

미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 음향적 연구

An Acoustical Study of English Diphthongs Produced by American Males and Females

양 병 곤¹⁾
Yang, Byunggon

ABSTRACT

English vowels can be divided into monophthongs and diphthongs depending on the number of vocal tract shapes. Diphthongs are usually produced with more than one shape. This study attempts to collect acoustical data of English diphthongs published by Hillenbrand et al.(1995) online and to examine acoustic features of the diphthongs for phoneticians and English teachers. Sixty three American males and females were chosen after excluding those subjects with different target vowels or ambiguous formant tracks. The author used Praat to obtain the acoustical data systematically at eleven equidistant timepoints over the diphthongal segment. Obvious errors were corrected based on the spectrographic display of each diphthong. Results show that the formant trajectories of the diphthongs produced by the American males and females appeared quite similar. When the female formant values were uniformly normalized to those of the males, almost a perfect collapse occurred. Secondly, the diphthongal movements on the vowel space appeared not linear due to the coarticulatory gesture for the following consonant. Thirdly, the average duration of the diphthongs produced by the females was 1.156 times longer than that of the males while the pitch ratio between the two groups turned out to be 1.746 with a similar contour over measurement points. The author concludes that English diphthongs produced by various groups can be compared systematically when the acoustical values are obtained at proportional timepoints. Further studies will be desirable on the comparison of English diphthongs produced by native and nonnative speakers.

Keywords: English diphthongs, American males and females, formant trajectories, duration, intensity, f0

1. 서론

모음은 혀에서 압축된 공기가 성대를 진동하여 원음을 만들고, 이 원음이 여러 가지 모양의 입안의 공간을 울려 발음된다. 이 때 입안의 공간이 같은 모양으로 유지되느냐 음질이 바뀔 정도의 변화가 있느냐에 따라 단모음과 이중모음으로 나눌 수 있다(Ladefoged, 1982; Giegerich, 1993; Collins와 Mees, 2003). 단 모음은 대체로 한 가지 모양을 유지하는데 비해, 이중모음은 모 음의 공간만큼 넓지는 않고, 마찰음과 같은 자음의 공간보다는 넓은 전이음과 단모음의 조합에 의해 발음된다. 학자들은 이중 모음이 두 개의 목표모음 사이를 전이음처럼 미끄러지듯이 변화

여 하나의 음절처럼 발음되기 때문에 두 개의 모음으로 표기하 지는 않는다(Kenyon과 Knott, 1953; Ladefoged, 1982; Ladefoged 와 Maddieson, 1990). 이렇게 이중모음은 한 음절로 발음되기 때문에 전이 시작부(onglide)와 전이 종결부(offglide)로 나누기 도 한다(Lehiste와 Peterson, 1961; Holbrook와 Fairbanks, 1962; Borden와 Harris, 1984; Kent와 Read, 1992; Edwards, 2003). 이 논문에서는 두 개의 목표지점 가운데 더 많은 시간과 에너지를 차지하는 음절핵 부분과 상대적으로 적은 시간과 에너지를 보 이는 전이부로 나누어 설명하기로 한다. 이중모음은 혀의 이동 방향과 이동 거리, 음향적 성분소나 울림도에 따라 다양하게 분류된다(양병곤, 1993 참고). 예를 들어, Trager와 Smith (1951)는 혀의 이동하는 방향에 따라 모음 /i/에 가까운 음향적 특성을 보 이는 전이음 /y/가 음절핵 다음에 따라오는 전향이중모음 (fronting diphthong)으로 /iy, ey, ay, oy/가 있고, 모음 /u/에 가까 운 음향특징을 보이는 전이음 /w/의 방향으로 가는 후향이중모 음(retracting diphthong)으로 /uw, ow, aw/가 있으며, /r/이 전이부

1) 부산대학교 bgyang@pusan.ac.kr

로 된 집중이중모음(centering diphthong)으로 /ir, er, ar, ər, ɔr, ur/ 등으로 나누었다.

Ladefoged(1982:70, Table 4.1)는 여러 학자들의 모음 음소표기 체계를 비교했는데, 이 표에는 여섯 개의 이중모음에 대한 다양한 표기 방식을 보여주고 있다. Jones(1956)는 bait를 /ei/로 나타내어 두 개의 다른 목표모음을 별도의 단모음의 결합으로 나타낸 반면에 Kenyon과 Knott(1953)는 /e/로만 표기하여 음질의 변화가 거의 없음을 나타냈고, Trager와 Smith(1951), Prator와 Robinett(1973)은 /ey/로 표기했다. Ladefoged(1982)는 Trager와 Smith(1951)가 /y, w/로 표기한 이유는 영어 단어 yes나 we의 첫부분에 사용된 자음 전이부의 음질적인 특성을 지니고 있음을 강조한 것이며, 이들은 미국 동부출신으로 beat나 boot 발음이 다른 지역에 비해 이중모음적인 자질이 있기 때문에 각각을 /iy/, /uw/로 표기했음을 지적했다. Ladefoged(1982:70)는 bait를 /ei/로 표기했는데, 이는 이중모음의 전이부를 /ɪ, ʊ/로 표기하는 방식을 IPA가 불만족스러운 모양("unsatisfactory shapes")으로 결정함에 따라 자신은 /ɪ, ʊ/ 등으로 바꾸었다고 한다. 후향이중모음이 들어있는 boat라는 단어의 이중모음을 Kenyon과 Knott(1953)는 /o/로 나타내는데 비해, Jones는 /ou/로 표기했다. 한편, Gimson (1981)은 전이부의 모음이 이완모음 /ɪ/의 질적인 특징에 가까운 것으로 보고 /ai/로 표기했다. 이 논문에서는 전향 이중모음의 전이부의 음향적 특징이 이완모음 /ɪ, ʊ/에 가까와 Gimson의 표기방식을 사용한다. 덧붙여, Ladefoged(1982)의 표에서는 boat와 boy의 음절핵 부분을 각각 다른 모음(/oʊ, ɔɪ/)으로 표기하고 있다. 이것은 두 단어의 모음 발음의 입벌림 정도에서 음질적인 차이가 있음을 나타낸다. 마지막으로 집중이중모음에 해당하는 bird라는 단어의 /ər/가 있는데, Gimson(1981)은 /ə/로만 표기했고, Jones(1956)는 장모음 표시로 나타냈으며, Kenyon과 Knott(1953), Ladefoged(1982)는 /ə/와 /ɜ/를 사용했는데, 음성학적으로 /ə/와 /ɜ/발음이 한 덩어리로 되어있음을 강조하고 싶었다고 지적했다. 실제 전이음 /ɪ/은 유성음으로 모음 /ə/와 연결되었을 때 음향적으로 경계를 거의 구분할 수 없을 정도로 계속 변화를 보이는 특징을 가지고 있다. 이 논문에서는 /ər/로 표기하기로 한다.

