

한국어 /h/ 탈락에 대한 확률적 최적성이론 분석

박선
(서울대학교)

Park, Seon. 2015. Probabilistic OT analysis for Korean /h/ deletion. *Studies in Phonetics, Phonology and Morphology*. 21.1. 79-98. This study explores phonological variation in intersonorant /h/-deletion in Korean. In Korean, /h/ is optionally deleted between two sonorants. Based on a spoken corpus, gradient phonological patterns of /h/ deletion are investigated and analyzed within a Maximum Entropy version of Optimality Theory. The corpus study confirms that the distribution of /h/-deletion is phonologically patterned. By adopting universal constraints and assigning them numerical weights according to the Maximum Entropy model, the gradient phonological effects of /h/-deletion are analyzed. The learning simulation results indicate that the learned grammar can successfully reproduce the observed frequency of /h/ deletion. (Seoul National University)

Keywords: Korean /h/-deletion, gradient phonological effect, probabilistic OT, Maximum Entropy model

1. 서론

이 연구의 목적은 한국어의 음절두음 /h/가 공명음 사이에서 보이는 수의적 탈락의 비범주적(gradient) 양상을 조사 및 분석하는 것이다. 한국어의 /h/는 (1)과 같이 유성음 사이에 위치할 때 유성음화되거나 수의적으로 탈락하는데, 음절두음 /h/의 탈락은 비표준 발음으로 간주되나 실제 발화에서는 높은 빈도로 나타나는 현상으로 알려져 있다.

(1) 공명음간 /h/의 실현

- ㄱ. 이해 /ihɛ/ → [ihɛ] ~ [iɛ]
- ㄴ. 올해 /olhɛ/ → [orhɛ] ~ [orɛ]
- ㄷ. 인하 /inhə/ → [inhə] ~ [ina]

본고에서는 말뭉치 자료를 바탕으로 /h/의 수의적 탈락에 음운론적 경향성이 존재하는지를 확인하고 이를 최적성이론에 기반하여 분석하고자 한다.

한국어의 /h/는 이외에도 어간말 공명음 사이에서는 필수적으로 탈락하고, 파열음 또는 파찰음과 인접할 때 격음화 현상을 일으키는 등 다양한 음운 현상을 겪는다. 한국어의 /h/에 대한 연구는 이들 필수적 현상에 대한 것이 다수로, 공명음 사이에서 일어나는 수의적 탈락에 대한 논의는 상대적으로 적은 편이었다. 뿐만 아니라 공명음간 /h/의 탈락 현상을 다룬 많은 기존 연구에서는 /h/ 탈락의

비범주적 분포를 분석하기보다는 수의적 /h/ 탈락 현상의 존재 및 그 원인을 언급하는 데에 그쳤다.

Kim-Renaud (1975: 45-47), 이호영(1996: 176), 엄태수(2014: 173) 등에서는 /h/의 음가 불안정성 및 유성음 사이에서의 약화 현상이 /h/ 탈락의 근본적 원인이라고 하였다.

다음으로 /h/ 탈락의 발생 빈도에 영향을 주는 것으로는 발화 속도와 발화 스타일이 언급되었으나(Kim-Renaud 1975: 46), 음운 환경에 따라 /h/ 탈락의 발생 빈도가 달라진다는 관찰 또한 존재한다. /h/ 탈락의 발생 빈도에 영향을 미치는 음운 환경으로는 선행 자음의 공명도(정수희 1998: 18, 2003: 12-13), 문법적 경계 인식(이호영 1996: 176, 정수희 1998: 18) 등이 언급되었다. 특히 정수희(1998: 18, 2003: 12-13)에서는 선행음의 공명도가 클수록 /h/의 탈락이 쉽게 일어난다고 하였다. 그러나 이들 연구는 실제 발화 자료에 바탕한 구체적 빈도 차이에 대한 분석을 포함하지는 않았다.

실제 음성 자료를 기반으로 하여 공명음간 /h/의 실현 양상 및 탈락률을 계량적으로 살펴본 연구로는 차재은 외(2003)가 있다. 차재은 외(2003)에서는 10명의 화자를 대상으로 한 음성 실험을 통해 분절음 환경, 운율 환경, 발화 속도 등에 따른 /h/의 탈락 빈도를 조사하여 공명음간 /h/의 수의적 탈락 조건을 기술하고자 하였다. 그 결과 /h/ 탈락은 선행 분절음 부류에 따라서는 유음>비음>모음 순으로, 비음 중에서는 /m/ > /n/ > /ŋ/ 순으로 빈도가 높음을 확인하였으며, 이외에도 발화 속도가 빠를수록, 그리고 강세구를 구성하는 음절 수가 많을수록 /h/의 탈락률이 높음을 보고하였다.

정수희(1998: 18, 2003: 12-13)에서 언급된 관찰과 차재은 외(2003: 773-781)의 실험 결과는 /h/의 탈락이 발화 속도나 발화 스타일과 같은 비문법적 요소에 의해서만 발생하는 자유 변이가 아님을 의미한다. 즉 /h/의 탈락은 음운 문법의 작용 결과로서 음운 환경에 따라 서로 다른 정도의 발생률을 갖게 되는 비범주적 분포를 보인다. 그러나 이들 선행 연구에서 기술하고 있는 /h/의 탈락 분포는 서로 일치하지 않을 뿐만 아니라, 이와 같은 /h/ 탈락의 비범주적 분포의 기저에 존재하는 한국어 화자의 음운론적 지식을 밝히고 이를 형식적으로 제시하는 연구는 찾기 어려웠다.

공명음간 /h/ 탈락에 대한 규칙 기반 음운론적 분석을 제시한 연구에는 Kim-Renaud (1975: 47), 박진희(2006: 25) 등이 있는데, 이러한 연구들에서는 수의적 규칙을 설정함으로써 /h/의 탈락을 음운론적으로 정의하였다. 제약 기반 문법에 바탕하여 /h/의 수의적 탈락을 분석한 연구에는 김옥영(2005), 손범기(2014), Seo (2014) 등이 있다. 그러나 이들 분석 모두 환경에 따른 /h/ 탈락 빈도의 비범주적 분포에 관한 언급은 포함하지 않았다. 차재은 외(2003)에서는 발화 자료를 바탕으로 /h/의 탈락에 비범주적 음운 효과가 있음을 보고하면서 일부 경향성에 대한 음운론적 요인을 언급하였으나 공명음간 /h/의 수의적 탈락 경향 전반에 작용하는 음운론적 지식으로서의

형식적 분석을 제시하였다고 보기는 어렵다.

