

미국인 아동이 발음한 영어모음의 포먼트 궤적

Formant Trajectories of English Vowels Produced by American Children

양 병 곤¹⁾
Yang, Byunggon

ABSTRACT

Many Korean children have difficulty learning English vowels. The gestures inside the oral and pharyngeal cavities are hard to control when they cannot see the gestures and the target vowel system is quite different from that of Korean. This study attempts to collect children's acoustic data of twelve English vowels published by Hillenbrand et al. (1995) online and to examine the acoustic features of English vowels for phoneticians and English teachers. The author used Praat to obtain the data systematically at six equidistant timepoints over the vowel segment avoiding any obvious errors. Results show inherent acoustic properties for vowels from the children's distribution of vowel duration, f0 and intensity values. Second, children's gestures for each vowel coincide with the regression analysis of all formant values at different timepoints regardless of the vocal fold and tract difference. Third, locus points appear higher than those of American males and females. Their gestures along the timepoints display almost similar patterns. From the results the author concludes that vowel formant trajectories provide useful and important information on dynamic articulatory gestures, which may be applicable to Korean children's education and correction of English vowels. Further studies on the developmental study of vowel formants and pitch values are desirable.

Keywords: English vowels, formant trajectories, American children, dynamic spectral changes

1. 서 론

영어모음은 의사소통 과정에서 단어의 뜻을 구별해 주는 중요한 역할을 한다. 영어모음은 조음기관의 움직임이 대체로 한 음절 내에서 한 가지 모양을 유지하는가, 두 가지 이상으로 달라져 음질의 차이를 보이는가에 따라 단모음과 이중모음으로 나눌 수 있다(Collins와 Mees, 2003; Giegerich, 1993; Ladefoged, 2001; 양병곤, 2010a). 단모음은 혀의 좁힘 위치에 따라 전설모음과 후설모음으로 나눌 수 있고, 이중모음은 전이시작부와 종결부로 나누어 전향 이중모음, 후향 이중모음, 집중 이중모음 등으로 분류할 수 있다. 영어 단모음의 분류와

음향적 특징에 대해서는 Yang(1990, 1996)을 참고하고, 이중모음에 대한 표기 방식과 음질적인 특징에 관해서는 양병곤(2010a)을 참고하기 바란다.

많은 한국인들은 여전히 눈에 보이지 않은 입안 공간의 변화를 보이며 발음되는 영어모음을 제대로 발음하거나 구별하여 듣지 못하는 경향이 있다(양병곤, 2010b). 아동들을 위한 영어발음교육도 입안의 구강과 인강의 변화로 생성되는 영어모음을 쉽게 설명하지 못해 제대로 수행하기 힘들다. 그래서 초등교육으로 갈수록 영어발음을 국어모음으로 나타내어 가르치기도 하지만, 실제 영어와 국어의 모음체계에서 차이를 보이고 있고(Yang, 1990, 1996; 양병곤, 2009a,b), 특히 단순한 지점에서 측정된 값이 아닌 동적인 변화를 포착한 궤적추적에서는 근본적인 음향적인 차이점을 보이고 있음을 알 수 있다(Yang, 2010).

모음의 음향적 특징은 보통 지속시간, 강도, 피치, 포먼트로 측정하며, 이 가운데 지속시간이나 강도, 피치값들은 입 벌림 정도가 상대적으로 큰 개방모음과 폐쇄모음으로 나누어 고유

1) 부산대학교 bgyang@pusan.ac.kr

이 논문은 2010년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2010-327-A00427).

접수일자: 2011년 1월 31일
수정일자: 2011년 3월 03일
게재결정: 2010년 3월 06일

한 차이를 보이고 있으며(양병곤, 2009a,b; Yang, 2010), 포먼트값을 보면 발화자의 조음기관의 움직임을 추정할 수 있다. 예를 들어, 제1포먼트(F1)에서는 입 벌림 정도가 반영되므로 턱의 움직임을 알 수 있고, F2는 혀의 전후 움직임을 나타내는데(Pickett, 1987), 두 개의 포먼트로 나타낸 모음공간은 영어발음교정과 교육에 중요한 정보를 제공해준다. 특히, 동적인 궤적을 통해 입안의 공간 변화를 눈으로 추적해봄으로써, 교사가 학생들의 잘못된 발음을 교정하기 위한 구체적인 입 벌림 동작과 혀의 움직임을 지시하는데 활용할 수 있다. 실제 대학생들이 영어모음을 자연스레 발음한 경우와 4개의 토막으로 나눈 나무젓가락을 필요한 개수만큼 포개어 이로 문 뒤 8개의 전설모음과 후설모음을 발음시킨 경우의 포먼트 값을 분석해 본 결과 자연스런 발음과 비슷한 궤적을 보였고, 긴장 모음쌍을 제대로 구분하지 못하던 남학생들의 경우에는 F1에서 차이를 보임으로써 교정되는 효과를 보이기도 했다(양병곤, 2010c). 이러한 결과는 비록 혀의 움직임까지 통제하긴 힘들지만 우선 입 벌림 정도를 통제하여 영어모음 발음 교정에 활용할 수 있음을 보여주는 좋은 예라고 할 수 있다. 덧붙여, 이중언어 환경 아동이 발음한 모음과 정상아동의 모음 포먼트를 비교하여 어떤 문제점이 있는지 살펴보거나(권미지, 고영옥, 김혜경, 이은정과 정옥란, 2007), 뇌성마비 아동의 모음산출이 정상아동에 비해 어떤 문제점이 있는지 진단하고 이를 치료하여 가는 과정에서 나타나는 명료도의 진전 상황 정도를 포먼트 변화의 분석을 통해 살펴보려는 시도도 있다(심현섭·박지은, 1998). 그 외에도 음향적 측정을 통해 영어모음의 지속시간이나 피치의 변화에서 원어민의 발음과 우리말 발음이 구체적으로 어떤 점에서 차이가 나는 지에 대한 근본적인 원인을 찾는 데 도움이 될 수 있을 것이다.

일상생활에서 사람들은 화자간 또는 화자내의 다양한 음성 차이에도 불구하고 쉽게 의사소통을 행한다. 이러한 화자간의 차이는 방언이나 사회언어학적인 차이가 반영되는 언어적 요소와 화자의 신체구조, 나이, 성별, 정서 상태 등과 같은 비언어적 요소들에 영향을 받는다(Traunmueller, 1988). 신체구조상의 차이로 성대의 크기는 음원인 피치에 영향을 미치게 되는데, Eguchi와 Hirsh(1969)는 3~6세 사이에 피치값이 갑자기 떨어지고, 13세까지 서서히 내려가다가 이 때 소녀들은 성인여성의 피치에 도달하고, 소년들은 좀 더 내려가서 성인남성의 수준에 도달한다고 한다. 피치값은 성대의 길이와 무게와 반비례하는데, Negus(1949)의 성대길이 측정값은 탄생 시 3 mm, 1세에 5.5 mm, 5세에 7.5 mm, 6.5세에 8 mm, 15세에 9.5 mm, 성인 여성은 12.5~17 mm이고 성인 남성은 17~23 mm라고 보고했는데, 사람이 성장하면서 음성의 피치값이 서서히 떨어지는 현상을 근본적으로 설명해 준다. 물론 윤상갑상근을 수축해서 피열연골을 뒤로 젖혀 성대를 팽팽하게 늘림으로서 성대의 긴장도를 높이거나 성문하압을 강화시켜 빠른 성대의 진동

을 일으키게 되면 변화범위가 달라지게 된다. Boothroyd(1986)에 따르면 아동에서는 피치값의 변화가 180~500 Hz까지 나타나며, 성인여성에서는 140~400 Hz, 성인남성에서는 70~200 Hz의 변화 범위를 보인다고 한다. 서로 다른 신체구조를 가진 한국인과 미국인의 모음의 음향적 특징을 조사한 Yang(1990)의 연구에서는 한국인 남성은 168 Hz의 평균 피치를 보인데 비해 미국인 남성은 130 Hz를 나타냈다. 한국인 여성과 미국인 여성의 평균 피치는 각각 268 Hz와 208 Hz로 나타났다. 상대적으로 신체가 작은 한국인은 성대도 작아서 피치값이 높게 나타난 것으로 추정된다.