영어의 이중모음은 음절핵 부분의 울림이 강하고 전이부가 약한 하강이중모음에 해당한다. 이는 영어가 강세박자언어의 특징을 가지고 있고, 음절핵 부분이 상대적으로 전이부에 비해 강하게 발음되기 때문으로 추정된다. 그래서 전이부는 음절핵에 비해 짧은 지속시간을 보이며, 느린 발화에서도 짧게 나타나지만, 빠른 발화에서는 상대적으로 더 짧게 발음된다(Gay, 1968). Gay는 뉴욕시의 방언을 구사하는 다섯 명의 남성이 미국영어의 주요 이중모음인 /ɔɪ, aɪ, aʊ, eɪ, oʊ/를 보통, 빠른, 느린 세 가지의 속도로 발음하게 하고, 이들이 발음한 이중모음의 음절핵 부분과 전이부의 음향적 특징을 조사했다. 결과는 음절핵 부분은 지속시간의 대부분을 차지하고 포먼트의 변화를 거

의 보이지 않았지만, 전이부는 상당히 짧은 지속시간에다가 F2 값이 속도의 변화에 관계없이 일정하게 나타났으며 끝부분까지 변하는 모양이 거의 같았다고 한다. 이런 관찰에서 이중모음을 모음+모음이나 모음+반모음으로 보는 것보다는 한 단위의 음소로 취급하고 위치자로 나타내어 [ɔ^h a^h a^h e^h o^h]로 표기하는 것을 제안하기도 했다. 하지만, 그의 연구에서는 300 Hz 필터로 된 Kay사의 스펙트로그램 출력에서 뚜렷한 포먼트의 중심을 찾을 수 있는 F2는 구했으나 F1값은 측정에러를 염려해서 구하지 않았다.

이중모음을 모음사각도에 표시할 때 일부 책이나 논문에서는 이동 모양을 출발점과 도착점으로 이뤄진 직선의 화살표로 나타내었다(Kent와 Read, 1992:103, Figure 5-14; Giegerich, 1993:74-75, Figure 3.3abc). 하지만, 이러한 표시 방식은 Ladefoged(1982:198, Figure 9.1)의 그림에서처럼 시작부가 약간 구부러지거나, Borden과 Harris(1984:114, Figure 4.77)에 제시된 것처럼 이중모음 구간의 측정지점이 많을수록 좀 더 곡선에 가까운 궤적을 보일 것으로 예상된다. 덧붙여, 이러한 궤적은 인접한 자음에 따른 공동조음의 영향을 받아 좀 더 복잡한 모양으로 나타날 것이다(Hillenbrand, Clark와 Nearey, 2001).

지금까지 살펴본 바와 같이 영어이중모음은 조음동작의 변화가 많기 때문에 음향적 특징을 조사하기 위해서는 여러 지점에서 측정해야 하고, 서로 다른 화자의 발음을 비교하기 위해서는 어느 정도 대등한 측정 지점을 찾아야 한다. 덧붙여, 스펙트로그램에서 두 세 개의 포먼트가 서로 가까이 접근한 경우 올바른 측정값을 구하는 문제도 있기 때문에 지금까지 이중모음에 관한 연구논문이 부족한 편이다.

이 연구의 목적은 미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 음향적 특징을 규명하기 위해 이중모음구간에서 여러 개의 상대적인 측정지점에서 구한 포먼트, 강도, 피치 등의 변화 궤적의 탐색에 중점을 두고자 한다. 남성과 여성의 포먼트 값은 성도의 길이차이에 의해 음향측정값도 매우 큰 차이를 보이게 되어, 정규화와 같은 기법을 적용하지 않으면 같은 현상을 다르게 기술하는 오류를 범할 수 있다(Yang, 1996). 이 연구의 결과는 영어이중모음에 관한 음향적 특성을 살펴보려는 음성학자나 영어교육자들에게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 방법

이 논문에 사용된 음성자료는 Hillenbrand 등(1995)이 인터넷에 공개해 둔 미국인 남성과 여성의 개별 발음 파일을 압축한 men.zip과 women.zip파일을 다운로드하여 분석하는데 사용했다(<http://homepages.wmich.edu/~hillenbr/voweldata.html>). 이 자료에 대한 일반적인 설명과 녹음환경 및 자료수집 방법은 양병곤(2009ab)에 자세히 서술되어 있기 때문에 이 논문에서는 피험자와 분석에 사용된 이중모음 관련 자료 및 음향분석 방법에 관

한 부분만을 간략하게 서술하기로 한다.