본 연구에서는 차재은 외(2003) 등 기존 연구에서 보고된 바 있는 공명음간 /h/ 탈락의 비범주적 경향을 보다 확장된 발화 자료를 바탕으로 확인하고, 그 결과에 대해 명시적인 형식적 분석을 제시하고자 한다. 이를 위해 먼저 말뭉치 조사를 통하여 80여 명의 화자에게서 수집한 1,600여 개의 실제 발화 자료에서 나타나는 음운 환경에 따른 /h/ 탈락의 구체적 분포 경향을 확인하였다. 그 결과 /h/ 탈락은 /h/ 앞에 형태소 경계가 존재하지 않을 때, 모음보다는 공명자음 뒤에서, 비음보다는 유음 뒤에서, 비음의 경우 /ŋ/보다는 /m/ 또는 /n/ 뒤에서 활발하게 일어남을 확인하였다.

제약들 사이에 절대적 위계 관계가 있음을 상정하는 기존 최적성이론에서는 이와 같은 변이 현상을 포착하기 어렵다. 이를 보완하고 변이형이 보이는 빈도 차이를 포착하기 위해 통계적 최적성이론(Stochastic OT), 최대 엔트로피 문법(Maximum Entropy Grammar)과 같은 확률적 최적성이론 문법(Probabilistic Optimality Theory Grammar)이 제안되었다(Coetzee and Pater 2011). 이 중 본고에서는 /h/ 탈락의 분포를 포착하기 위하여 최대 엔트로피 모형(Maximum Entropy Model)을 채택한다. 최대 엔트로피 최적성이론 문법은 확률적 최적성이론 문법 중 최근 가장 일반적으로 사용되고 있으며, 제약의 가중치를 통해 수의적 음운 현상의 비범주적 분포를 포착한다(Goldwater and Johnson 2003).¹ 요약하면, 본 연구는 지금까지 상대적으로 적게 다루어졌던 음운 환경에 따른 /h/ 탈락의 빈도 분포 차이를 확인하고, 이에 대하여 최적성이론에 기반한 형식적 분석을 제시하고자 한 것이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 서울말 낭독체 발화 말뭉치를 대상으로 조사한 환경별 /h/의 탈락 경향을 제시하고 이를 통계적으로 검정한다. 이를 바탕으로 3절에서는 최적성이론에 기반하여 /h/의 수의적 탈락 및 환경에 따른 탈락 경향을 설명하기 위한 제약을 설정하고, 설정된 제약을 바탕으로 4절에서는 학습 시뮬레이션을 실시하여 그 결과를 제시한다. 5절에서는 연구를 요약하고 의의를 제시한다.

¹ 최대 엔트로피 모형은 실제 발화 빈도 자료에 바탕하여 제약에 가중치를 부여함으로써 후보형이 0 또는 100의 확률을 갖는 범주적 분포 또한 포착한다. 예를 들어, 어떤 후보형이 실제 발화에서 전혀 나타나지 않는다면 이러한 빈도 분포는 해당 후보형이 위배하는 제약이 다른 제약들을 합친 것보다 높은 가중치를 갖게 함으로써 포착할 수 있다. 반면 /h/ 탈락과 같이 복수의 후보형이 출력형으로서 선택되는 경우, 이러한 비범주적 분포는 해당 후보형들이 위배하는 제약들에 비슷한 정도의 가중치를 부여함으로써 포착할 수 있다(Goldwater and Johnson 2003: 3).

2. 말뭉치 조사

2.1 대상 및 자료

본 연구에서 자료로 사용된 서울말 낭독체 발화 말뭉치(국립국어연구원 2003)는 2대 이상 서울·경기 지역에 거주한 20대에서 70대의 남녀 화자 120명이 녹음한 총 930종의 문장에 대한 낭독체 발화이다. 화자 집단으로는 남녀 동수의 20대 화자 40명, 50대 이상 화자 40명이 선택되었으며², 분석 대상 어절로는 /h/의 선행 환경을 고려하여 총 21개가 선별되었다. 대상 어절의 선행 공명음은 활음을 제외하고 모음, 비음(/m/, /n/, /ŋ/), 유음으로 구성되었으며 각 분절음을 포함한 어절은 선행 형태소 경계의 유무에 따라 쌍을 이루도록 하였다. 어절의 선별에 있어 음절 수, 모음의 높이 등은 고려하지 않았으며, 자료 확보의 어려움으로 인해 형태소 경계 내 /m/-/h/ 연쇄의 경우 하나의 어절만이 선별되었다. 차재은 외(2003)에서 고려되었던 강세구 및 억양구 등과 관계되는 운율적 요인 또한 제외하였는데, 그 이유는 차재은 외(2003)의 결과에서 강세구 및 억양구에 관련한 요인들의 영향력이 분절음 환경의 영향력에 비해 미약하거나 유의하지 않은 것으로 나타났을 뿐만 아니라, 문장의 종류가 제한되어 있는 말뭉치 자료의 특성상 운율적 요인의 영향을 확인하기 위해 필요한 다양한 조건을 충족시키는 발화를 충분히 확보할 수 없었기 때문이다. 이에 따라 최종적으로 선택된 어절은 21종이며, 총 1,609개의 어절이 분석되었다. 선택된 어절의 목록은 아래와 같다.

표 1. 조사 대상 어절³

선행 분절음	형태소 경계	
	형태소내	형태소간
모음	다도 <u>해</u> 니, 다 <u>해</u> 히, 오 <u>후</u> 를	궁리 <u>하</u> 다가, 기도 <u>하</u> 자, 조그마 <u>하</u>
비음	/m/ 남 <u>해</u> 를	경험 <u>하</u> 지, 위험 <u>하</u> 기
	/n/ 신 <u>하</u> 들이, 훈훈 <u>하</u> 한	비난 <u>하</u> 며, 훈훈 <u>하</u> 진
	/ŋ/ 동 <u>해</u> 안, 방 <u>하</u> 이면	개량 <u>하</u> 거나, 조용 <u>하</u> 한
유음	철 <u>히</u> , 결 <u>하</u> 고	걸 <u>하</u> 는, 해 <u>하</u> 는

² 일부 파일 오류로 인하여 실제로는 세대 집단당 37~39명의 자료가 사용되었다.