아동의 포먼트에 대한 분석연구는 Peterson & Barney(1952)로부터 Hillenbrand, Getty, Clark & Wheeler(1995) 등까지 일부 발표 되었으나, 높은 피치로 포먼트에 대한 정의가 뚜렷하지 않고, 포먼트 궤적은 피치의 배음구조와 겹쳐지는 경향을 보여 두 개의 배음 사이로 포먼트가 이동하는 경우에는 측정값에 어려움이 예상되어 국내외의 연구가 모두 부족한 편이다. 또한, 기존연구들도 주로 화자가 목표한 모음에 도달했다고 추정하는 안정적인 지점 한 곳에서만 측정했고, 안정적인 지점도 실제 이완모음과 같은 경우에는 처음부터 끝까지 이중모음처럼 변하는 경우도 나타나기 때문에 일관성 있게 구했다고 말하기가 어렵다. 특히, 따라오는 자음을 어떤 것으로 하는가에 따라 공동조음의 효과에 의한 추이(transition, Liberman & Mattingly, 1985) 부분의 변화가 많아질 수도 있다(Hillenbrand, Clark & Nearey, 2001). 기존 연구에서 많이 사용했던 자음 /d/의 경우에도 지향점(locus; cf. Delattre, Liberman & Cooper, 1955)에 해당하는 주파수(1800 Hz)가 나이와 성별에 따라 차이를 보이기 때문에 안정된 모음구간으로 선정한 지점이 이런 추이에 근접할수록 결과값은 영향을 많이 받게 된다. 덧붙여, 모음의 포먼트를 이용한 지각실험을 통해 비록 시작점과 끝점의 추이 부분에도 중요한 정보가 들어있지만(Jenkins, Strange & Edman, 1983), Jenkins, Strange & Miranda(1994)는 짧은 구간에서 모든 정보를 확인하기 힘들기 때문에 여러 개의 목표 모음을 조사해야함을 지적했고, 이것을 확장하여 Watson & Harrington(1999)은 전체적인 동적인 포먼트 궤적을 조사하는 것을 제안하였다. 실제 Yang(1990, 1996, 2010)과 양병곤(2009a,b)의 연구에서 보면 모음 공간에서 각각의 모음동작이 시간이 경과함에 따라 다양하게 변화하고 있음을 확인할 수 있고, 이런 모음의 음향적 특성은 여러 개의 상대적인 지점에서 측정하여 살펴보는 것이 중요함을 알 수 있다.

이 연구는 미국인 아동들이 발음한 영어모음의 음향적 특징을 규명하기 위해 모음구간을 균등하게 분할하여 여러 개의 상대적인 측정지점에서 구한 포먼트 변화 궤적의 탐색에 중점을 두고자 한다. 연구의 결과는 아동들이 발음한 영어모음의 음향적 특성을 살펴보려는 음성학자나, 영어교육자가 원어민과 한국인 학습자의 비교를 통해 서로 구별되는 모음발음 지

도에 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 방법

이 논문에 사용된 음성자료는 Hillenbrand 등(1995)이 인터넷에 공개해 둔 미국인 아동의 발음인 kid.zip파일을 사용했다 (<http://homepages.wmich.edu/~hillenbr/voweldata.html>). 논문 자료에 대한 일반적인 설명과 자료수집 방법은 양병곤(2009a,b)에 이미 서술되어 있기 때문에 이 논문에서는 미국인 아동에 관련된 부분만을 설명한다.

2.1 피험자와 녹음자료

Hillenbrand 등(1995)은 주로 미시간 지역의 남동부와 남서부 지역과 인근 지역 출신의 10~12세 아동을 대상으로 방언을 어느 정도 통제하여 녹음한 45명의 자료를 인터넷에 게시했다. 그들은 소년들과 소녀들이 /hVd/ 환경에서 세 번씩 읽은 자료('heed, hid, hayed, head, had, hod, hawed, hoed, hood, who'd, hud, heard') 가운데 지각시험 결과 목표 모음이 다른 것으로 판정된 일부를 제외하고, 한 개씩 인터넷에 게시했다. 녹음은 7.2 kHz 이하의 저주파수 영역통과 필터를 사용하여 12비트의 진폭해상도에 16 kHz의 표본속도로 컴퓨터에 저장한 것이다. 이렇게 녹음된 12개의 영어모음은 /i, ɪ, ε, æ, u, ʊ, ɔ, ʌ, a, eɪ, əɪ, oʊ/이며, 이 논문에서는 전설모음과 후설모음, 이중모음의 세 집단으로 나누어 분석하고 논의하기로 한다. 이 논문에서는 그 당시 20명의 대학(원)생들이 지각한 결과 (<http://homepages.wmich.edu/~hillenbr/voweldata/iddata.dat>)에 제시된 다른 목표 모음으로 판정한 비율이 50%이하에 해당하거나 F3값이 뚜렷하게 나타나지 않은 소년 10명(b01, b03, b04, b07, b12, b15, b16, b19, b22, b26)과 소녀 8명(g02, g05, g07, g11, g14, g18, g19, g21)을 제외하고, 최종적으로는 16명의 소년들과 11명의 소녀들을 포함한 27명 아동들의 발음자료를 분석했다. 이렇게 걸러낸 이유는 목표 모음이 뚜렷하지 않거나 측정상의 문제를 보이는 대상자의 자료를 포함할 경우 발생하는 집단별 평균추정에 미칠 오류를 줄이기 위한 것이다.

2.2 음향분석

음향분석 과정은 프라트(version 5.1.07)로 포먼트의 정의에 충실히 따르고(양병곤 2008a), 양병곤(2009a)에 제시된 분석용 스크립트를 활용하여 구했다. 먼저 폴더자료 읽기 스크립트로 음성파일을 모두 개체창에 불러온 다음, 개체창의 음성분석 스크립트를 이용하여 선택된 음성을 재생하고, 편집창에 열어서 연구자가 지정한 구간의 지속시간과, 이 구간을 5등분하여 강도, 피치, 세 개의 포먼트를 구했다. 이 과정에서 편집창에 열려진 정보창의 분석 결과와 실제 스펙트로그램 위의 포먼트 추정