2.1 피험자

실험에 참가한 피험자로는 Hillenbrand 등(1995)의 자료로 제공된 미국인 남성 28명과 미국인 여성 35명으로 모두 63명이다. 그들의 연구대상으로 미국인 남성은 모두 45명이었는데, 그 중 20명의 미국인 대학원생들이 듣고 다른 모음으로 판정한 10명과 포먼트궤적이 뚜렷하지 않는 7명을 제외하여 최종적으로 28명의 발음을 분석했고, 미국인 여성은 모두 48명이었는데 그 중 다른 모음으로 판정한 8명과 포먼트의 특징이 명확치 않거나 F3값이 집단평균에서 벗어난 5명을 추가로 제외하여 35명의 이중모음 발음을 분석했다.

2.2 녹음자료와 음향분석

녹음된 자료는 /hVd/ 환경에서 한 번씩 발화된 “hayed, hoed, heard” 세 단어이다. 이들은 비록 미국영어의 여섯 개의 이중모음(Ladefoged, 1982)의 일부이지만, 각각의 이동 방향이 전향, 후향, 집중을 보여서 영어이중모음의 일반적인 음향적 특징을 관찰하는데 도움이 될 것으로 여겨진다. 음향분석은 프라트(version 5.1.07)로 양병곤(2009a)에 이용된 분석용 스크립트를 사용하여, 연구자가 선택한 이중모음의 지속시간, 시작점과 끝점에서 각각 10 ms 안쪽의 분석 구간에 대한 평균 f0, F1, F2, F3, F4값을 구했고, 이어서 분석구간을 10등분하여 시작점 10 ms 안쪽 지점을 포함해 11개 지점마다 앞뒤 25 ms 분석창의 평균 강도, f0, F1, F2, F3, F4값을 구했다. F3의 포먼트값이 에너지 중심점을 지나지 않았을 때 바로 위의 F4값을 확인하여 대체한 경우도 있었다. 11개 분석 지점의 일부는 단모음 분석에서 사용한 6개의 지점과 거의 대응하기 때문에 이중모음과 기존 단모음의 연구결과와 비교하는데 사용될 수 있을 것이다. 남성의 포먼트 분석 기본 설정은 5000 Hz범위에서 5개를 찾게 하고, 여성은 4.5개로 설정하였다. hoed와 heard에서 두 개의 포먼트가 가까이 접근하여 하나로 포착되거나 검은 띠로 된 포먼트 에너지 중심점에서 다소 벗어난 경우에는 이 설정 숫자를 0.5단위로 올리거나 내려 포먼트 예측선이 에너지 중심점에 어느 정도 일치할 때의 측정값을 저장했다. 스펙트로그램에 그려진 포먼트 값의 측정상의 에러를 없애기 위해, 처리한 과정은 첫째, 엑셀 2007을 이용해 서로 인접한 음향적 측정값의 차이를 구한 열을 생성하여 인접값보다 300 Hz이상 변화를 보이는 경우에는 해당 음성파일을 다시 열어 스펙트로그램을 보고 음성을 들어보면서 하나씩 재검토했다(양병곤, 2008ab; Yang, 2009ab). 일부 미국인 남성과 여성의 발음에서 이 차이의 범위를 넘더라도 포먼트 측정값이 옳다고 판단되면 그대로 두었다. 덧붙여, 서로 근접한 포먼트 정점을 구분하기위해 스펙트로그램 설정의 Dynamic range를 30 dB이하로 내리거나, 뚜렷한 궤적이 보이지 않거나 일부가 나타나지 않는 경우에는 이 값을

60 dB이상으로 올려서 찾기도 했다. 피치값과 강도값도 인접값 차이를 보며 점검했다. 마지막으로 모든 자료를 각 이중모음별로 다시 정렬한 뒤 측정지점별로 모든 화자의 포먼트, 강도와 f0의 평균값을 엑셀 2007을 이용해 구했다.

3. 결과 분석

미국인이 발음한 영어이중모음의 음향적 특성에 대한 결과 분석은 남성과 여성으로 나누어서 11 개의 측정지점별 평균 포먼트 궤적과 지속시간, 강도값, f0값의 순서로 살펴보기로 한다.

3.1 미국인 남성이 발음한 영어이중모음의 포먼트 궤적

<표 1>은 미국인 남성 28명이 발음한 이중모음 /eɪ, aɪ, oʊ/의 측정지점별 평균 f0값과 포먼트값을 보여준다. <그림 1>은 각 이중모음에서 측정지점별로 구한 F1, F2, F3값의 궤적을 나타낸다.