³ 조사 대상인 /h/를 음절두음으로 취하는 음절을 밑줄로 표시하였다.

2.2 조사 방법

먼저 말뭉치 자료에 포함된 발화 텍스트 정보를 바탕으로 공명음 사이에 음절두음 /h/가 위치하는 음소 연쇄를 포함한 어절을 분절음 환경에 따라 추출하고, 그 가운데에서 실험 대상으로 적절한 어절을 선별한 뒤⁴ Praat 5.3.69 (Boersma and Weenink 2014)를 이용하여 /h/의 탈락 여부에 따라 분석 및 분류하였다.

/h/의 탈락 여부 기준은 기식성의 유무로, 이는 청각적 판단 및 고주파 소음 구간의 시각적 확인을 통하여 이루어졌다. 그림 1, 2, 3의 스펙트로그램은 /h/의 실현 정도에 따른 “비난하며”의 세 가지 예를 보인 것이다. 그림 1에서는 /h/이 완전히 실현되어 뚜렷한 마찰 구간을 발견할 수 있으며, 그림 2의 경우 그림 1만큼 뚜렷하지는 않으나 충분히 식별 가능한 마찰 구간이 보인다. 반면, 그림 3의 경우 /h/이 완전히 탈락하여 마찰 구간이 식별되지 않으며 /n/의 과일과 선명한 모음 포먼트가 연이어 나타나는 등 /ㄴ하/가 선행 음절 /나/와 동일하게 발음되었음을 확인할 수 있다.

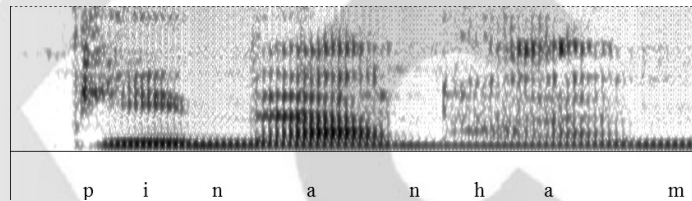


그림 1. /h/의 완전 실현

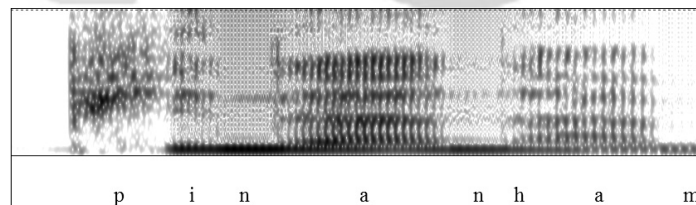


그림 2. /h/의 부분 실현

⁴ 실험 대상 어절은 /h/가 2~3음절에 위치하는 것으로 하되, 억양구 끝에 위치하는 어절을 제외하였다. 또한 후행 분절음이 /j/ 또는 /w/의 활음인 어절도 환경의 균일화를 위하여 제외하였다.

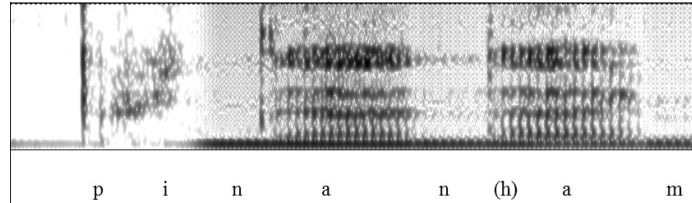


그림 3. /h/의 완전 탈락

본 연구에서는 그림 3에 해당하는 경우를 /h/ 탈락으로 보고, 1,609개 어절에 대하여 환경에 따른 /h/의 탈락 빈도를 구하였다. 2.3에서는 각 분절음 환경에 대한 /h/ 탈락 분포와 이에 대한 통계 검정 결과를 제시할 것이다.

2.3 결과

분석 결과, 전체 1,609개 발화 중 /h/이 실현된 것은 382개, 탈락된 것은 1,227개로 전체적으로 약 76%의 탈락률을 보였다. 또한 형태소 경계의 유무, 모음·비음·유음 등의 선행 분절음 부류, /m/·/n/·/ŋ/ 등 선행 비음의 조음 위치에 따른 /h/ 탈락 경향의 차이를 발견할 수 있었다.

첫 번째로 형태소 경계 여부에 따라서는 /h/ 앞에 형태소 경계가 존재할 때에는 약 71%, 존재하지 않을 때에는 약 81%로 형태소 경계 뒤에서 더 낮은 탈락률이 나타남을 확인할 수 있었다.

표 2. 형태소 경계 유무에 따른 /h/의 실현·탈락 경향

	형태소내	형태소간
실현	144 (18.80%)	236 (28.57%)
탈락	622 (81.20%)	590 (71.43%)

이러한 경향성이 통계적으로 유의미한지 확인하기 위하여 R 3.1.1 (R Core Team 2014)을 이용한 카이제곱 검정을 실시하였다. 그 결과, 형태소 경계 유무와 /h/ 탈락 사이에 유의미한 상관 관계가 있음을 확인하였다.

표 3. 형태소 경계 유무와 /h/ 탈락률의 관계에 대한 카이제곱 검정

	χ^2 -squared	df	p-value
형태소 경계 유무	19.4517	1	1.032e-05

다음으로 선행 분절음 부류에 따른 탈락 빈도를 살펴보면 /h/는 모음 뒤에서 약 61%로 가장 낮은 탈락률을 보였으며, 이어 비음 뒤에서는 약 77%로 두 번째로 높은 탈락률을 보였고, 유음 뒤에서 약 95%로 가장 높은 탈락률을 보였다.

