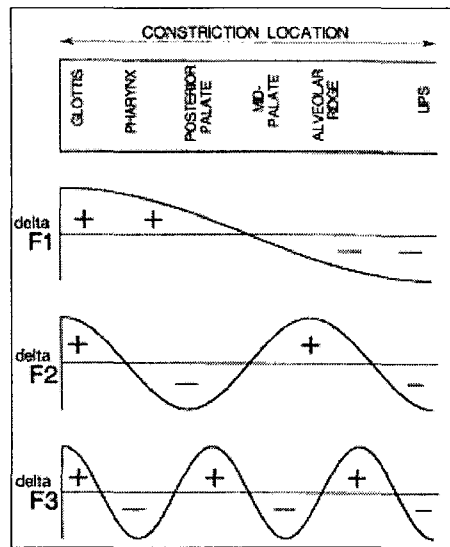


그림 2. 균일관의 좁힘에 따른 포먼트 변화

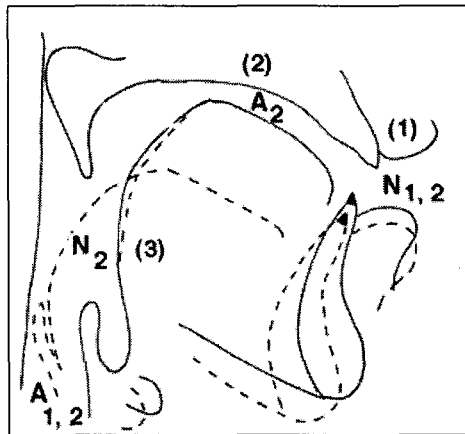


이 이론에 따르면 정상파인 경우 성도의 입술 끝인 열린 곳에 최대값인 교점(U1)이 생기고, 성문위치에 최소값인 분산점(P1)이 생긴다. 두 번째 공명은 각각 두 개의 교점(U'2, U2)과 분산점이 생기고 세 번째 공명은 세 개의 교점(U'''3, U''3, U3)과 분산점이 생긴다. 이런 균일관의 한 부분을 눌러서 서로 맞닿을 정도로 좁혔을 때 포먼트 주파수 값은 교점에 가까운 위치가 좁혀지면 주파수가 내려가며, 분산점에 가까운 지점이 좁아지면 올라간다. 그림 2는 성도의 어떤 지점을 좁혔을 때 각각의 포먼트 주파수 변화를 보여주고 있다. 이러한 관계를 실제 성도의 각 지점에서 나타내면 그림 3과 같이 된다(Lass 1997: 192 그림 5.5를 바탕으로 교점과 분산점을 표시했음).

그림 3을 보면 입술에 F_1 , F_2 의 교점이 있고, 경구개 부분에 F_2 의 분산점이 있다. 후두개와 목젢의 중간지점에 F_2 의 교점이 있다. 후두부에도 F_1 , F_2 의 분산점이 있으나 실제 성문 바로 위의 부분의 면적은 변형의 크기가 적고 모음 자체의 음질은 변하지 않기 때문에 여기서는 논의하지 않기로 한다. 위 그림에 따르면, 성도를 이등분했을 때 구강부의 중간부분 각각의 지점에서의 변화를 관찰해 보면 F_1 의 경우에는 /이, 아, 우/ 에서처럼 구강부분을 좁히면 내려가고 인강부를 좁히면 올라간다. F_2 는 /우/ 발음에서처럼 인강 바로 위의 구강 뒷부분이나 입술을 좁히면 내려가고 /이/처럼 입술이나 이 뒤의 부분을 좁히면 올라간다. 후두부분의 바로 위의 지점은 후두부분이 음원으로서 진동하기 때문에 좁힘점으로 활용되지는 않는다. F_3 은 /르/ 발음 때와 같이 입술이나 구강의 중간부분, 인강 부분을 좁히면 내려간다. 결국, 입술지점을 좁히면 이곳이 공명주파수의 교점이 되기 때문에 모든 주파수가 내려간다. 특히, 혀는 일정한 크기의 구체로 되어있기 때문에 구강부분을 좁히면 후설 부분이 당겨져서 인강이 넓어지게 된다. 따라서, 고모음은 주로 구강의 앞부분을 좁혀서 이용하기 때문에 F_1 이 낮고, F_2 가 높은 반면에 이와 반대 모양을 하고 있는 저모음은 F_1 이 높고 F_2 가 낮아서 서로 접근하는 모양을 하고 있다. 원순모음은 입술을 둥글게 하기 때문에 F_2 가 낮아진다.