표 1. 미국인 남성이 발음한 영어이중모음의 측정지점별 평균 f0값과 포먼트값

Table 1. Average f0 and formant values of English diphthongs produced by American males

diphthongs	points	f0	F1	F2	F3
eɪ	1	123	496	2042	2670
	2	122	479	2058	2677
	3	123	467	2080	2675
	4	123	457	2105	2685
	5	123	447	2127	2689
	6	123	436	2147	2693
	7	123	426	2169	2694
	8	124	415	2184	2698
	9	124	403	2190	2710
	10	125	392	2189	2715
	11	126	386	2153	2713
aɪ	1	125	500	1309	1730
	2	125	487	1321	1708
	3	125	477	1331	1691
	4	125	469	1340	1686
	5	126	464	1349	1685
	6	126	460	1360	1688
	7	127	457	1377	1694
	8	127	452	1392	1706
	9	128	446	1418	1727
	10	129	435	1466	1766
	11	131	418	1522	1836
oʊ	1	125	530	985	2431
	2	123	517	964	2446
	3	123	503	940	2459

4	123	488	917	2457
5	123	473	899	2463
6	123	462	885	2463
7	124	454	877	2462
8	124	447	881	2448
9	125	438	907	2430
10	126	426	976	2397
11	127	413	1124	2344

<그림 1>에서 보면 세 영어이중모음의 F1출발점은 거의 비슷한 위치이고 서서히 내려가며 끝났다. 이것은 각 이중모음의 음절핵 부분이 거의 비슷한 입벌림 정도(Pickett, 1987)를 나타내는 중모음에 해당하기 때문일 것이다. 혀의 움직임은 반영하는 F2에서는 전이부 /ɪ/가 가장 높고 /r, ʊ/의 순서로 낮다. /eɪ/의 끝 부분은 따라오는 자음 /d/를 향해 하강하는 모양을 보인 반면 /aɪ/와 /oʊ/는 이와는 반대로 상승하는 모양을 보이고 있다. 입술 둥글음을 일부 반영하는 F3는 /aɪ/에서 가장 낮고, /oʊ/에 이어 /eɪ/가 가장 높은 값을 보인다. 이러한 값의 분포는 따라오는 전이부의 음향적 특징이 반영된 것으로 보인다. 그림에서 포먼트 값이 낮은 /aɪ/의 F3는 중간부분이 살짝 내려갔다가 끝부분이 상승하는 모양을 보이거나 /oʊ/는 그 반대로 위로 굽은 활처럼 궤적을 보였고 /eɪ/는 서서히 상승하는 모양을 보이고 있다. 이러한 모양의 궤적은 양병곤(2009ab)에 제시된 단모음과 비슷한 모양을 보이고 있다. 차이점으로는 이중모음에서는 낮은 주파수이지만 F1과 F2에서의 변화가 단모음에서 보다는 상대적으로 높다. /eɪ/와 /oʊ/에 대한 세 포먼트의 궤적은 호주영어에서 측정된 남성의 이중모음 궤적과 비슷한 모양을 보이고 있다(Watson과 Harrington, 1999).

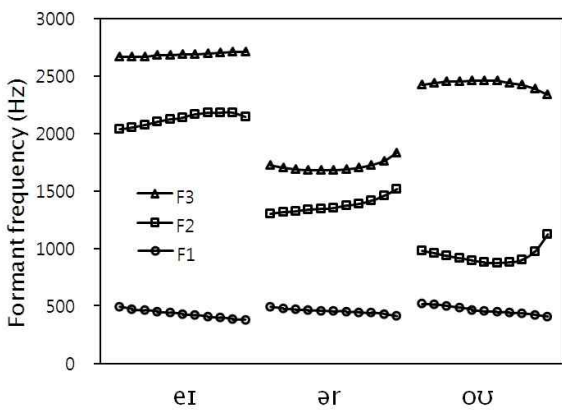


그림 1. 미국인 남성이 발음한 영어이중모음의 포먼트 궤적

Figure 1. Formant trajectories of English diphthongs produced by American males

3.2 미국인 여성이 발음한 영어이중모음의 포먼트 궤적 <표 2>는 미국인 여성 35명이 발음한 영어이중모음의 측정

지점별 평균 f0값과 포먼트값을 보여준다. 이 자료 중 측정지점별로 구한 F1, F2, F3값의 포먼트 궤적은 <그림 2>에 나타나 있다.

표 2. 미국인 여성이 발음한 영어이중모음의 측정지점별 평균 f0값과 포먼트값

Table 2. Average f0 and formant values of English diphthongs produced by American females

diphthongs	points	f0	F1	F2	F3
eɪ	1	228	569	2411	3020
	2	223	555	2448	3004
	3	218	535	2468	3013
	4	216	515	2493	3009
	5	214	499	2516	3025
	6	213	484	2544	3022
	7	212	473	2562	3028
	8	212	463	2585	3031
	9	213	456	2603	3035
	10	215	454	2609	3037
	11	219	455	2565	3043
aɪ	1	231	570	1488	1901
	2	225	564	1507	1890
	3	220	553	1512	1882
	4	217	543	1514	1872
	5	215	537	1521	1865
	6	213	532	1536	1865
	7	213	525	1563	1870
	8	211	519	1579	1894
	9	209	511	1614	1925
	10	211	500	1684	1987
	11	229	483	1778	2093
oʊ	1	229	630	1112	2779
	2	223	612	1101	2790
	3	221	590	1078	2804
	4	219	566	1060	2819
	5	217	543	1042	2825
	6	216	524	1021	2835
	7	215	508	1003	2831
	8	216	493	989	2817
	9	218	480	1003	2803
	10	221	471	1075	2763
	11	226	469	1270	2679