표 4. 선행 분절음 부류에 따른 /h/의 실현·탈락 경향

	모음	비음	유음
실현	177 (38.73%)	187 (22.61%)	16 (5.19%)
탈락	280 (61.27%)	640 (77.39%)	292 (94.81%)

이에 대하여 세 개의 선행 분절음 부류 사이, 그리고 이들 중 비음-모음, 비음-유음, 모음-유음 등 두 요소로 이루어진 각 분절음 부류의 쌍에 대하여 개별적인 카이제곱 검정을 실시한 결과, 선행 분절음 부류와 /h/의 탈락 사이에는 통계적으로 유의미한 상관 관계가 있음을 확인할 수 있었다.

표 5. 선행 분절음 부류와 /h/ 탈락률의 관계에 대한 카이제곱 검정

	χ^2 -squared	df	p-value
선행 분절음 부류	113.9721	2	< 2.2e-16
비음-모음	34.1483	1	5.107e-09
비음-유음	47.827	1	4.655e-12
모음-유음	107.9652	1	<2.2e-16

비음이 선행하는 경우의 탈락률은 /ŋ/ 뒤에서 약 71%로 가장 낮았으며, 다음으로 /n/ 뒤에서 약 79%, /m/ 뒤에서 약 82%로 가장 높았다. 이에 대하여 표 7과 같이 카이제곱 검정을 실시한 결과, /n/과 /m/ 사이에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았으나 /ŋ/와 나머지 비음 사이에서는 /h/의 탈락률에 유의미한 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

표 6. 선행 비음의 종류에 따른 /h/의 실현·탈락 경향

	/m/	/n/	/ŋ/
실현	40 (17.70%)	60 (20.07%)	87 (28.81%)
탈락	186 (82.30%)	239 (79.93%)	215 (71.19%)

표 7. 선행 비음과 /h/ 탈락률의 관계에 대한 카이제곱 검정

	χ^2 -squared	df	p-value
비음의 조음 위치	12.9024	2	0.001579
/ŋ/-/n/	10.3067	1	0.001326
/ŋ/-/m/	6.1125	1	0.01342
/m/-/n/	0.7906	1	0.3739

이상에서 확인된 /h/의 탈락 양상을 요약하면 아래와 같다.

(2) 음운 환경에 따른 /h/의 탈락 빈도 분포

- ㄱ. 선행 분절음 부류에 따라 유음, 비음, 모음 순으로 탈락률이 높다.
- ㄴ. 형태소 경계가 선행할 때 탈락률이 낮다.
- ㄷ. /ŋ/가 선행할 때 /m/, /n/이 선행할 때에 비해 탈락률이 낮다.

(2)의 결과는 선행음에 따른 유음>비음>모음 순의 탈락률, /ŋ/의 낮은 탈락률 등에서 차재은 외(2003)과 같은 경향성을 보였으나⁵, 비음과 유음의 탈락률 차이가 뚜렷하게 나타난 반면 /n/과 /m/의 탈락률 차이는 유의미하지 않았다. 선행 공명음의 공명도가 클수록 탈락률이 높다고 한 정수희(1998: 18, 2003: 12)와 비교해 보면, 유음의 탈락률이 비음보다 높다는 점은 일치하나 공명도가 가장 높은 모음의 탈락률이 가장 낮다는 점에서는 정반대의 경향을 보였다.⁶ 또한 기존 연구에서는 조사되지 않았던 형태소 경계 유무에 따른 탈락률을 조사하여 유의미한 차이를 확인하였다.⁷

3. 분석

이 장에서는 위에서 얻은 공명음간 음절두음 /h/의 탈락 현상의 발생 및 관찰된 경향을 최적성이론 제약을 사용하여 분석한다.

한국어 /h/의 공명음간 탈락에 대한 최적성이론 분석을 제시한

⁵ 차재은 외(2003)의 실험 결과 선행 분절음에 따른 /h/의 탈락률은 모음 뒤에서 약 30%, 비음과 유음 뒤에서 약 60%로 유음 뒤의 탈락률이 조금 더 높았으며, 선행 비음에 따른 탈락률은 /m/ 뒤에서 약 65%, /n/ 뒤에서 약 60%, /ŋ/ 뒤에서 약 50%였다(차재은 외 2003: 777). 말뭉치 조사에서 확인된 탈락률이 20% 포인트 가량 더 높은데, 이는 실험을 위해 녹음된 자료와 발화 말뭉치 자료 사이의 성격 차이 때문일 가능성이 있다.

⁶ 정수희(1998, 2003)에서 언급한 선행 자음의 공명도에 따른 /h/ 탈락률의 차이는 각주에서 간략히 언급되는 데에 그쳐 본고에서의 말뭉치 조사 결과 및 차재은 외(2003)의 결과와 일치하지 않는 원인에 대해 추측하는 것은 어렵다.

⁷ /h/가 형태소 경계에 후행하는 단어의 대부분에서 /h/는 3음절에 위치한다는 공통점이 있다. 따라서 관찰된 /h/ 탈락의 분포가 형태소 경계에 의한 효과인지 아니면 음절 수와 같은 운율적 요소에 의한 효과인지 구분하기 어렵다.

연구에는 김옥영(2005), 손범기(2014), Seo (2014) 등이 있다. 손범기(2014), Seo (2014)에서는 수의적 탈락에 대한 선택적 제약 위계를 제시하였으며 김옥영(2005)에서는 제약 사이의 불완전 순위(Partial ranking)로 /h/의 수의적 탈락을 설명하였으나, 이들 모두 음운 환경에 따른 /h/의 비범주적 분포에 대한 분석은 제시하지 않았다. 본고에서는 말뭉치 자료에서 확인된 환경별 탈락 빈도 분포를 설명하기 위하여 최대 엔트로피 모형(Goldwater and Johnson 2003)을 통해 /h/ 탈락의 발생 분포를 직접 포착하고자 하였다.

최대 엔트로피 모형은 주어진 각 후보형의 실현 빈도 자료를 바탕으로 하여 각각의 관련 제약에 적절한 가중치를 부여함으로써 입력된 빈도 자료를 포착하게 된다. 각 후보형의 적형성은 각 후보형이 위배하는 제약들 각각의 가중치를 종합적으로 고려하여 계산되는데, 가중치가 높은 제약을 위배하거나 많은 제약을 위배할 때 유효성은 증가한다. 따라서 제약을 제시할 때 사용되는 이하의 모든 분석 표에서는 원칙적으로 모든 후보형이 최적형으로 선택될 수 있으며, 구체적인 /h/ 탈락의 분포는 이 제약들 각각에 가중치를 부여함으로써 포착된다.