궤적을 함께 보며 잘못된 값들은 수정하여 저장했다. 포먼트값을 구하는 기본 설정은 5000 Hz범위에서 4.5개를 기본으로 하고, 피치가 높고 포먼트 개수를 4개나 5개로 조정했을 때 스펙트로그램의 에너지가 집중된 검은 띠의 궤적 중심부에 더 가깝게 나타나는 것을 최종 측정값으로 선택했다. 아동들의 포먼트는 성도의 길이가 성인들에 비해 짧기 때문에 포먼트 설정의 제한된 범위 내에서 더 적은 수의 포먼트가 나타난다. Chiba와 Kajiyama(1941)에 따르면 남성의 성도의 길이를 1로 기준을 두면, 여성의 성도는 0.87, 9세 소년은 0.8, 8세 소녀는 0.7의 비율로 추정했다. 그들은 또한 8세 소녀의 구강 길이는 남성에 비해 30% 짧고, 인강 길이는 56% 짧아서 구강과 인강의 비율에서도 차이가 있음을 지적했다. 이런 자료를 근거로 보면 소년들의 포먼트 갯수 설정은 성인여성의 기준에 따르거나 더 적은 수를 택해야 하고, 소녀에 대한 설정은 이보다 적은 수로 하는 것이 옳을 것으로 여겨진다. 이렇게 측정한 값들은 마이크로소프트 엑셀로 모음별, 집단별로 정렬한 다음 그래프를 그려서 소년들과 소녀들 집단의 평균과 표준편차에서 눈에 띄게 벗어난 경우에는 음성파일을 다시 불러와 재검토하는 과정을 거쳤다. 재검토에서는 두 개 이상의 포먼트가 서로 겹쳐져 하나로 나타나는 경우에는 포먼트 설정의 분석 갯수를 6 또는 7을 주어 분리한 다음, 프라트의 Formant listing을 이용해 정보창에 나타내어 자료를 수정했다. 피치값에서도 아주 적은 경우이지만, 피치반 값 에러(pitch halving error)로 인해 실제 f0값의 반으로 처리된 값들이 포함되어 있어서 이를 수정하였다(양병곤, 2009a, 그림 3 참고). 이렇게 수집한 포먼트, 피치, 강도값의 자료로 9720개(27명의 화자 x 12개 모음 x 5개 측정값 x 6개 측정 지점)와 324개 모음에 대한 지속시간을 구했다.

3. 결과 분석 및 논의

3.1 소년들이 발음한 영어모음별 f0와 포먼트값

<표 1>은 16명의 소년들이 발음한 전설모음의 각 측정지점별 f0와 포먼트값의 분포를 보여준다.

<표 1>에서 보면 f0값은 전설고모음에서 저모음으로 갈수록 낮아지는 경향을 보이고 있고, 각 측정지점별로도 대체로 하강하는 모양을 보이고 있으며, 시작점에서 끝점까지 평균 6 Hz의 변화를 보였는데, /i/에서 가장 작은 4 Hz 하강했고, /e/에서 가장 많은 9 Hz 하강했다. 아동들의 집단별 f0값의 비교는 3.3절에서 자세히 논의하기로 한다. 포먼트값에서는 입 벌림 정도를 반영하는 F1값에서 전설고모음 /i/에서는 1 Hz 작아졌고 이완모음 /ɪ/와 전설저모음 /æ/에서는 각각 20 Hz, 45 Hz가 상승했다. 전설모음의 측정 시작점을 중심으로 나눠보면 입 벌림 정도를 반영하는 F1값에서 전설고모음 /i, ɪ/에서는 뚜렷한 차이를 보이고 있는데, 전설저모음 쌍인 /e, æ/에서는 1~2지점까지는 위치가 뒤바뀌어 있다가 3지점부터 바르게 나

타나는 경향을 보였다. 이러한 모양은 3.5절의 F1과 F2로 나타난 모음공간에서 자세히 살펴보기로 한다.

표 1. 소년들이 발음한 전설모음의 측정지점별 평균 f0와 포먼트값

Table 1. Average f0 and formant values at measurement points of front vowels produced by boys

vowels	points	f0	F1	F2	F3
i	1	247	466	2948	3473
	2	245	458	2972	3489
	3	244	459	2984	3492
	4	243	456	3000	3500
	5	243	455	2965	3462
	6	244	465	2867	3473
ɪ	1	241	504	2465	3241
	2	237	512	2433	3216
	3	237	528	2391	3213
	4	235	545	2337	3202
	5	234	549	2319	3206
	6	233	524	2309	3262
ɛ	1	235	731	2186	3156
	2	229	754	2179	3141
	3	228	763	2178	3150
	4	227	750	2182	3184
	5	227	717	2192	3215
	6	226	656	2223	3271
æ	1	227	717	2433	3216
	2	222	727	2408	3141
	3	221	764	2325	3078
	4	222	837	2155	3011
	5	222	869	2050	3010
	6	222	761	2081	3151

혀의 움직임에 반영하는 F2값은 대체로 시작점이 끝점보다 높은 값으로 /æ/에서 가장 큰 352 Hz의 차이를 보였는데 /ɛ/는 반대로 37 Hz 낮은 값을 보였다. F3의 시작점과 끝점을 보면 /i/에서는 변화가 없었고, /ɛ/에서 116 Hz나 상승하는 모양을 보였다.

<표 2>는 소년들이 발음한 다섯 개의 후설모음에 대한 각 측정지점별 f0와 포먼트값의 분포를 보여준다.

<표 2>에서 보면 전설모음에서와 같이 f0가 하강하는 모양을 보였고, 평균 8 Hz의 변화를 보였는데, 가장 작은 4 Hz의 차이를 보인 /ɔ/에서부터 가장 큰 차이를 보인 /ʊ, ʌ/의 11 Hz의 분포를 보였다. F1값을 측정지점별로 보면 대체로 하강하는 모양을 보였는데 /a/가 가장 큰 185 Hz 하강했고, /ʊ/는 13 Hz 상승하는 모양을 보였다. F2에서는 모든 포먼트값이 상승하는 모양을 보였고 평균적으로는 501 Hz의 차이를 보였는데, 이는 치경음인 /d/쪽을 향한 긴 조음동작에서 발생한 것으로 여겨진다. F3도 후설모음 /u/의 24 Hz 하강을 제외하고는

모두 상승하는 모양을 보였고 가장 큰 상승은 /a/가 254 Hz로 나타났다.

표 2. 소년들이 발음한 후설모음의 측정지점별 평균 f0와 포먼트값

Table 2. Average f0 and formant values at measurement points of back vowels produced by boys

vowels	points	f0	F1	F2	F3
u	1	245	482	1300	2924
	2	241	475	1231	2902
	3	240	474	1212	2901
	4	239	472	1167	2882
	5	238	474	1188	2889
	6	237	474	1473	2899
ʊ	1	238	541	1357	2937
	2	234	561	1407	2932
	3	234	575	1480	2943
	4	232	582	1598	2938
	5	230	584	1763	2945
	6	228	554	1966	3006
ʌ	1	232	704	1402	3057
	2	228	722	1428	3022
	3	226	715	1498	3012
	4	225	702	1608	3004
	5	225	669	1769	3031
	6	224	613	1963	3111
ɔ	1	229	772	1188	2829
	2	225	797	1194	2828
	3	224	810	1228	2837
	4	225	820	1334	2838
	5	226	821	1558	2862
	6	225	696	1914	3007
a	1	232	950	1582	2812
	2	228	968	1579	2798
	3	225	969	1583	2794
	4	223	954	1624	2788
	5	222	916	1752	2829
	6	222	765	2018	3066

<표 3>은 소년들이 발음한 이중모음에 대한 각 측정지점별 f0와 포먼트값의 분포를 나타낸다.

이중모음의 포먼트값을 보이는 <표 3>에서 f0값은 하강하는 모양을 보이고, 평균 7 Hz의 변화를 보였는데, /æɪ/의 변화량이 12 Hz로 가장 많다. /eɪ/의 경우는 4번째 부분이 살짝 내려갔다가 상승하는 독특한 모양을 보이고 있다. F1에서는 평균 110 Hz가 하강했고, F2와 F3에서는 모두 상승하는 모양을 보였으며 각각 평균 185 Hz, 39 Hz의 차이를 보였다. /oʊ/가 F1에서 가장 많은 144 Hz의 변화를 보였고, F2에서는 /æɪ/가 가장 많은 210 Hz의 상승을 보였으며, F3에서는 /eɪ/가 55 Hz의 다소 미미한 상승을 기록했다.