<그림 2>에서 보면 세 이중모음의 F1의 출발점은 /eɪ/와 /aɪ/는 거의 같은 지점이고, /oʊ/는 6 Hz 약간 더 높은 지점에서 출발했는데, 이러한 결과는 앞 절에서 보았던 미국인 남성의 이중모음 궤적과 같은 모양을 보인다. 이것은 비록 포먼트값에서는

미국인 여성이 높지만, 남성 집단에서와 같이 여성 집단 안에서는 세 이중모음을 비슷한 입벌림 정도로 시작했기 때문이라고 할 수 있다. F2에서도 앞서 미국인 남성화자에서 보았던 같은 모양을 보이고 있으며 끝부분의 상승과 하강하는 모양도 매우 비슷하다. F3도 상승 또는 하강하는 유형이 거의 같게 나타났다. 미국인 여성의 이중모음도 미국인 남성과 마찬가지로 단모음에 비해 F1과 F2의 변화가 다소 많다.

3.3 미국인 남성과 여성의 영어이중모음의 포먼트 궤적 앞에서 제시한 <표 1>과 <표 2>의 자료를 F1(y축)과 F2(x축)의 모음공간에 측정지점별로 연결하여 나타내면 <그림 3>과 같다. 여기에서 y축은 입벌림 정도를 나타내고, x축은 혀의 전후 움직임을 나타내어, 전통적인 모음사각도의 상대적인 조음위치를 보여준다(Pickett, 1987; Ladefoged, 2001).

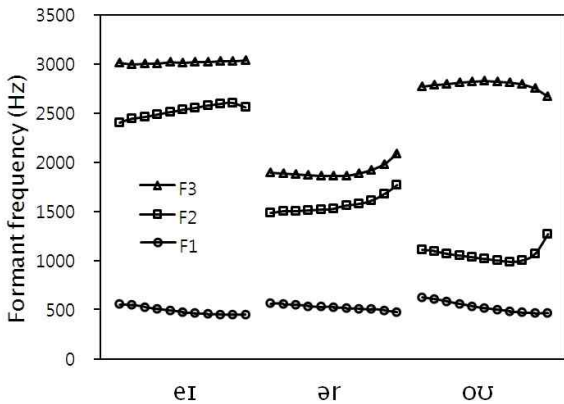


그림 2. 미국인 여성이 발음한 영어이중모음의 포먼트 궤적
Figure 2. Formant trajectories of English diphthongs produced by American females

<그림 3>에서 보면 미국인 남성이 발음한 영어이중모음의 F1, F2값은 대체로 낮고, 미국인 여성의 포먼트값들은 상대적으로 높다. 비록 각 이중모음의 출발점은 다소 차이가 있지만 앞 절에서도 관찰했듯이 미국인 남녀의 포먼트 궤적의 움직임을 보면 거의 비슷한 모양을 보이고 있다. 마지막 측정지점에 표시된 화살표의 방향은 각 이중모음마다 비슷한 방향을 지향하고 있다. 미국인 남성의 이중모음 /əɾ/와 /oʊ/의 화살표 끝을 연결해 점을 찍어보면 대략 F1이 350 Hz, F2가 1700 Hz 근처가 되고, /eɪ/와 /oʊ/의 교차점은 F2가 1900 Hz에 가깝다. 미국인 여성의 지향점은 대략 F1이 450 Hz, F2는 1900~2000 Hz 근처가 된다. 이러한 지향점은 단모음에서는 모음마다 다소 차이가 있지만 약 1800~2100 Hz로 이전 연구의 범위에 해당한다(Delattre, Liberman과 Cooper, 1955; 양병곤, 2009ab).

영어이중모음의 진행 방향은 미국인 남성과 여성이 발음한 /eɪ/에서는 거의 일직선으로 상승하다가 끝부분이 급격히 꺾인 반면에 /əɾ/에서는 4번째 측정지점까지 상승하다가 나머지 전

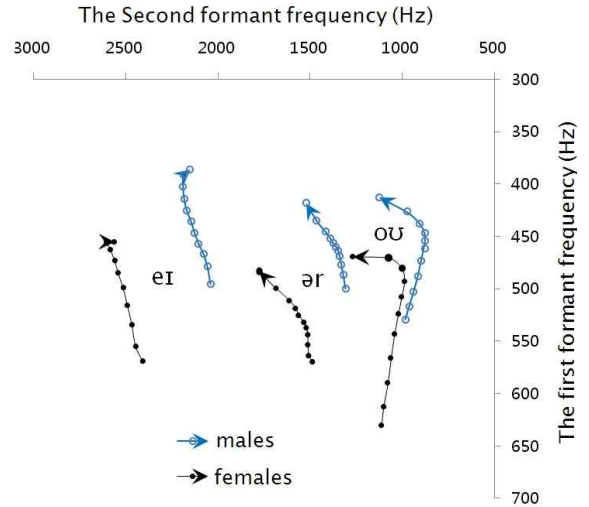


그림 3. F1과 F2평면에서 본 미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 포먼트 궤적
Figure 3. Formant trajectories of English diphthongs on F1-F2 space produced by American males and females

이부가 비스듬하게 꺾인다. /oʊ/에서는 미국인 남녀 모두 8번째 측정지점까지 직선으로 가다가 급격히 꺾어진 모양을 보인다. 영어이중모음을 모음사각도에 표기할 때는 이런 곡선의 궤적을 반영하는 표시가 바람직하다고 생각된다. 특히, 마지막 자음이 무엇인가에 따라 공동조음효과에 의해 다른 궤적을 보일 것이라 예상되는데, 이들을 포괄하는 표시방식을 찾기 위해서는 앞으로 더 많은 연구가 필요하다.