이렇게 좁힘점 이론에 따라 구강의 어떤 지점이 좁혀지거나 넓혀지면 포먼트 값이 변하는데 실제 측정된 러시아어 모음의 단면적 자료를 인강과 구강부로 나누어 좁히거나 늘렸을 때 어떤 수치상의 변화가 있는지 시험해 봄으로써 이러한 좁힘점 이론을 보다 깊이 이해하고 시뮬레이션 실험에 필요한 방법을 찾아보기로 한다.

그림 3. 성도에서의 교점과 분산점의 분포. 모음 /아/(점선모양)와 /이/(실선모양)의 성도모양. (1) 지역은 입술부분, (2)는 구강부분, (3)은 인강부분을 나타냄.



3. 실험 방법

이 연구에서는 X선에 의해 정밀하게 측정된 제시한 Fant(1970: 115 Table 2.33-1)의 러시아어 모음의 자료를 구강과 인강 부위의 변화를 가장 잘 보이는 모음 /아, 이, 우, 에/ 네 개에 한정하여 탐구해 보기로 한다. 발음표기는 우리말로 하기로 한다. 러시아어 자료를 택한 것은 성도 단면적 측정값을 자세하게 분석해 놓았기 때문이다. Fant의 자료는 모음마다 성도의 구조가 달라

저서 성대로부터의 거리가 각각 다른 부분의 면적값이 나와 있다. 모음 발음은 앞서의 그림 3에서처럼 모음 발음에 따라 구강이나 인강의 좁힘점 전후의 부분이 자연스럽게 서서히 늘거나 줄어든다. 따라서, 어떤 좁힘점의 면적을 넓히거나 좁힐 때 면적변화의 일관성을 보이기가 어렵기 때문에, 이 논문에서는 네 개의 모음을 좁힘점을 중심으로 유사한 크기로 면적변화를 하기 위해 실제 Fant의 자료를 성문에서 각각 0.83 cm 간격으로 재환산(interpolation)하여 표 1에 나타냈다. 각각 다른 모음을 재환산하는 과정에서 성문으로부터의 거리가 0.02 cm이내 범위의 오차가 발생하지만 이 도표에서는 각 모음의 거리를 표시하지 않고 제일 긴 성도 모양을 하고 있는 모음 /우/의 거리를 기준으로 표시했다. 실제 포먼트 계산에는 각각의 모음에 해당하는 거리를 사용했음을 밝혀둔다.

표 1. 러시아 모음 단면적(단위는 cm²) 자료. 거리(단위는 cm)는 성문에서 단면적까지의 거리를 말함.

거리	/아/	/에/	/우/	/이/
0.42	2.60	2.60	2.60	2.20
1.25	1.45	1.78	2.45	2.71
2.08	2.33	1.63	2.47	3.63
2.92	2.83	3.84	7.19	7.88
3.75	1.30	6.05	9.88	8.46
4.58	0.86	7.51	7.50	8.93
5.42	0.67	8.53	3.50	9.40
6.25	1.15	9.38	1.45	9.88
7.08	1.67	10.23	1.18	10.35
7.92	2.25	7.78	1.02	9.06
8.75	2.10	7.78	1.80	6.73
9.58	3.33	6.09	1.35	3.23
10.42	4.83	4.92	1.71	1.28
11.25	6.59	4.35	1.93	1.12
12.08	6.91	3.48	2.70	0.96
12.92	7.22	2.80	4.70	0.80
13.75	7.53	2.03	7.25	0.67
14.58	7.84	3.65	10.60	1.23
15.42	6.75	4.73	11.65	2.32
16.25	5.94	6.73	12.69	3.66
17.08	5.31	8.00	9.58	4.00
17.92	5.00		2.50	
18.75			0.74	
19.58			0.51	
20.00			0.65	