3.1 /h/ 탈락의 발생

첫 번째로 공명음간 /h/의 수의적 탈락에 작용하는 제약을 설정할 필요가 있다. 본 연구에서는 공명음 사이에서의 /h/ 탈락을 요구하는 유효성 제약으로 *[+son]h[+son]를 설정한다. 이외에 HAVEPLACE (손범기 2014: 172), AGREE(voice)와 VOP (Voiced Obstruent Prohibition) (김옥영 2005: 638) 등이 /h/의 탈락을 요구하는 제약으로 제시되었다. HAVEPLACE 는 한국어의 /h/가 후행 모음에 따라 조음위치가 동화되는 등 고정적인 조음 위치를 갖지 못한다는 점에 주목하여 설정된 제약으로서, 이세창(2009: 491)에서도 음절두음이 위치동화의 촉발자가 되는 등 음절말음에 비해 음절두음이 위치 자질을 보유하는 것이 무표적이라는 점을 들어 음절두음이 조음위치를 가질 것을 요구하는 ONS(place)를 설정하여 고대 영어의 /h/ 탈락을 분석하였다. 그러나 이 제약은 한국어에서 엄연히 자음으로서 변별성을 가지고 있는 /h/의 실현 자체를 금지하며, /h/ 탈락의 조건이 되는 공명음 사이라는 음운 환경을 포함하지 않는다. 김옥영(2005)에서는 /h/가 주변 공명음에 동화하여 유성음화될 것을 요구하는 AGREE(voice) 제약과 유성 장애음을 금지하는 VOP 제약, 분절음의 유성성을 보존하기를 요구하는 IDENT(voice) 제약, 그리고 분절음의 삭제를 금지하는 MAX-IO 제약의 충돌로 인하여 /h/가 탈락한다고 하였다. 그러나 유성음 환경에서 일어나는 무성음의 유성음화는 한국어의 파열음과 파찰음 등에서도 일어나는 현상이므로, AGREE(voice)와 IDENT(voice) 제약의 상호작용으로 /h/ 탈락을 설명하기 위해서는 같은 환경에서 유성음화되지만 탈락하지 않는 다른

장애음과 달리 /h/만을 탈락 가능하게 하는 제약을 설정할 필요가 있다. 이를 위해 설정할 수 있는 제약은 손범기(2014)의 HAVEPLACE와 같은 유표성 제약일 수도 있으며, /h/와는 달리 장애음과 파찰음의 삭제를 금지함으로써 /h/의 탈락을 비교적 덜 유표적인 현상으로 만드는 보다 세분화된 충실성 제약일 수도 있다. 본고에서는 /h/탈락의 근본적인 원인에 대한 분석을 제약에 반영하는 것을 보류하고, 대신 전통적인 규칙 기반 문법에서의 기술을 따라 Seo (2014: 105)에서도 사용된 바 있는 기술적 유표성 제약 $*[+son]h[+son]$ 를 사용하기로 한다. 규칙 기반 문법에 따르면 공명음간 /h/의 탈락은 아래 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

(3) $h \rightarrow \emptyset / [+voice] _ [-cons]$ (Kim-Renaud 1975: 47)

(3)에서 /h/ 탈락의 조건인 $[+voice] _ [-cons]$ 는 $[+son] _ [+son]$ 으로 다시 나타낼 수 있으며, 이에 바탕하여 설정된 유표성 제약 $*[+son]h[+son]$ 과 분절음 삭제를 금지하는 충실성 제약 MAX-IO의 상호작용이 /h/ 탈락의 근본적인 동기가 된다고 할 수 있다. 이에 따라 /h/ 탈락의 발생에 작용하는 제약을 정리한 것이 아래의 (4)이며, 이를 반영하여 어중에서 나타나는 /h/의 실현을 분석 표로 나타내면 (5)와 같다.

(4) /h/ 탈락의 발생에 관련한 제약

- ㄱ. $*[+son]h[+son]$: 공명음 사이에 /h/가 위치해서는 안 된다.
- ㄴ. MAX-IO: 입력형의 모든 분절음은 출력형에 대응소를 가져야 한다.

(5) ‘이해’의 /h/ 실현에 대한 분석

Input: i.he	$*[+son]h[+son]$	MAX-IO
☞ a. i.hɛ	*	
☞ b. i.ɛ		*

제약 사이에 절대적 상하 관계이거나 완전히 동등한 위계를 설정하는 기존 최적성이론에 따르면 (5)와 같은 /h/의 수의적 탈락 현상은 a와 b의 후보형 모두가 같은 채택 확률을 갖는 자유 변이로 분석될 수 있다. 그러나 최대 엔트로피 모형에 기반하여 각 제약에 서로 다른 가중치를 부여할 경우 a와 b는 상대적인 유표성의 차이에 의하여 서로 다른 출력 빈도를 가지게 될 것이다. 예를 들어 $*[+son]h[+son]$ 이 MAX-IO보다 높은 가중치를 갖는다면 높은 가중치를 갖는 제약을 위배하는 a가 b에 비해 낮은 확률로 채택될 것이다. 2절의 발음치 조사 결과에서 /h/의 평균 탈락률은 약 76%로 실현률에 비해 높은 것으로 나타났으므로, $*[+son]h[+son]$ 의 가중치는 MAX-IO의 가중치보다 높아야 한다.

이상에서 수의적 /h/ 탈락의 기본적 발생을 설명하는 제약을 설정하였다. 이하의 3.2부터 3.4에서는 말뭉치 조사를 통해 확인된 음운 환경에 따른 탈락 분포를 설명하기 위한 제약을 설정한다.