<그림 3>에서 미국인 남녀 포먼트궤적이 비슷한 모양을 보였는데, 실제 이들의 포먼트값은 어떤 관계를 보이는지 살펴보자. <그림 4>는 <표 1>과 <표 2>의 각 영어이중모음별 포먼트를 미국인 남녀별로 일대일 대응시켜 그린 그림이다. 흥미롭게도 미국인 여성의 포먼트값은 미국인 남성의 포먼트값보다 일률적으로 높게 나타나 있으며, 남성과 여성의 포먼트값이 일치되는 가상의 대각선 위로 낮은 주파수의 포먼트값은 차이가 적고 높은 주파수의 값은 차이가 많다. 이 두 집단의 포먼트값의 관계를 살펴보기 위해 SPSS14.0KO로 선형회귀분석을 실시한 결과 예측선의 기울기가 1.142이고 절편은 -0.879로 나타났고, 매우 높은 예측율($r^2=0.999$)을 보였다. 이러한 결과는 미국인 여성의 포먼트값이 미국인 남성의 포먼트값에 비해 약 14%정도 균일하게 높음을 보여준다. 절편값은 매우 작으므로 무시하고, 미국인 여성의 포먼트값을 1.142로 나누는 Fant의 균일정규화(uniform scaling)를 적용하면 남성의 포먼트값에 거의 일치하는 결과를 보인다고 말할 수 있다(Fant, 1975; Nordström과 Lindblom, 1975; Yang, 1990, 1996; Yang, 2009c). 실제 균일정규화를 적용한 뒤, 33개 측정지점의 남녀 포먼트값의 절대값의 차이 합계를 구해본 결과 전체적으로는 2538.9 Hz의 차이를 보였고, F1에서는 255.5 Hz, F2에서는 1170 Hz, F3에서는 1113.4 Hz의 차이를 보였다. 영어이중모음은 조음동작이 계속 변했는데

도 불구하고 이렇게 높은 일치도를 보이는 것은 결국 남녀화자의 이중모음 발음이 거의 흡사한 조음동작을 했다고 말할 수 있으며, <그림 3>도 균일정규화를 적용하면 두 궤적의 위치와 방향이 거의 일치할 것으로 예상할 수 있다.

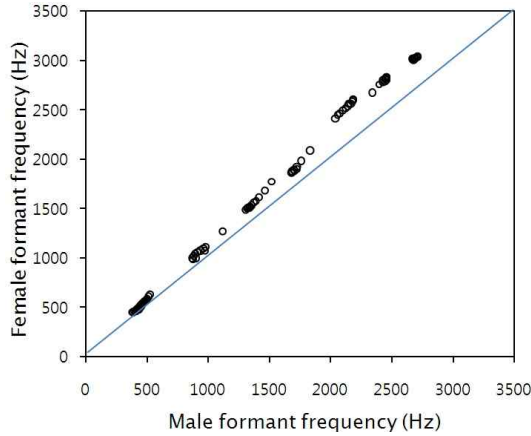


그림 4. 영어이중모음에 대한 미국인 남성과 여성 포먼트값 사이의 관계

Figure 4. Relation between American male and female formant values of English diphthongs

3.4 영어이중모음별 평균 지속시간, 강도와 피치(f0)

이 논문에서 다룬 3개의 영어이중모음의 시작점과 끝점사이의 평균 지속시간은 <표 3>과 같다.

표 3. 영어이중모음별 지속시간의 평균과 표준편차(단위: ms)
Table 3. Means and standard deviations(sd) of durations of English diphthongs in ms

Groups	eɪ	əɪ	oʊ	Mean(sd)
Males	278.3 (41.0)	273.1 (42.8)	284.6 (48.0)	278.7 (43.7)
Females	318.4 (56.4)	321.4 (46.8)	326.6 (49.9)	322.2 (50.8)

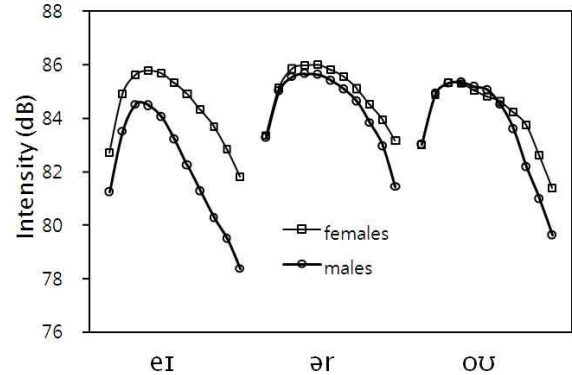
<표 3>을 보면 전체적으로 미국인 여성이 남성보다 영어이중모음을 더 길게 발음했음을 알 수 있다. 이들의 전체평균값 차이는 43.5 ms이고, 비율로는 1.156배에 해당한다. 가장 큰 차이를 보인 이중모음은 /əɪ/로 48.3 ms이고, /eɪ/는 40.1 ms의 가장 작은 차이를 보였다. /oʊ/에서 두 집단 간의 차이는 42.0 ms를 보였지만 남녀 모두 세 이중모음 가운데 가장 길게 발음했다. 이는 후설이중모음을 발음하기 위한 조음기관의 움직임이 상대적으로 느리고 또한 모음공간에서의 이동거리도 다른 이중모음에 비해 길었기 때문으로 추정된다. 표준편차로 보면 여성의 값이 남성보다 7.1 ms 더 높은데, 이는 상대적으로 긴 발음 지속시간때문에 생긴 것으로 여겨진다. 미국인 남성이 발음한 영어단모음의 지속시간은 /ɪ/의 198 ms에서 /ɔ/의 289 ms까지 범위로 발음되었고, 미국인 여성의 지속시간은 /ɪ/의 198 ms에