표 3. 소년들이 발음한 이중모음의 측정지점별 평균 f0와 포먼트값

Table 3. Average f0 and formant values at measurement points of diphthongs produced by boys

diphthongs	points	f0	F1	F2	F3
eɪ	1	237	579	2518	3226
	2	232	550	2571	3182
	3	231	517	2634	3195
	4	229	493	2674	3163
	5	230	479	2717	3179
	6	232	478	2717	3280
əɪ	1	238	577	1570	2068
	2	236	573	1608	2055
	3	235	562	1615	2035
	4	232	553	1635	2025
	5	229	533	1685	2061
	6	227	491	1780	2111
oʊ	1	236	630	1146	2878
	2	234	602	1086	2866
	3	234	574	1063	2894
	4	233	546	1038	2906
	5	232	510	1061	2923
	6	230	486	1291	2896

3.2 소녀들이 발음한 영어모음별 f0와 포먼트값

<표 4>는 소녀들이 발음한 영어전설모음의 측정지점별 f0와 포먼트값의 평균을 보여준다.

소녀들이 발음한 영어전설모음의 f0값의 변화는 시작점에서 3-4지점까지 급히 하강했다가 끝점에서 살짝 올라가는 모양을 보이고 있다. 소년들에서는 대체로 비스듬히 일직선으로 내려가고 끝자락에서 아주 작은 상승을 보이는 경향을 보이지만, 소녀들은 상대적으로 많이 올라가는 특징을 보이고 있다. 원래 소녀들의 f0값이 높기 때문이기도 하지만, 시작점과 끝점간의 차이값은 평균 22 Hz로 소년들의 변화량에 비해 거의 4배에 달한다. 이렇게 끝점을 많이 올리는 것이 남녀의 고유한 성별차이인지는 앞으로 더 연구해볼 필요가 있다. F1에서는 전설고모음 /i, ɪ/에서 40 Hz 정도 상승하는 모양을 보인데 비해 /e/에서는 100 Hz나 하강하는 모양을 보였다. /æ/에서는 4 Hz로 거의 수평선에 가깝다. F2에서는 평균 158 Hz의 변화를 보였는데 주로 /æ/에서 320 Hz나 하강했고, 이완모음 /ɪ/의 193 Hz에 이어 /e/에서는 4 Hz로 거의 변화가 없다. F3에서는 평균 35 Hz의 변화를 보였는데, /i/가 가장 큰 98 Hz의 하강을 보였고, /e/는 18 Hz 상승하는 정도에 그쳤다.

표 4. 소녀들이 발음한 영어 전설모음의 측정지점별 평균 f0와 포먼트값

Table 4. Average f0 and formant values at measurement points of English front vowels produced by girls

vowels	points	f0	F1	F2	F3
i	1	275	446	3148	3819
	2	265	470	3184	3845
	3	256	476	3183	3824
	4	251	471	3178	3814
	5	250	474	3165	3763
	6	253	484	3032	3721
ɪ	1	261	529	2642	3522
	2	247	525	2601	3510
	3	241	555	2584	3522
	4	237	580	2539	3510
	5	235	592	2503	3508
	6	236	569	2449	3520
e	1	253	771	2369	3478
	2	240	781	2370	3450
	3	234	761	2352	3448
	4	231	747	2353	3459
	5	231	743	2333	3429
	6	233	671	2365	3496
æ	1	253	784	2526	3406
	2	238	804	2491	3317
	3	233	853	2405	3273
	4	230	915	2210	3220
	5	230	912	2089	3231
	6	234	788	2206	3349

<표 5>는 소녀들이 발음한 영어후설모음의 측정지점별 f0와 포먼트값의 평균을 보여준다.

소녀들이 발음한 영어후설모음에서 측정한 값에서 f0값은 평균 15 Hz의 하강하는 모양을 보이고 있으며 이들이 발음한 영어 전설모음에 비해 다소 낮은 분포를 보였다. 가장 많은 하강값을 보인 것은 /ʌ/의 21 Hz이다. F1에서는 평균 66 Hz의 하강값을 보였는데, /ʌ/가 가장 높은 127 Hz를 보였고 이어서 /ɔ/의 77 Hz가 있다. F2값은 평균 482 Hz의 상승하는 모양을 보였는데, /ɔ/는 무려 691 Hz를 보였다. F3값은 평균 85 Hz의 상승하는 모양을 보였는데, /ʌ/가 185 Hz로 가장 크고, /u/는 42 Hz의 하강하는 모양을 보였다.

표 5. 소녀들이 발음한 영어후설모음의 측정지점별 평균 f0와 포먼트값

Table 5. Average f0 and formant values at measurement points of English back vowels produced by girls

vowels	points	f0	F1	F2	F3
u	1	266	519	1700	3044
	2	260	514	1650	3022
	3	256	508	1597	3024
	4	254	499	1510	2981
	5	256	502	1534	3009
	6	261	511	1772	3002
ʊ	1	264	578	1543	3141
	2	254	598	1580	3128
	3	249	621	1666	3139
	4	246	644	1792	3157
	5	245	639	1993	3206
	6	247	578	2193	3296
ʌ	1	256	787	1587	3205
	2	243	797	1598	3186
	3	237	792	1657	3194
	4	234	779	1772	3193
	5	234	740	1955	3187
	6	235	660	2145	3285
ɔ	1	257	852	1346	3178
	2	246	869	1375	3176
	3	240	879	1405	3148
	4	237	904	1462	3130
	5	237	892	1651	3102
	6	243	774	2037	3224
ɑ	1	250	958	1659	3086
	2	240	972	1667	3065
	3	233	993	1685	3058
	4	230	991	1739	3049
	5	229	950	1864	3080
	6	234	839	2095	3271

<표 6>은 소녀들이 발음한 영어이중모음의 측정지점별 포먼트값의 평균을 보여준다.

이중모음의 시작점과 끝점의 f0값에서는 평균 11 Hz 하강하는 모양을 보였고 세 이중모음의 차이는 미미하며, 가장 낮은 지점과 높은 지점의 차이는 20 Hz가 된다. F1값에서는 평균 93 Hz 하강하는 모양을 보였는데, /oʊ/가 가장 큰 변화폭인 141 Hz를 기록했다. F2값에서는 모두 상승하는 모양을 나타냈고, 평균 171 Hz로 /əɪ/가 261 Hz로 가장 높다. F3값은 /oʊ/가 하강하는 모양을 보였고, /əɪ/는 123 Hz 상승하는 모양을 나타냈다.

표 6. 소녀들이 발음한 이중모음의 측정지점별 평균 f0와 포먼트값

Table 6. Average f0 and formant values at measurement points of diphthongs produced by girls

diphthongs	points	f0	F1	F2	F3
eɪ	1	259	587	2665	3436
	2	248	564	2732	3397
	3	242	529	2750	3373
	4	238	506	2812	3409
	5	239	498	2861	3415
	6	247	510	2865	3442
əɪ	1	260	616	1692	2234
	2	250	623	1685	2220
	3	245	618	1692	2180
	4	243	601	1738	2203
	5	244	589	1803	2249
	6	250	555	1953	2357
oʊ	1	260	655	1300	3095
	2	249	632	1233	3074
	3	244	596	1170	3095
	4	240	563	1122	3099
	5	242	533	1138	3096
	6	247	514	1352	3026

3.3 모음별 평균 지속시간, f0와 강도값

이 논문에서 다룬 이중모음과 집중모음을 포함한 12개의 모음의 시작점과 끝점 사이의 평균 지속시간을 오름차순으로 정리하면 <표 7>과 같다.