3.2 형태소 경계 효과

형태소 경계가 선행할 때 그렇지 않은 경우에 비하여 /h/의 탈락이 저지되는 경향은 형태소 경계에 대하여 적용되는 (6)의 ANCHOR-MORPHEME-LEFT 제약을 설정함으로써 설명이 가능하다. (7ㄱ)과 (7ㄴ)의 후보형들을 비교하여 보면, 후보형 a는 *[+son]h[+son] 제약만을 위배한다는 점에서 동일하다. 그러나 (7ㄱ)의 b와 같이 입력형에서 형태소 경계에 /h/가 후행할 경우, /h/가 탈락하였을 때 ANCHOR 제약을 추가로 위배함으로써 유효성은 증가하게 된다. 따라서 /h/ 앞에 형태소 경계가 존재하지 않는 (7ㄴ)의 b에 비해 (7ㄱ)의 b는 보다 유효적인 후보형으로서 a와 비교하였을 때 출력형으로 채택될 가능성이 낮아지게 된다.

(6) ANCHOR-MORPH-LEFT: 입력형 형태소의 왼쪽 끝 분절음은 출력형의 형태소 왼쪽 끝에 대응소를 가져야 한다.

(7) ‘기도하니’와 ‘오후’에 대한 분석
ㄱ. ‘기도하니’

Input: ki.to+hani	ANCHOR-MORPH-L	*[+son]h[+son]	MAX-IO
a. ki.to.ha.ni		*	
b. ki.to.a.ni	*		*

ㄴ. ‘오후’

Input: o.hu	ANCHOR-MORPH-L	*[+son]h[+son]	MAX-IO
a. o.hu		*	
b. o.u			*

3.3 분절음 부류에 따른 탈락 분포

다음으로는 선행 분절음 환경에 따른 /h/의 탈락 빈도 분포 차이를 설명하기 위한 제약을 설정한다.

첫 번째로, 선행 분절음 부류에 따라 비음과 유음에 비해 모음 뒤에서 /h/의 탈락률이 가장 낮음을 확인하였다. 이는 ONSET 제약의 설정을 통해 설명할 수 있는데, 모음 사이의 /h/가 탈락할 경우 모음의 연쇄가 만들어지며 이는 ONSET 제약을 위배하게 된다. 모음으로 시작하는 음절을 회피할 것을 요구하는 ONSET 제약은 모음 연쇄회피와 같은 한국어의 다른 음운현상을 분석하는 데에도 사용되는 등 그 유효성을 인정받고 있는 제약이다. 아래의 (9ㄱ)과 (9

ㄴ)을 비교하여 보면, (9ㄱ)의 b와 같이 /h/의 탈락으로 인하여 모음 연쇄가 만들어지는 후보형의 경우 ONSET 제약을 추가로 위배하게 된다. 따라서 (9ㄱ)의 b는 (9ㄴ)의 c에 비해 유효적인 후보형으로서 낮은 채택 확률을 가지게 된다.

(8) ONSET: 모든 음절은 음절두음을 가져야 한다.

(9) ‘기호’와 ‘남해’에 대한 분석

ㄱ. ‘기호’

Input: ki.ho	ONSET	*[+son]h[+son]	MAX-IO
a. ki.ho		*	
b. ki.o	*		*

ㄴ. ‘남해’

Input: nam.hɛ	ONSET	*[+son]h[+son]	MAX-IO
a. nam.hɛ		*	
b. na.mhɛ		*	
c. na.mɛ			*

두 번째로, /h/는 비음 뒤에 위치할 때보다 유음 뒤에 위치할 경우 더욱 쉽게 탈락함을 확인하였다. 이 현상을 설명하기에 앞서 공명자음과 /h/의 연쇄가 음절구조상으로 어떻게 실현되는지 살펴볼 필요가 있다. 공명자음과 /h/의 연쇄는 한 음절의 음절두음으로 재구조화된다는 관찰이 있어 왔다. 신지영·차재은(2000: 826), 차재은 외(2003: 780), 강지수(2003: 34), 정인호(2004: 25)에서는 음절두음 /h/에 선행하는 음절말음 /l/이 음절두음에서만 나타날 수 있는 [r]로 실현됨을 지적하였으며, /m/, /n/, /ŋ/ 등 다른 공명자음도 /h/에 선행하는 환경에서 음절두음으로서 실현될 수 있다고 하였다. 특히 /l/의 경우 음절말음과 음절두음의 변이음이 뚜렷하게 구분되는데, 말뭉치 자료에서 음절두음 /h/에 선행하는 /l/의 실현형을 확인한 결과 하나의 발화를 제외하고는 /h/의 탈락 여부와 관계 없이 모든 /l/이 [r]로 실현되었음을 확인할 수 있었다. 이는 선행 연구의 관찰과 같이 본래 어말에 위치했던 /l/이 /h/ 앞에서 음절두음으로 재음절화되는 음절 경계의 이동이 일어났음을 보여 준다. 이와 같은 재음절화는 음절말음을 금지하는 NoCODA 제약의 효과로 이해할 수 있다.⁸

⁸ 차재은 외(2003: 780), 신지영·차재은(2000: 829-834), 강지수(2003: 37) 등에서는 이와 같은 재음절화가 가능한 것은 /h/가 활음이기 때문이라고 본다. Chomsky and Halle (1968: 354) 등에서도 /h/는 활음으로 분류된 바 있다.

(10) NoCODA: 음절말음을 금지한다.

비음에 비해 유음 뒤에서 높은 탈락률이 나타나는 현상을 설명하기 위하여 이 장에서는 Clements (1990: 304)에서 제시된 공명도 분산 원칙(Sonority Dispersion Principle; SDP)을 채택한다. 공명도 분산 원칙은 공명도의 분포에 따라 음절을 구성하는 분절음 연쇄에서 가장 선호되는 구조를 제시한 것으로, 음절의 선행 반음절 내의 각 분절음이 갖는 공명도는 뒤로 갈수록 커지되 분절음 사이의 공명도 차이는 최대화되어야 하는 반면, 후행 반음절 내의 각 분절음이 갖는 공명도는 점점 작아지되 공명도 차이는 최소화되어야 한다는 것이다(Clements 1990: 304, Kenstowicz 1994: 283). Clements (1990: 305)에서는 이에 따라 장애음(Obstruent) < 비음(Nasal) < 유음(Liquid) < 활음(Glide) < 모음(Vowel)의 공명도 위계에 바탕하여 구성 분절음에 의한 각 반음절 유형의 분산도를 계산하고 복잡도 점수를 부여하였다. 높은 복잡도 점수를 갖는 반음절 유형일수록 더 높은 유효성을 가지게 된다. 모음(V)을 음절핵으로 취하는 세 분절음의 연쇄로 이루어진 선행 반음절의 분산도와 복잡도는 아래의 표 8과 같다.