자료에서 살펴보면 모음 /우/의 성도길이가 가장 길게 나타나는데 이는 발성할 때 입술을 등글게 앞으로 내밀었기 때문이다. 그 다음으로는 /아, 에, 이/가 거의 비슷한 길이로 나타난다. 이 논문에서는 이들 각각의 단면적을 구강과 인강 부분으로 크게 나누어서 1 cm², 2 cm², 3 cm²의 순서로 좁은 곳은 넓히고 넓은 곳은 좁혀서 변화를 시킨다. 실제 발성기관의 움직임은 그림 3에서 보이듯이 목젓지점부근을 축으로 모음 /이, 아/가 구분된다. 즉, 혀의 체적은 일정하므로 구강 부위(2)가 좁아지면 혀가 그만큼 입천장을 향해 이동하였으므로 인강 부분(3)은 상대적으로 더 넓어지는 것이 자연스럽다. 따라서, 이 논문에서는 한쪽 부분을 줄인 만큼 다른 쪽을 늘려서 자연스러운 변화가 일어나도록 좁힘점 지점 전후로 서서히 면적이 변화하도록 했다. 표 2는 이렇게 모음 /아/를 변형한 파일의 예를 나타낸다.

표 2. 모음 /아/에 가감값을 적용하여 단면적을 변환한 값. a0은 원래의 단면적을 나타내며 a1은 1 cm², a2는 2 cm², a3은 3 cm²로 변형한 것을 말한다. 인강 부분은 점점 더해주고, 성문으로부터 거리가 9.58 cm이후는 구강부분으로서 원래의 단면적 값에서 뺐다.

거리	a0	가감값	a1	가감값	a2	가감값	a3
0.42	2.60	0.10	2.70	0.20	2.80	0.30	2.90
1.25	1.45	0.20	1.65	0.40	1.85	0.60	2.05
2.08	2.33	0.40	2.73	0.80	3.13	1.20	3.53
2.92	2.83	0.60	3.43	1.20	4.03	1.80	4.63
3.75	1.30	0.80	2.10	1.60	2.90	2.40	3.70
4.58	0.86	1.00	1.86	2.00	2.86	3.00	3.86
5.42	0.67	0.80	1.47	1.60	2.27	2.40	3.07
6.25	1.15	0.60	1.75	1.20	2.35	1.80	2.95
7.08	1.67	0.40	2.07	0.80	2.47	1.20	2.87
7.92	2.25	0.20	2.45	0.40	2.65	0.60	2.85
8.75	2.10	0.10	2.20	0.20	2.30	0.30	2.40
9.58	3.33	0.10	3.23	0.20	3.13	0.30	3.03
10.42	4.83	0.20	4.63	0.40	4.43	0.60	4.23
11.25	6.59	0.40	6.19	0.80	5.79	1.20	5.39
12.08	6.91	0.60	6.31	1.20	5.71	1.80	5.11
12.92	7.22	0.80	6.42	1.60	5.62	2.40	4.82
13.75	7.53	1.00	6.53	2.00	5.53	3.00	4.53
14.58	7.84	0.80	7.04	1.60	6.24	2.40	5.44
15.42	6.75	0.60	6.15	1.20	5.55	1.80	4.95
16.25	5.94	0.40	5.54	0.80	5.14	1.20	4.70
17.08	5.31	0.20	5.11	0.40	4.91	0.60	4.71
17.50	5.00	0.10	4.90	0.20	4.80	0.30	4.70

표 2에서 살펴보면 좁힘점이 생성된 모음 /아/를 발성할 때 구강은 넓고 인강은 좁은 모양을 하고 있으므로 구강부분은 서서히 좁히고, 인강 부분은 서서히 늘리는 변형실험을 실시했다. 특히, 변형의 최고점은 가장 좁거나 넓은 부분을 기준으로 면적값을 변형했다. 예를 들어, 인강 부분은 성대로부터 약 4.58 cm에서 가장 좁기 때문에 이 부분을 중심으로 삼각형 모양으로 주변지역을 서서히 증가시키는 값을 부여했다. 모음 /우/에서는 인강 부분과 구강부분을 모두 감소시키거나 (ub1, ub2, ub3), 입술 부분을 더하거나 (ul1, ul2, ul3), 목젓 부분을 더해주었다(uv1, uv2, uv3). 입술 부분의 변화는 다음 표 3과 같다. /에/에서는 구강과 인강을 모두 감소시키거나(e1, e2, e3), 입술부분만 5 cm²범위에서 넓혔다(e1, e2, e3, e4, e5).

표 3. 모음 /우/에 대한 입술부분 변화.