<표 7>에서 보면 소년들의 영어모음지속시간의 총평균은 261 ms이고 소녀들의 평균은 288 ms로 소녀들이 27 ms 정도 더 길게 발음했음을 알 수 있다. 가장 짧게 발음한 두 개의 모음은 소년들과 소녀들에서는 모음 /ɛ/와 /ʌ/이며 가장 길게 발음한 두 개의 모음은 개방모음인 /æ/와 /ɔ/인데 서로 순위가 교차되어 있다. 이러한 결과는 양병곤(2009a,b)의 미국인 남성과 여성이 발음한 모음의 지속시간에 나타난 개방모음의 결과와 일치한다. 짧게 발음한 모음은 /ɛ, ʌ, ʊ, ɪ/의 순서인데, 이들 모음은 조음기관의 움직임이 적거나 이완모음에 해당하며, 양병곤(2009a,b)의 <표 3>에 제시된 순서와 거의 일치한다. 이러한 결과는 모음의 지속시간이 조음동작의 크기와 관련이 있음을 보여주고 모음마다 고유한 지속시간의 특성이 반영되어 있다고 말할 수 있다.

표 7. 소년들과 소녀들의 모음발음 지속시간
 평균값 정렬(단위: ms). bdur의 b는 소년들을 나타내고,
 gdur의 g는 소녀들을 나타냄.

Figure 7. Average vowel durations in ms of boys and girls sorted. b in bdur indicates boys while g in gdur does girls.

vowels	bdur	vowels	gdur
ε	206	Λ	231
Λ	213	ε	237
ɔ	216	ɔ	253
ɪ	221	ɪ	256
u	258	u	287
i	275	ɑ	300
oɔ	281	ər	301
eɪ	290	oɔ	306
ɑ	290	i	311
ər	293	eɪ	318
ɔ	295	æ	322
æ	296	ɔ	330
평균	261	평균	288

이중모음인 /eɪ, əɾ, oɔ/를 제외한 단모음의 지속시간의 총 평균은 소년들에서는 252 ms이고 소녀들에서는 281 ms이며 세 이중모음의 총평균은 288 ms와 308 ms로 대체적으로 일부 단모음에 비해 이중모음이 길게 발음했다고 할 수 있으나 실제 이중모음을 단모음과 함께 정렬한 표에서 살펴보면 가장 긴 지속시간으로 나타나지는 않았다. 이러한 결과는 양병곤 (2010a)의 연구에서 나온 이중모음의 지속시간의 평균값을 남성과 여성의 모음에 포함하여 정렬하더라도 단모음보다 길게 나타나지 않는다. 이는 미국인들이 이중모음의 발음을 단모음과 비슷한 길이로 음절핵에 강세를 주어 한숨에 발음했다는 점을 시사한다. 영어발음 수준이 낮은 한국인의 이중모음 발음의 예로 /eɪ/를 두 개의 다른 모음인 ‘에이’의 결합으로 강하게 발음하는 경향이 있는데 단모음의 발음에 해당할 정도로 음절핵 부분은 강하지만, 전이음부는 아주 약하고 짧게 연이어 발음하도록 교육할 필요가 있다. 또한 이중모음 /oɔ/는 따라오는 전이음부를 제대로 발음하지 않고 단모음만 발음하여 문제가 되기도 한다(양병곤, 2008b). 덧붙여, 표에는 나타나 있지 않지만, 소년들의 각 모음에 대한 지속시간의 표준편차는 평균 44 ms를 나타냈고, 소녀들의 평균값은 46 ms로 나타났는데, 이는 상대적으로 긴 소녀들의 발음에서 약간 더 긴 편차를 보였음을 알 수 있다. 가장 적은 편차를 보인 모음은 소년들에서는 /ɑ/로 33 ms이었고, 소녀들에서는 /Λ/의 34 ms를 보였다. 가장 많은 표준편차를 보인 모음은 소년들에서는 이중모음 /eɪ/가 55 ms를, 소녀들에서는 /ɪ/가 62 ms를 보였다.

긴장이완 모음쌍에 대한 지속시간의 비율을 살펴보면, 전설 긴장모음에 해당하는 /i-ɪ, u-ʊ/는 소년들에서는 이완모음에

비해 각각 1.247배와 1.193배로 나타났고, 소녀들에서는 1.218배와 1.135배로 나타나 상대적으로 긴장모음이 이완모음에 비해 길게 발음되었음을 알 수 있다. 이러한 결과는 미국인 남녀화자들의 긴장이완모음의 연구결과와 대체로 일치한다 (Yang, 2010).

<표 8>은 모든 모음구간의 양쪽 가장자리 10 ms를 피하고 6개의 지점에서 구한 피치와 강도의 평균값을 낮은 순부터 차례로 정렬했다.

표 8. 소년들과 소녀들의 모음 발음의 평균 피치(Hz)와 강도값(dB) 정렬. bf0와 bdB의 b는 소년을 나타내고, gf0와 gdB의 g는 소녀를 나타냄.

Table 8. Average f0 in Hz and intensity values in dB of vowels of boys and girls sorted. b in bf0 and bdB indicates boys while g in gf0 and gdB does girls.

vowels	bf0	vowels	gf0	vowels	bdB	vowels	gdB
æ	223	ɑ	236	ɑ	81	ɑ	80
ɑ	225	æ	236	æ	82	æ	81
ɔ	225	ε	237	ɔ	83	ɔ	82
Λ	227	Λ	240	ε	83	Λ	83
ε	229	ɪ	243	Λ	83	ε	83
eɪ	232	ɔ	244	eɪ	84	oɔ	84
ər	233	eɪ	246	i	84	ər	84
ɔ	233	oɔ	247	oɔ	84	ɪ	84
oɔ	233	ər	249	ər	85	i	85
ɪ	236	ɔ	251	ɪ	85	ɔ	85
u	240	i	258	ɔ	85	eɪ	85
i	244	u	259	u	86	u	85
평균	232	평균	245	평균	84	평균	83

<표 8>에서 보면 소년들과 소녀들의 이중모음을 포함한 모음의 피치의 평균값은 각각 232 Hz와 245 Hz로 약 13 Hz의 차이를 보이고 있다. 가장 낮은 피치값을 보인 모음은 소년들에게서는 /æ/의 223 Hz이고 바로 다음이 /ɑ/이며, 가장 높은 피치값을 보인 모음은 /i/의 244 Hz이고 바로 다음이 /u/인데, 소녀들은 이 순서가 뒤바뀌어 있다. 실제 /æ, ɑ/ 두 모음의 피치값의 차이는 소년들에서는 3 Hz에 불과하고 소녀에서는 같게 나타나서 차이라고 할 수 없고, 이는 /i, u/의 차이에도 같은 경향을 보인다. 대체로 고모음이 다소 높은 피치값을 보이고, 저모음은 낮은 피치값을 보였는데, 이러한 결과는 고모음을 발음할 때 성대의 주변 근육이 당겨져 다소 높은 f0값을 보인 것으로 추정된다. 이중모음을 제외하고 평균을 내더라도 거의 1 Hz 범위의 차이밖에 보이지 않았다. 흥미로운 것은 고모음 /u/를 기준으로 볼 때 소년들과 소녀들에서는 19 Hz의 작은 차이를 보이다가, 자라서 성인이 되면, 104 Hz의 차이로 거의 다섯 배 이상 차이를 보였음을 알 수 있다(양병곤,

2009a,b). 앞으로 여러 나이층의 피험자를 대상으로 한 연구나 발달적 관점에서 소수의 피험자를 대상으로 다년간에 걸쳐 성대의 길이 측정을 포함하여 음향적 피치측정을 통해 음성의 변화 과정을 살펴보는 연구가 필요하다.