표 8. 공명도 분산 원칙에 의한 3음소 선행 반음절의 분산도와 복잡도
(Clements 1990: 305)

	분산	복잡도
OLV	0.56	1
ONV, OGV	1.17	2
NLV, NGV	1.36	3
LGV	2.25	4

위의 논의에 따라 /h/를 활음으로 간주하였을 때 비교 대상이 되는 반음절은 비음(N)-활음(G)-모음(V)의 연쇄인 NGV와 유음(L)-활음(G)-모음(V)의 연쇄인 LGV이다. 유음은 비음보다 높은 공명도를 지니므로, 유음으로 시작하는 반음절 LGV는 상대적으로 완만한 공명도 상승을 갖게 되고, 결과적으로 덜 선호되는 공명도 분포를 이룬다.⁹ 표 8에서도 확인할 수 있듯이 공명도 분산 원칙에 의한 반음절의 선호도 위계는 반음절을 구성하는 음소의 종류에 따라 4단계 이상의 연속체를 이루어 다른 일반적인 제약과 같이 단순한 준수와 위배의 개념으로 나타내기 곤란하다. 그러나 본고에서는 분석

⁹ 비음과 유음의 공명도 차이에 의한 음소배열의 적형성 차이의 예는 여러 언어에서 발견할 수 있다. 예를 들어 영어에서는 /pl-/과 같이 장애음과 유음으로 구성된 OLV 연쇄는 가능하나 */pn-/ 등 공명도상에서 한 단계 가까운 ONV 연쇄는 허용되지 않는다.

의 편의를 위하여 다른 일반적 최적성이론의 제약과 같이 작용하는 SDP 제약을 설정하였다. 이는 본고의 분석에 직접적으로 관련되는 NGV와 LGV 반음절만을 고려한 것으로, 둘 중 공명도 분산 원칙에 의해 덜 선호되는 연쇄인 LGV가 제약을 위배하는 것으로 본다.

이에 따라 (12ㄱ)의 b와 (12ㄴ)의 b를 비교하여 보면, 유음을 포함하는 (12ㄴ)의 b가 SDP제약을 추가로 위배하여 보다 유표적인 형태로서 낮은 채택률을 갖는다.

(11) SDP (Sonority Dispersion Principle): 한 음절의 선행 반음절을 이루는 분절음 사이의 공명도 차이는 최대화되어야 한다.

(Clements 1990: 304, Kenstowicz 1994: 283)

(12) ‘남해’와 ‘올해’에 대한 분석

ㄱ. ‘남해’

Input: nam.hɛ	NoCODA	*[+son]h[+son]	SDP	MAX-IO
a. nam.hɛ	*	*		
b. na.mhɛ		*		
c. na.mɛ				*

ㄴ. ‘올해’

Input: ol.hɛ	NoCODA	*[+son]h[+son]	SDP	MAX-IO
a. ol.hɛ	*	*		
b. o.rhɛ		*	*	
c. o.rɛ				*

3.4 비음간의 탈락 분포

마지막으로 /m/, /n/에 비해 /ŋ/ 뒤에서 /h/ 탈락이 저지되는 경향을 설명하는 제약을 설정한다. /ŋ/는 한국어에서 음절두음으로 실현되는 것이 저지되는 자음이다(배주채 1996: 81, 83, 강옥미 2003: 363, Chung 2001). 이에 따라 음절두음 /ŋ/를 저지하는 유표성 제약을 설정함으로써 /h/ 탈락 저지 현상을 해석할 수 있다(차재은 외 2003: 781). 이를 분석 표에 반영하면 (14)와 같다.

(13) *[ŋ: h]는 음절두음에 위치할 수 없다(Chung 2001: 182).

(14) ‘동해’와 ‘남해’에 대한 분석

ㄱ. ‘동해’

Input: ton.he	ONSET	*[ŋ]	*[+son]h[+son]	MAX-IO
a. ton.he			*	
b. to.ŋhe		*	*	
c. ton.ε	*			*
d. to.ŋε		*		*

ㄴ. ‘남해’

Input: nam.he	ONSET	*[ŋ]	*[+son]h[+son]	MAX-IO
a. nam.he			*	
b. na.mhe			*	
c. na.mε				*

(14ㄱ)의 b, d와 같이 /ŋ/가 재음절화될 경우 (13)의 *[ŋ] 제약을 위배하게 되며, c와 같이 /h/가 탈락했으나 재음절화되지 않을 경우 모음 연쇄와 마찬가지로 ONSET 제약을 위배하게 되므로 다른 자음이 선행할 경우와 달리 /ŋ/가 언제나 재음절화된다고 보기 어렵다. /h/가 탈락한 후보형인 (14ㄱ)의 c, d와 (14ㄴ)의 c를 비교해 보면, (14ㄴ)의 c는 MAX-IO만을 위반하는 데에 비해, (14ㄱ)의 c는 ONSET 제약을, (14ㄴ)의 d는 b와 함께 *[ŋ] 제약을 추가적으로 위배하게 되어 /h/가 탈락하지 않은 후보형인 a, b와 비교했을 때 더 큰 유표성을 지니게 된다. 따라서 관련 제약들이 일정 수준 이상의 가중치를 가질 경우 a에 비해 b, c, d 모두 유표적인 후보형으로서 출력형으로 채택될 가능성이 적어진다.

이상에서 제시된 제약 중 상호작용을 통해 /h/ 탈락의 발생 및 환경에 따른 빈도 분포에 작용하는 제약은 *[+son]h[+son], MAX-IO, ANCHOR-MORPH-LEFT, ONSET, SDP, *[ŋ]의 6개이다. 4절에서는 소프트웨어를 사용해 각 제약의 가중치를 계산하고 학습 시뮬레이션을 통해 음운 환경에 따른 /h/의 탈락률을 예측함으로써 제시된 문법이 /h/의 수의적 탈락 경향을 포착할 수 있음을 보일 것이다.