서 /ɔ/의 341 ms까지 범위로 발음되었는데(양병곤, 2009ab), 이 연구에서 나온 이중모음의 지속시간은 단모음의 지속시간 범위의 보다 긴 쪽에 치우쳐 있지만 넘지는 않았다. 이는 미국인들이 이중모음의 발음을 단모음과 비슷한 길이로 음절핵에 강세를 주어 한숨에 발음했다는 점을 시사한다. 덧붙여, 미국인 남성의 집중이중모음은 가장 짧은 지속시간을 보인데 비해 미국인 여성의 집중이중모음의 지속시간은 세 이중모음 가운데 중간에 위치하고 있다. 다른 이중모음과의 차이가 12 ms 이내이며 표준편차 범위 내에 들어 있어서, 남성과 여성의 차이로 볼 수는 없을 것으로 판단된다.

<그림 5>는 미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 강도값의 각 측정지점별 평균값을 그래프로 보여준다.

그림 5. 미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 측정지점별 강도곡선

Figure 5. Intensity contours of English diphthongs at different measurement points



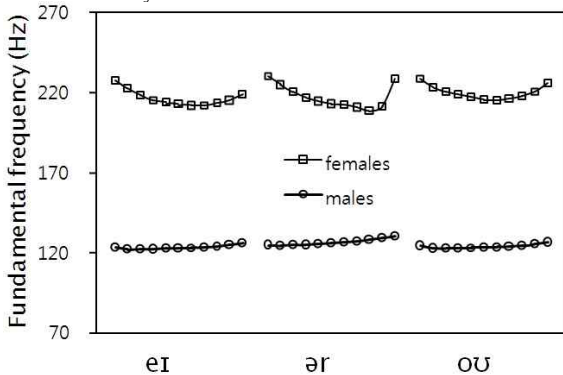
<그림 5>에서 보면 전체적으로 여성의 영어이중모음의 강도가 약간 높게 나타났고 /eɪ/에서 차이가 가장 많고(평균차이 2 dB), /əɪ, oʊ/에서는 출발점이 거의 같고 후반부에서만 약간의 차이를 보이고 있다. 전체 평균값을 보면 남성이 83 dB인데 비해 여성은 84 dB로 1 dB 차이를 보였다. 이러한 비슷한 분포와 경향은 Hillenbrand 등(1995)이 각 음성파형의 진폭 최고점을 중심으로 음량을 표준화시켰기 때문으로 여겨진다. 미국인 남성이 발음한 단모음의 강도는 81~86 dB의 범위를 보였고, 여성의 강도 범위는 82~86 dB이었다(양병곤, 2009ab). 그림에서 보면 대체로 영어이중모음의 시작에서부터 처음 3개의 지점에서 급격히 에너지가 증가하고, 지속시간 전체의 1/3 지점에 에너지의 정점이 배치되어 있음을 알 수 있다.

<그림 6>은 미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 피치값의 변화를 보여준다. 미국인 남성의 피치값의 평균은 125 Hz이고, 여성은 218 Hz로 93 Hz의 차이를 보였다. 앞서 미국인 여성의 포먼트값이 남성의 1.142배로 나타났는데, 피치값에서는 1.746배나 된다. 미국인 남성은 2 Hz의 표준편차를 보인데 비해 여성은 5.8 Hz의 표준편차를 보여 여성에서 다소 변화

량이 높게 나타났다. 참고로 미국인 남성이 발음한 영어단모음의 피치값의 변화범위는 119 Hz~133 Hz였고, 여성의 변화범위는 212 Hz~237 Hz였다(양병곤, 2009ab). 그림에서 미국인 남성의 피치는 대체로 평탄하게 진행하다가 끝부분이 약간 상승하는 모양을 보이는데 비해 여성은 다소 높은 피치에서 내려갔다 끝부분이 올라간 모양을 보이고 있다. 여성은 /ər/의 마지막 측정지점으로 급상승하는 모양을 보이고 있는데, <그림 5>의 강도곡선에서도 세 개의 이중모음 가운데 상대적으로 높은 값으로 끝나 이 발음을 좀 더 또렷하게 들리게 하기위해 애쓴 것으로 여겨진다.

그림 6. 미국인 남성과 여성의 측정지점별 영어이중모음의 피치곡선

Figure 6. Pitch contours of English diphthongs at different measurement points produced by American males and females



4. 요약 및 결론

이 연구의 목적은 Hillenbrand 등(1995)이 수집하고 인터넷에 공개한 미국인 남성과 여성 63명이 발음한 /hVd/환경의 영어이중모음의 포먼트와 피치, 지속시간, 강도 등의 음향적 특징을 11개의 균등한 시간점에서 측정하여 구하고, 이를 그래프로 그려 동적으로 변하는 궤적을 살펴봄으로써 영어이중모음의 음향적 특성을 규명하는 것이었다. 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 포먼트 변화는 거의 비슷한 모양을 보였다. 미국인 여성의 포먼트값을 1.142로 나누어 남성의 포먼트값에 맞추는 균일정규화를 적용해본 결과 매우 높은 일치율을 보였으며, 이러한 결과는 미국인 남성과 여성의 영어이중모음 조음동작이 거의 같다는 점을 시사한다.