강도값에서도 두 집단의 차이가 1 dB 정도밖에 나지 않으며 가장 낮은 강도를 보인 순서가 /a, æ, ɔ/로 일치하며, 가장 높은 강도를 보인 모음은 /u/였다. 비록 소년들과 소녀들의 강도값의 최솟값과 최댓값이 3 dB차이로 작지만, f0값의 분포와 마찬가지로 고모음은 다소 높고, 저모음은 낮은 분포를 보여 주고 있다. 일반적으로 고모음은 입 벌림이 적어서 울림도가 저모음에 비해 낮은 것으로 예상되는데, 이와는 반대의 결과를 보이고 있다. 이는 아동들이 고모음 발음을 또렷히 하기 위해 f0를 높여 발음노력을 강화하여 음절의 강도가 높아진 것도 하나의 원인이 될 것이다. 전체적인 강도값의 차이는 두 집단 모두 3~4 dB에 불과하고, 이중모음을 제외하면 전혀 차이가 나타나지 않는다. 지금까지 살펴본 아동들의 지속시간, f0와 강도의 분포를 살펴보면 비록 Hillenbrand 등(1995)이 각 단어별로 최댓값을 기준으로 음의 강도를 조정했지만, 어느 정도 고유의 음향값들이 존재하고 있다고 말할 수 있다. 이러한 차이는 결국 한국인의 외국인 말투에 영향을 미치지 않을까 생각되며 앞으로 더 많은 연구가 필요하다고 생각한다.

3.4 미국인 아동들의 포먼트 궤적 논의

이 절에서는 3.2절에 제시한 표를 시각적으로 나타내어 미국인 아동들이 발음한 영어단모음과 이중모음의 포먼트 측정 지점별 궤적을 살펴보기로 한다. 한 그림에 너무 많은 정보가 들어가면 살펴보기에 어려움이 있으므로 전설모음, 후설모음에 이어 이중모음 군으로 나눠 살펴본다. 먼저 <그림 1>은 남녀 아동들이 발음한 전설모음의 포먼트 궤적을 보여준다.

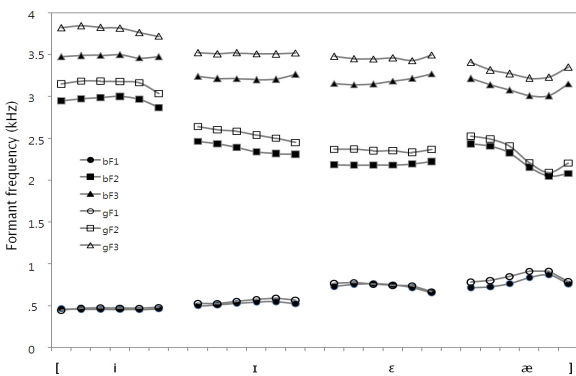


그림 1. 전설모음의 포먼트 궤적. bf1은 소년들이 발음한 전설모음의 F1 평균값을 나타내고, gf1은 소녀의 해당값을 나타낸다.

Figure 1. Formant trajectories of front vowels. bf1 indicates the average F1 value of front vowels produced by boys while gf1 does that produced by girls.

<그림 1>에서 보면 영어전설모음은 전체적으로 F1과 F2에 의해 구분될 수 있으며, F3에서도 다소 차이가 난다. 전체적으로 소녀들의 포먼트값이 모두 높게 나타났으며, 성별 차이는 F1에서 적고 F2, F3으로 갈수록 크게 나타나며 대체적인 궤적의 움직임은 모양은 거의 유사하다. 흥미로운 것은 미국인 남성과 여성의 포먼트 궤적도 이와 유사하게 나타난다는 점이다(양병곤, 2009a,b). 특히, /æ/모음은 성인과 아동들의 포먼트 궤적에서 눈에 띄게 비슷하게 나타났다. 궤적의 진행 방향은 F1에서는 상승하는 모양을 보이나 전설고모음 /i/를 제외하고는 끝자락이 떨어지는 모양을 보이고 있으며, F2에서도 하강하는 모양이나 전설고모음 /i/는 4번 지점까지 상승했다가 하강하고 이는 /æ/ 모음의 모양과 반대 방향이다. 이러한 F2의 모양은 따라오는 자음인 /d/를 향한 지향점 때문에 생긴 것으로 추정된다. 전설모음 /i/에서 /æ/로 갈수록 포먼트값이 높아지는데, 이러한 분포는 영어모음에 대한 기존의 연구자료(Peterson과 Barney, 1952; Hillenbrand 등, 1995; Yang, 1990, 1996, 2010; Ladefoged, 2001; 양병곤, 2009a,b)와 일치하는 경향을 보이고 있다.

<그림 2>는 남녀 아동들이 발음한 후설모음의 포먼트 궤적을 보여준다.

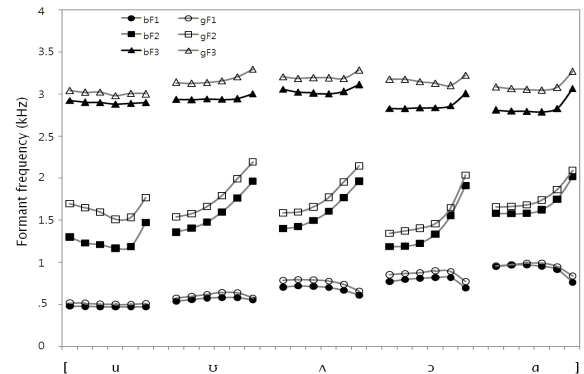


그림 2. 후설모음의 포먼트 궤적
Figure 2. Formant trajectories of back vowels

앞서 살펴본 <그림 1>에서와 같이 <그림 2>의 영어 후설모음에서도 남녀 아동들의 포먼트 값의 차이가 낮은 주파수에서는 적고, 높은 주파수로 갈수록 많아짐을 보여준다. 영어 후설모음에서도 F1과 F2로 구분이 거의 되며, F3에서는 후설고모음 /u/에서 남녀차가 다소 적은 반면, 나머지 모음들에서는 좀 더 많은 차이를 보였는데, 앞 절의 포먼트 측정과정에 대한 설명에서 지적한 것처럼 F3값이 애매한 경우에 추정값을 구한 것 때문에 발생한 오차일 수도 있을 것으로 여겨진다. 기본적으로 동일한 간격의 남녀 간의 차이를 보이는 것이 옳은지는 개별 추정값들의 관계를 조사하여 얼마의 비율로 할 것인지 연구해 볼 수도 있다. F2에서 특별히 따라오는 /d/를 향한 동작이 다소 급격한 것은 기존의 남성과 여성의 포먼트 자료에서도 나타난 것과 같이 후설모음에서 전설의 위치에 가까

운 /d/로의 이동이 전설모음에 비해 상대적으로 많이 일어나기 때문으로 추정된다.

<그림 3>은 남녀아동들이 발음한 이중모음의 포먼트 궤적을 보여준다.

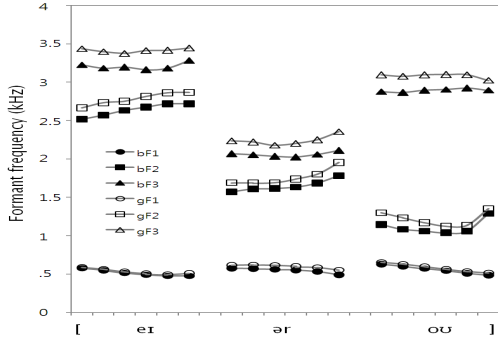


그림 3. 이중모음의 포먼트 궤적
Figure 3. Formant trajectories of diphthongs

남녀 아동들의 이중모음의 포먼트 궤적을 보면 영어전설모음과 영어후설모음의 궤적과 마찬가지로의 남녀 차이를 보이고 있으며, 계속 변하는 포먼트값의 변화에도 불구하고 상대적인 지점의 값이 비슷한 유형을 보이고 있다. 입술을 둥글게 한 짐중 이중모음 /əɪ/는 F3가 낮게 기록되었다. 이런 궤적은 양병곤(2010a)의 미국인 여성과 남성의 이중모음의 모양과 비슷하고, 전향 이중모음 /eɪ/와 짐중 이중모음 /əɪ/는 F1과 F2가 서서히 벌어지고 후향 이중모음 /oʊ/의 F2는 마지막 측정지점에서 따라오는 자음 /d/를 향해 급격히 상승하는 모양을 보이고 있다.