거리	u0	증가값	ul1	증가값	ul2	증가값	ul3
0.42	2.6		2.6		2.6		2.6
1.25	2.45		2.45		2.45		2.45
중간부분 생략							
12.92	4.70		4.70		4.70	0.10	4.80
13.75	7.25		7.25	0.10	7.35	0.20	7.45
14.58	10.60		10.60	0.20	10.80	0.40	11.00
15.42	11.65	0.10	11.75	0.30	11.95	0.60	12.25
16.25	12.69	0.20	12.89	0.50	13.19	0.80	13.49
17.08	9.58	0.40	9.98	0.80	10.38	1.20	10.78
17.92	2.50	0.60	3.10	1.20	3.70	1.80	4.30
18.75	0.74	0.80	1.54	1.60	2.34	2.40	3.14
19.58	0.51	1.00	1.51	2.00	2.51	3.00	3.51
20.00	0.65	0.80	1.45	1.60	2.25	2.40	3.05

변형된 성도의 모양에 대한 포먼트 값은 Liljencrants가 Turbo Pascal로 프로그램한 PC용 소프트웨어인 Formfrek을 이용한다. 이 프로그램은 성문으로부터의 거리와 그 지점의 면적값을 입력하면 성도 모양과 F1, F2, F3 값을 제시해 준다(Liljencrants and Fant 1975). 구한 포먼트 값을 이용해 음성합성을 하는 과정은 양병곤(1995)의 단모음 합성 과정에 사용한 파라미터 중 포먼트 값을 제외하고 실제 모음 /아, 에, 우, 이/ 발성에서 기본주파수, 진폭, 지속시간, 포먼트 주파수 등을 추출하여 원음과 가깝게 합성한 뒤, 이 합성용 파일에서 포먼트 값만 위의 면적합수 값에서 구한 값으로 대체하여 합성했는데 매우 자연스러운 모음으로 들렸다. 합성용 소프트웨어는 SenSyn1.0을 이용했고, 지속시간은 0.4초로 주고 출력된 음성은 20,000 Hz의 표본속도를 갖도록 했다. 이렇게 합성된 음을 Signalyze3.12에서 한꺼번에 파일을 열어놓고 조용한 연구실에서 파워 맥 컴퓨터의 스피커로 필자와 경남출신의 청력에 이상이 없는 남자대학원생 2명이 여러 번 들어 어떤 모음으로 들리는지 판단했다.

4. 결과 분석과 토의

표 4는 성도변형에 따른 포먼트 값의 변화를 보이고 있다.

표 4. 성도변형에 따른 포먼트 값. 각 파일명의 첫 문자는 해당모음을 나타내며, 두 번째 문자는 1은 입술부분을 변형하고, v는 목젓부위, 표시가 없는 것은 구강과 인강 모두를 좁은 곳은 넓게 넓은 곳은 좁게 변형했다. 마지막의 숫자는 0이 원래의 단면적에서 나온 포먼트값, 그 다음 숫자는 각각 1 cm², 2 cm², 3 cm²면적 변화값을 나타낸다.

파일명	F ₁	F ₂	F ₃
a0	622	1,070	2,408
a1	596	1,189	2,467
a2	560	1,259	2,511
a3	523	1,320	2,544
e0	427	1,928	2,650
e1	468	1,841	2,600
e2	504	1,758	2,575
e3	534	1,677	2,565
e11	416	1,920	2,672
e12	403	1,910	2,695
e13	385	1,897	2,712
e14	398	1,877	2,632
e15	382	1,859	2,626
u0	252	624	2,411
u1	256	593	2,379
u2	260	544	2,413
u11	323	689	2,411
u12	352	741	2,411
u13	368	781	2,413
uv1	248	718	2,314
uv2	240	784	2,259
uv3	233	835	2,227
i0	252	2,174	2,749
i1	318	2,038	2,525
i2	366	1,905	2,447
i3	409	1,803	2,402