둘째, 모음공간에서 본 영어이중모음의 움직임은 직선이라기 보다는 전이부가 따라오는 자음으로의 공동조음동작에 의해 굽어진 모양을 보였다. 굽은 모양은 이중모음마다 다소 차이를 보였다.

셋째, 미국인 남성과 여성이 발음한 영어이중모음의 지속시간은 여성이 남성보다 1.156배 더 길게 발음했고, 강도값에서는

여성이 조금 더 강하게 발음했고, 여성의 피치값은 남성보다 약 1.746배 더 높게 나타났다. 측정지점별 강도값, 피치값 곡선은 비슷한 모양을 나타냈다.

이러한 결과들을 볼 때 다양한 집단들이 발음한 영어이중모음의 음향적 특성은 상대적인 여러 측정 시간점에서 포먼트를 비롯한 음향값들의 궤적 분석을 통해 세부적인 비교가 가능하다고 결론을 내릴 수 있다.

앞으로 한국인 학습자들이 발음한 영어이중모음 발음과 이 연구의 결과를 비교하거나, 한국인과 영어원어민의 이중모음의 궤적을 변형시킨 합성음에 대한 지각적 차이를 연구해 볼 계획이다.

참고문헌

Yang, B. (1993). "An acoustical study of Korean diphthongs", *Malsori*, 25-26, 3-26.)
 (양병곤 (1993). "한국어 이중모음의 음향학적 연구", *말소리*, 25-26호, 3-26.)

Yang, B. (2008a). *English pronunciation: A new approach using a computer*. Busan: PNU Press.)
 (양병곤 (2008a). *영어발음: 컴퓨터를 활용한 새로운 접근*. 부산: 부산대학교출판부.)

Yang, B. (2008b). "Formant measurements of complex waves and vowels produced by students", *Speech Sciences*, 15(3), 39-52.
 (양병곤 (2008b). "복합음과 대학생이 발음한 모음 포먼트 측정", *음성과학* 15(3), 39-52.)

Yang, B. (2009a). "Formant trajectories of English vowels produced by American males", *Phonetics and Speech Sciences*, 1(3), 65-72.
 (양병곤 (2009a). "미국인 남성이 발음한 영어모음의 포먼트 궤적", *말소리와 음성과학*, 1(3), 65-72.)

Yang, B. (2009b). "Formant trajectories of English vowels produced by American males", *Phonetics and Speech Sciences*, 1(4), 3-9.
 (양병곤 (2009b). "미국인 여성이 발음한 영어모음의 포먼트 궤적", *말소리와 음성과학*, 1(4), 3-9.)

Borden, G. J. & Harris, K. S. (1984). *Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech*. Baltimore: Williams & Wilkins.

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*, 27, 769-773.

Edwards, H. T. (2003). *Applied phonetics: The sounds of American*

- English*. Clifton Park, NY: Delmar Learning.
- Fant, G. (1975). "Speech production", *STL-QPSR*, 2-3, 1-19.
- Gay, T. (1968). "Effect of speaking rate on diphthong formant movements", *Journal of the Acoustical Society of America*, 44, 1570-1573.
- Giegerich, H. J. (1993). *English phonology: An introduction*. New York: Cambridge University Press.
- Gimson, A. C. (1981). *An introduction to the pronunciation of English*. Hong Kong: Wing King Tong.
- 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*, 97, 3099-3111.
- Holbrook, A. & Fairbanks, G. (1962). "Diphthong formants and their movements", *Journal of Speech and Hearing Research*, 5, 38-58.
- Jones, D. (1956). *English pronouncing dictionary*. London: Dent.
- Kent, R. D. & Read, C. (1992). *The acoustic analysis of speech*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Kenyon, J. S. & Knott, T. A. (1953). *A pronouncing dictionary of American English*. Springfield, MA.: G. & C. Merriam.
- Ladefoged, P. (1982). *A course in phonetics*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1990). "Vowels of the world's languages", *Journal of Phonetics*, 18, 93-122.
- Lehiste, I. & Peterson, G. E. (1961). "Transitions, glides, and diphthongs", *Journal of the Acoustical Society of America*, 33, 268-77.
- Nordström, P. E. & Lindblom, B. (1975). "A normalization procedure for vowel formant data", Paper 212 at the *International Congress of Phonetics Sciences* in Leeds, August.
- Pickett, J. (1987). *The sounds of speech communication: A primer of acoustic phonetics and speech perception*. Austin, Texas: pro-ed.
- Prator, C. & Robinett, B. (1973). *A manual of American English pronunciation*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Trager, G. & Smith, H. L. (1951). *An outline of English structure*. Norman: Battenberg Press.
- Watson, C. I. & Harrington, J. (1999). "Acoustic evidence for dynamic formant trajectories in Australian English vowels", *Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 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*, 24, 245-261.
- Yang, B. (2009c). "English vowel spaces produced and perceived by Americans and Koreans", in C. Lee, G. B. Simpson, Y. Kim & P. Li (eds.), *The handbook of East Asian psycholinguistics*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 390-417.

• 양병곤 (Yang, Byunggon)

부산대학교 사범대 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