3.5 F1과 F2로 된 모음공간에서의 궤적 분석

앞 절에서 제시한 영어발음의 모음궤적을 조음기관인 입안의 모음공간의 위치로 나타내어 조음동작을 추정하여 논의해 보기 위해 9개의 단모음과 3개의 이중모음 군으로 나눠 F1(y축)과 F2(x축)의 모음공간에 연속된 그림으로 나타내면 <그림 4, 5>와 같다.

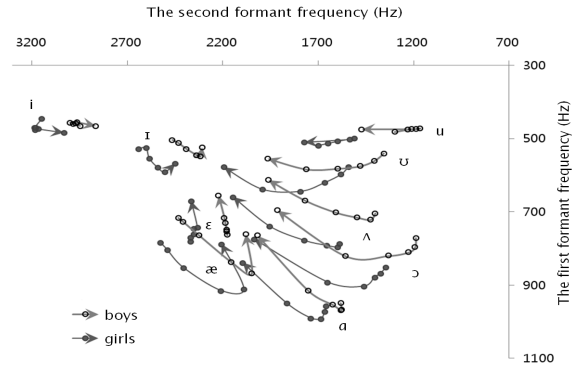


그림 4. F1과 F2평면에서 본 소년들과 소녀들이 발음한 단모음 포먼트 궤적
Figure 4. Formant trajectories of monophthongs on F1-F2 space produced by boys and girls

<그림 4>에서 모든 모음의 마지막 지점에 해당하는 화살표 끝은 대체로 2300 Hz를 지향하고 있으며, 고모음은 중간 부분이 아래로 처지는 경향이 다소 적고, 저모음으로 갈수록 마지막 측정지점에서 상승하거나 하강하는 모양이 높게 나타난다. 아동들의 남녀차이는 지향점에서 약간 드러난다. 상대적으로 소녀들의 지향점이 F2축에서 다소 높게 나타난다. 이러한 경향은 미국인 남성에 대한 결과(양병곤, 2009a, <그림7> 참고)에서는 F2에서 1750 Hz의 주변 위치로 지향한데 비해, 미국인 여성에서는 2100 Hz로 나타나서(양병곤, 2009b), 아동들의 지향점도 성인이 되면서 서서히 내려가는 경향을 보임을 알 수 있다. Delattre, Liberman & Cooper(1955)는 /d/의 지향점 F2값을 1800 Hz로 보고한 바 있는데, 이는 성인 남성에 대한 기본값이며, 화자의 나이와 성별에 따라 지향점도 바뀔 수 있음을 나타낸다.

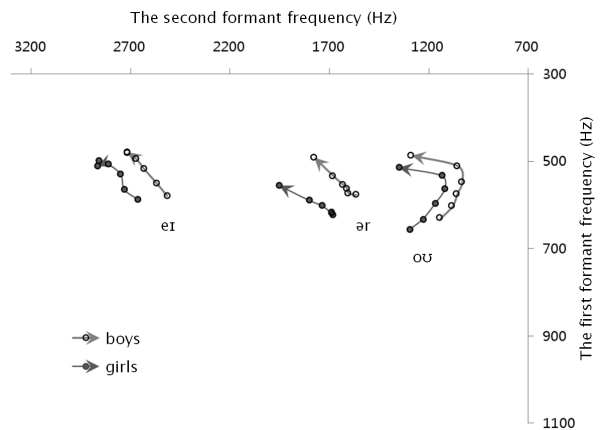


그림 5. F1과 F2평면에서 본 소년들과 소녀들이 발음한 이중모음의 포먼트 궤적
Figure 5. Formant trajectories of diphthongs on F1-F2 space produced by boys and girls

<그림 5>를 보면 이중모음의 궤적도 성별간의 차이를 보이고 있지만, 거의 비슷한 유형으로 나타나고 있으며, <그림 4>에서 고모음의 수평이동에 비해 이중모음의 출발점과 전이부의 움직임이 단모음에 비해 F1축에서 다소 긴 것으로 관찰된다. /ər/의 경우에는 단모음 /ʌ/보다는 F1축과 F2축 모두에서 다소 높은 지점에서 출발했는데, /eɪ/도 비슷한 경향을 보였다. 이중모음 모두는 F1축에서 거의 비슷한 600 Hz 근처의 지점에서 출발했음을 알 수 있다. 이전의 미국인 여성과 남성의 이중모음 궤적(양병곤, 2010a, 그림 3)에서는 F1축에서의 성인 남녀의 차이가 제법 많았는데, 아동들의 포먼트 궤적모양에서는 차이가 적게 나타났는데, 이러한 결과는 아직 성별에 따른 조음기관의 해부적인 차이가 적었기 때문으로 추정된다.

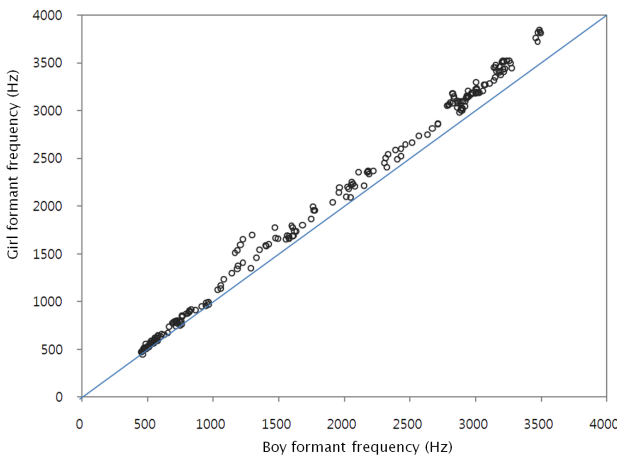


그림 6. 소년들과 소녀들의 영어모음 포먼트값의 관계
Figure 6. Relation between boys' and girls' formant values of English vowels

소년들과 소녀들의 포먼트 궤적이 거의 비슷한 모양을 보였기 때문에 이중모음을 포함한 12개 모음의 6개 측정 위치별 모든 F1, F2, F3값에 대한 선형회귀분석을 SPSS(14.0KO)로 실행해 본 결과 예측선의 기울기가 1.070이고 절편은 14.613으로 나타났으며, 아주 높은 예측율($r^2=0.996$)을 보였다. 소녀들의 값이 7% 정도 높지만, 이런 결과는 거의 일치하는 조음동작을 보였다고 말할 수 있다. 덧붙여, 이런 차이는 2절에서 제시한 Chiba와 Kajiyama(1941)의 남녀 성도의 길이 차이에 덧붙여 남녀의 구강과 인강의 비율의 차이가 완전한 예측율까지 갈 수 없게 만드는 근본적인 요소로 작용할 것으로 생각된다.

4. 요약 및 결론

이 연구의 목적은 Hillenbrand 등(1995)이 수집하고 인터넷에 공개한 미국인 아동 27명이 발음한 /hVd/환경의 모음 12개의 포먼트와 지속시간, f0, 강도 등의 음향적 특징을 여섯 개의 균등한 시간점에서 측정하여 평균값을 구하고, 이를 측정

지점별로 변화하는 양상과, F1-F2로 된 모음공간에 나타내어 동적으로 변하는 궤적을 살펴봄으로써, 미국인 아동들이 발음한 영어모음의 음향적 특성을 규명하는 것이었다. 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 아동들의 영어모음 지속시간, f0와 강도의 분포를 살펴보면, 어느 정도 고유의 음향값들이 존재하고 있다고 말할 수 있다. 이러한 유형들은 성인남녀의 결과와 대체로 일치하고 있다. 대체로 개방모음의 지속시간이 상대적으로 길었고, 고모음의 피치와 강도값이 높게 나타났으며, 음의 크기를 정규화한 강도에서도 약간의 모음 유형별 차이를 보였다.