표 4에서 살펴보면 모음 /아/에서는 구강부분이 줄어들고 인강 부분이 늘어날수록 F_1 은 감소하고 F_2 , F_3 은 상승한다. 앞서의 그림 2에서 인강 부분이 좁아지면 F_1 이 상승하는 좁힘점 이론에 따라 변한다. F_2 는 인강 부분이 좁아지면 내려가는데 여기서는 넓어지므로 점점 올라갈 것이고, 구강부는 이와 반대로 좁아지면 올라가기 때문에 전반적으로 많이 상승했다. F_3 은 그림 2에서 목젢부위와 잇몸부분이 좁아지면 올라가는데, 표에서는 전반적으로 33-59 Hz로 상승하고 있다. 모음 /이/에서는 인강 부분이 좁아질수록 F_1 이 서서히 올라가고 F_2 와 F_3 은 감소하고 있다. 특히, 3 cm²일 때는 모음 /에/에 가까운 포먼트 값을 가지게 된다. 모음 /우/에서는 입술 부분의 변화가 별로 없을 때는 거의 선명한 /우/에 가까운 포먼트를 유지하고 있다. 그러나 입술 부분을 변형한 경우에는 3 cm²일 때 모음 /오/에 가까운 정도로 F_1 이 높다. 모음 /에/에서는 세 개의 포먼트가 상당히 떨어져 있어서 모두 /에/음의 포먼트 범주를 벗어나지 못하고 있으나 3 cm²로 많이 변했을 때는 영어의 /에/음에 가까운 정도로 F_1 값이 높아진다. 모음 /에/에서 구강부분을 늘리고 인강 부분을 줄였는데, F_1 은 상승하고, F_2 , F_3 은 감소하고 있다. 이것은 모음 /아/의 경우와 마찬가지로 동일한 변화를 보이고 있다. 입술을 변화시킨 경우에는 el3의 F_1 , F_2 모두가 내려가고 있으며, F_3 에서는 약간 상승하다가 바로 내려가는 경향을 보이고 있다. el4에서는 F_1 이 약간 상승했으나 el5에서 바로 내려간 수치이므로 일시적인 현상으로 여겨진다. 지금까지, 살펴본 자료에 따르면 앞서의 좁힘점 이론에 따라 변화하고 있음을 알 수 있다. 변화폭은 1 cm² 변화에 모음 /아/와 /이/에서는 F_1 이 약 26-66 Hz이고 F_2 는 약 119-133 Hz가 바뀌고, F_3 이 33-78 Hz로 변한다. /우/에서는 F_1 의 변화가 별로 없으며, F_2 , F_3 이 31-49 Hz 범위에서 바뀐다. /에/는 F_2 에서 80 Hz 전후이고 F_1 , F_3 에서는 10-50 Hz로 변화가 많지 않다. 국어 단모음 합성 지각 실험에서 F_1 이 약 150 Hz, F_2 는 300 Hz, F_3 은 800 Hz정도 바뀌어도 동일한 음으로 들린다는 결과(양병곤, 1995)에 따르면 합성된 음의 음질에서는 크게 변화를 기대할 수 없을 것으로 예상된다.

각 모음에 대한 청각적인 인상은 필자와 대학원생 2명이 들어서 판단했으며 세 가지 이상의 파일일 경우에는 서로 비교해가면서 여러 번 들어서 음질을 정확히 파악하기 위해 노력했다. 전반적으로 모음 /아, 에, 우, 이/의 면적값을 변형하지 않은 파일을 합성했을 때는 세 명 모두 선명하게 구분되는 발음으로 들었다. 각각의 모음을 변형했을 때 나타나는 음질을 살펴보면, 먼저, 모음 /아/의 인강 부분을 넓힐수록 음질이 달라져서 3 cm²에서는 완전한 모음 /어/로 들렸다. 2 cm²에서는 모음 /아, 어, 으/의 음이 섞인 듯한 인상을 주었다. 이것은 성도의 면적이 인강과 구강이 거의 비슷한 크기로 변해가기 때문에 이 모양에 해당하는 모음 /어/로 들리게 되는 것 같다. 이와 반대 모양을 하고 있는 모음 /이/에서도 3 cm²에서는 완전한 /에/음의 인상을 주었다. 2 cm²에서는 /이/와 /에/의 중간에 해당하는 음질로 들렸다. /우/에서는 3 cm²이상을 변형하면 마이너스 값이 나와서 2 cm²까지만 변형했는데 2 cm²에서는 /오/의 음질이 약간 들리기 시작했는데 애매한 발음으로 판단하기 어려웠다. 특히, 입술부분을 넓힌 경우에는 3 cm²에서 모음 /오/에 가깝게 들려서 입술의 열림 정도가 모음 /오/와 /우/를 구분하는 단서가 됨을 보여준다. /우/에서도 목젢부분을 넓혀주었을 때는 1-2 cm²에서 선명한 발음이나 3 cm²에서는 /으/에 가까운 음으로 변했다. 대학원 생중 한 학생은 /어/와 /으/를 구분하지 못하기 때문에, 모두 /어/로 들린다고 했는데 지각실험에서 피험자의 방언이 모음의 판단에 영향을 줄 수 있었다. 모음 /에/에서는 면적이 3 cm²일 때 /에/에 가까운 음이 들리나 점점 면적을 늘려도 동일한 음으로 들렸고 입술부분은 5 cm²를 변형해도 동일하게 들렸다. /에/에서는 인강 부분이 좁혀질수록 혀를 인강 쪽으로 보내어 발성할 때 나는, /에/와 다른 독특한 소리가 들렸다. /에/의 입술면적을 변화시켰을 때는 국어의 /외/ 모음에 가깝게 들리나 부산 말에 없는 모음이기 때문에, 대학원생들은 이것을 다른 음으로 구분하지 않았다.