둘째, 남녀성별로 나누어 측정지점별로 포먼트 궤적을 조사해본 결과 낮은 주파수에서는 적은 차이를 보였고 높은 주파수에서는 많은 차이를 보였는데, 모든 포먼트값의 회귀분석을 통해 매우 일치하는 유형으로 발음했음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 성대와 성도의 차이가 있음에도 불구하고, 아동들의 발음동작은 동일한 모음에 대해 일치한다고 말할 수 있다.

셋째, 아동들의 지향점은 성인남녀의 지향점에 비해 높게 나타났으며, 입 벌림 정도나, 혀의 이동을 나타내는 모음공간에서도 비록 측정값의 차이는 있지만, 거의 일치하는 조음동작의 연속으로 나타났다.

이러한 결과에서 영어모음의 포먼트 궤적은 아동들의 영어 발음교정과 교육에 적용할만한 세부적인 조음동작에 대한 유용하고 중요한 정보를 제공한다고 말할 수 있다.

앞으로 이 논문에서 제기된 남녀 아동들의 특징이나, 성인 남녀들의 포먼트와 피치값으로 발달해 가는 과정에 대한 연구가 더 필요할 것이다. 또한 발음의 근본적인 차이점들은 측정 자료를 음성합성용 소프트웨어를 활용해 단계적인 차이를 두어 재합성하고, 이에 대한 인지실험을 통해 원어민들이나 한국인학습자들은 어떤 반응을 보일지 연구해 볼 필요가 있다.

참고문헌

Kwon, M., Ko, Y., Kim H., Lee, E. & Jeong, O. (2007). "Formant measurements of complex waves and vowels produced by students", *Speech Sciences*, Vol. 14, No. 3, pp. 47-57.
(권미지, 고영옥, 김혜경, 이은정과 정옥란 (2007). "이중언어 환경 아동의 모음 포먼트 특성에 관한 연구", *음성과학*, 14권 3호, pp. 47-57.)
Sim, H. & Park, J. (1998). "A study on the vowel production ability of cerebral-palsied children", *Korean Journal of Communication Disorders*, Vol. 3, pp. 68-83.
(심현섭, 박지은 (1998). "뇌성마비 아동의 모음산출에 관한 연구", *언어청각장애연구*, 3집, pp. 68-83.)
Yang, B. (2008a). "Formant measurements of complex waves and

- vowels produced by students”, *Speech Sciences*, Vol. 15, No. 3, pp. 39-52.
(양병곤 (2008a). “복합음과 대학생이 발음한 모음 포먼트 측정”, *음성과학*, 15권 3호, pp. 39-52.)
- Yang, B. (2008b). *English pronunciation: A new approach using a computer*. Busan: PNU Press.
(양병곤 (2008b). *영어발음: 컴퓨터를 활용한 새로운 접근*. 부산: 부산대학교출판부.)
- Yang, B. (2009a). “Formant trajectories of English vowels produced by American males”, *Phonetics and Speech Sciences*, Vol. 1, No. 3, pp. 65-72.
(양병곤 (2009a). “미국인 남성이 발음한 영어모음의 포먼트 궤적”, *말소리와 음성과학*, 1권 3호, pp. 65-72.)
- Yang, B. (2009b). “Formant trajectories of English vowels produced by American females”, *Phonetics and Speech Sciences*, Vol. 1, No. 4, pp. 3-9.
(양병곤 (2009b). “미국인 여성이 발음한 영어모음의 포먼트 궤적”, *말소리와 음성과학*, 1권 4호, pp. 3-9.)
- Yang, B. (2010a). “An acoustical study of English diphthongs produced by American males and females”, *Phonetics and Speech Sciences*, Vol. 2, No. 2, pp. 43-50.
(양병곤 (2010a). “미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 음향적 연구”, *말소리와 음성과학*, 2권 2호, pp. 43-50.)
- Yang, B. (2010b). “Production and perception of English vowels by college students”, *English Language Teaching*, Vol. 22, No. 4, pp. 165-184.
(양병곤 (2010b). “대학생들의 영어모음 발음과 지각”, *영어교육연구*, 22권 4호, pp. 165-184.)
- Yang, B. (2010c). “A method for correcting English vowel pronunciation by wooden chopsticks”, *Phonetics and Speech Sciences*, Vol. 2, No. 4, pp. 51-58.
(양병곤 (2010c). “나무젓가락에 의한 영어모음 발음교정 방안”, *말소리와 음성과학*, 2권 4호, pp. 51-58.)
- Boothroyd, A. (1986). *Speech acoustics and perception*. Austin: pro-ed.
- Chiba, T. & Kajiyama, M. (1941). *The vowel: its nature and structure*. Tokyo: Kaiseikwan.
- Collins, B. & Mees, I. M. (2003). *Practical phonetics and phonology: A resource book for students*. New York: Routledge.
- Delattre, P. C., Liberman, A. M. & Cooper, F. S. (1955). “Acoustic loci and transitional cues for consonants”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 27, pp. 769-773.
- Eguchi, S. & Hirsh, I. J. (1969). “Development of speech sounds in children”, *Acta Oto-Laryngologica*, Vol. 16, pp. 1-51.
- Giegerich, H. J. (1993). *English phonology: An introduction*. New York: Cambridge University Press.
- Hillenbrand, J. M., Clark, M. J. & Nearey, T. M. (2001). “Effects of consonant environment on vowel formant patterns”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 109, No. 2, pp. 748-763.
- Hillenbrand, J. M., Getty, L. A., Clark, M. J. & Wheeler, K. (1995). “Acoustic characteristics of American English vowels”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 97, No. 5, pp. 3099-3111.
- Jenkins, J. J., Strange, W. & Edman, T. R. (1983). “Identification of vowels in ‘vowelless’ syllables”, *Percept. Psychophys.*, Vol. 34, pp. 441-450.
- Jenkins, J. J., Strange, W. & Miranda, S. (1994). “Vowel identification in mixed-speaker silent-center syllables”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 95, 1030-1043.
- Ladefoged, P. (2001). *A course in phonetics*. Boston: Heinle & Heinle.
- Liberman, A. M. & Mattingly I. G. (1985). “The motor theory of speech perception revisited”, *Cognition*, 21, pp. 1-36.
- Negus, V. E. (1949). *Comparative anatomy and physiology of the larynx*. New York: Grune & Stratton.
- Peterson, G. & Barney, H. (1952). “Control methods used in a study of vowels”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 24, pp. 175-184.
- Pickett, J. (1987). *The sounds of speech communication: A primer of acoustic phonetics and speech perception*. Austin, Texas: pro-ed.
- Traunmueller, H. (1988). “Paralinguistic variation and invariance in the characteristic frequencies of vowels”, *Phonetica*, Vol. 45, pp. 1-29.
- Watson, C. I. & Harrington, J. (1999). “Acoustic evidence for dynamic formant trajectories in Australian English vowels”, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 106, pp. 458-468.
- Yang, B. (1990). *Development of vowel normalization procedures: English and Korean*. Ph. D. Dissertation, The University of Texas at Austin.
- Yang, B. (1996). “A comparative study of English and Korean monophthongs produced by male and female speakers”, *Journal of Phonetics*, Vol. 24, pp. 245-261.
- Yang, B. (2010). “Formant trajectories of English high tense and lax vowels produced by Korean and American speakers”, *Korean Journal of Linguistics*, Vol. 35, No. 2, pp. 407-423.

- **양병곤 (Yang, Byunggon)**

부산대학교 사범대학 영어교육과

부산시 금정구 장전동 30

Tel: 051-510-2619 Fax: 051-582-3869

Email: bgyang@pusan.ac.kr

Homepage: <http://fonetiks.info/bgyang>

관심분야: 음성학, 영어발음교육