5. 맺음말

지금까지 좁힘점 이론을 살펴보고, 실제 러시아 모음의 성도 단면적을 임의로 좁히거나 넓히는데 따르는 포먼트 값의 변화를 살펴보았다. 좁힘점 이론은 성도의 단면적의 어느 부분을 좁히는가에 따라 모음의 음질이 정해짐을 보이는데, 단순판에서 보았듯이 교점부근이 좁혀지면 해당 포먼트 값이 내려가고, 분산점 부근이 좁혀지면 오히려 올라감을 확인할 수 있었다. 또한, 러시아 모음의 변형된 모양에서 나온 포먼트 값을 이용하여 합성한 음으로 들어보았을 때 원래의 단면적에서 나온 값은 매우 선명한 모음으로 들렸고, 일부 구강영역의 변화에 따라 약간의 음질변화를 보였는데, 모음 /아/에서는 /어/음에 가깝게 바뀌었고, 모음 /이/는 3 cm^2 이상 바뀌었을 때 /에/음으로 들렸다. /우/의 입술부분을 좁혔을 때 /오/로 변했음을 관찰했다. 지각실험은 피험자의 방언이 상당히 판단에 영향을 미치고 있음을 발견할 수 있었다. 특히, 해당 모음이 피험자의 방언에 존재하지 않으면 그와 유사한 음으로 판단하는 경향이 있었다. 지금까지 살펴본 지각실험에 이르기까지의 모든 과정을 응용하면 성도의 소실이나 장애물이 생긴 환자의 재활을 위한 시뮬레이션 연구에 도움이 되리라 여겨진다. 앞으로 국어의 자료를 수집하여 이렇게 성도의 면적을 변형했을 때 어떠한 결과가 나올지 실험해볼 계획이다. 아울러, 성도의 단면적에 대한 국외의 자료가 MRI(자기공명영상) 기술의 발달로 현재 축적되어가고 있는데 이들 자료들은 분석 방법이나 단면의 위치가 동일한 잣대에서 측정되지 않았기 때문에 단순한 비교밖에 할 수 없으나 앞으로 보다 정밀한 외국어 단면적 값들이 나온다면 이것을 이용한 상대적인 언어비교도 해볼 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 양병곤. 1995. "합성한 한국어 단모음의 지각실험 연구." *언어* 20(3), 127-146.
- 양병곤. 1997. "영어 모음 발음의 이론과 실제." *영어교육연구*, 7, 127-137.
- Fant, G. 1970. *Acoustic Theory of Speech Production. (2nd Ed.)* The Hague: Mouton.
- Kent, R. D & C. Read. 1992. *The Acoustic Analysis of Speech*. San Diego, California: Singular Publishing Group, Inc.
- Ladefoged, P. 1975. *A Course in Phonetics*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- Lass, N.. J. 1997. *Principles of Experimental Phonetics*. St. Louis, MI: Mosby-Year Book, Inc.
- Liljencrants, J. and G. Fant. 1975. Computer program for VT-resonance frequency calculation. *STL-QPSR*, 4, 15-21
- von Békésy, G. 1960. *Experiments in Hearing*. New York: McGraw-Hill.
- Yang, B. 1990. *Development of Vowel Normalization Procedures: English and Korean*. Seoul: Hanshin Printing Co.

접수일자 : '98. 2. 25.

게재결정 : '98. 3. 20.

- ▲ 부산광역시 부산진구 가야동 산 24
동의대학교 인문대학 영어영문학과(우 : 614-714)
Tel : (051) 890-1227 (O), 896-7636 (H)
Fax : (051) 890-1209
e-mail : bgyang@hyomin.donggeui.ac.kr