4. 기계학습

위에서 설정한 제약을 바탕으로 MaxEntGrammarTool (Wilson and George 2009)을 이용한 학습 시뮬레이션을 실시하였다. 학습 자료는 2절의 발화 말뭉치 조사에서 확인된 음운 환경에 따른 /h/의 실현 및 탈락 빈도로서, 음운 환경에 따라 일반화된 후보형과 각 후보형의 발생 빈도, 그리고 각 후보형의 제약 위배 여부로 이루어졌다. 학습에 사용된 자료는 아래의 표 9와 같다.

표 9. 학습 자료

입력형	출력형	관찰 빈도	제약 위배					
			ONSET	ANCHOR-M-L	MAX	*[+son]h[+son]	SDP	*[ŋ]
VhV	VhV	94				*		
	VV	133	*		*			
V+hV	V+hV	83				*		
	V+V	147	*	*	*			
mhV	mhV	13				*		
	mV	65			*			
m+hV	m+hV	23				*		
	m+V	125		*	*			
nhV	nhV	11				*		
	nV	143			*			
n+hV	n+hV	54				*		
	n+V	92		*	*			
ŋhV	ŋhV	31				*		
	ŋV	123			*			*
ŋ+hV	ŋ+hV	56				*		
	ŋ+V	92		*	*			*
lhV	lhV	1				*	*	
	IV	153			*			
l+hV	l+hV	15				*	*	
	l+V	139			*			

이를 바탕으로 최대 엔트로피 모형에 따라 제약 가중치를 계산하고, 만들어진 문법이 입력 자료를 재현하는지 확인하였다. 계산된 제약 가중치는 아래 표 10과 같다.

표 10. 학습된 제약 가중치

제약	가중치
*[+son]h[+son]	1.70
SDP	1.20
ONSET	1.01
*[ŋ]	0.57
ANCHOR-MORPH-L	0.45
Max-IO	0.0

*[+son]h[+son] 제약의 높은 가중치와 MAX-IO 제약의 가장 낮은 가중치는 자료에서 나타난 /h/의 높은 탈락률을 반영하는 것으로 볼 수 있으며, SDP와 ONSET 제약에 비해 *[η]와 ANCHOR-MORPH-L 제약의 가중치가 낮은 것은 분절을 부류 효과에 비해 / η / 효과와 형태소 경계 효과가 약했음을 반영한다. 학습 시뮬레이션의 결과를 입력 자료와 비교한 것은 아래의 그림 4, 그림 5와 같다.

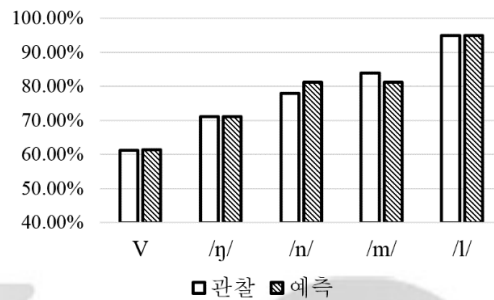


그림 4. 선행 분절을 환경에 따른 /h/의 탈락률 예측

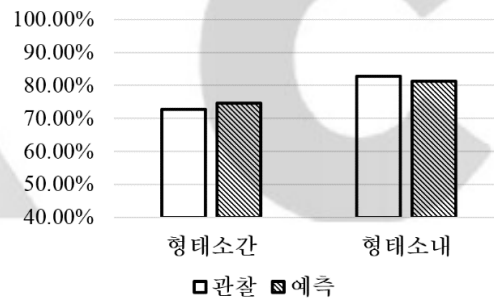


그림 5. 형태소 경계 유무에 따른 /h/의 탈락률 예측

학습 결과, 입력된 자료와 예측된 탈락률은 /n/과 /m/에서 약간의 차이를 보였으나 대체로 유사하였다. /n/과 /m/의 경우 관찰 탈락률과 달리 예측 탈락률이 동일했는데, 이는 /n/과 /m/에서 나타난 /h/ 탈락 빈도의 분포 차이가 통계적으로 유의하지 않았으므로 /n/과 /m/의 탈락률 차이에 관한 제약을 별도로 설정하지 않았기 때문이다. 형태소 경계의 유무에 따른 탈락률의 차이는 예측값에서 조금 더 적게 나타났으나, 선행 분절음 환경 및 형태소 경계 유무에 의한 탈락 빈도 분포의 경향을 대체로 재현하였음을 확인할 수 있었다.

5. 결론

이상으로 환경에 따른 공명음간 음절두음 /h/의 수의적 탈락 현상을 발음치를 바탕으로 살펴보고, 이에 대하여 확률 기반 최적성 이론을 통한 분석 및 가상 기계 학습을 통한 재현을 시도하였다. 그 결과 /h/의 탈락은 선행음의 부류에 따라 유음>비음>모음 순으로, 그리고 형태소 경계가 선행하지 않을 때 선행하는 경우보다, 그리고 /m/ 또는 /n/이 선행할 때 /ŋ/가 선행하는 경우보다 /h/의 탈락률이 높음을 확인할 수 있었다.

/h/ 탈락의 발생과 위에서 확인한 경향성을 최적성이론을 기반으로 분석한 결과, *[+son]h[+son], *[ŋ, ONSET, SDP 등의 유표성 제약과 MAX-IO, ANCHOR-MORPH-L 등의 충실성 제약을 통하여 선행 형태소 경계 효과, 선행 분절음 부류 효과, 그리고 /ŋ/ 선행 환경의 탈락 저지 효과를 비롯한 공명음간 음절두음 /h/의 수의적 탈락 경향을 분석할 수 있음을 보였다. 뿐만 아니라, 최대 엔트로피 모형에 기반하여 각 제약에 대한 가중치를 계산하고, 이를 바탕으로 학습 시뮬레이션을 실시한 결과 입력된 관찰 자료의 빈도수에 나타난 경향성을 대체로 예측에서 재현하였음을 확인할 수 있었다.

본고에서는 한국어의 수의적 음운 현상 중 하나인 공명음간 /h/ 탈락이 환경에 따라 상이한 비범주적 분포를 보인다는 사실을 확인하였고, 최대 엔트로피 모형을 사용하여 그 기저에 존재하는 음운론적 지식을 밝히고자 형식적 분석을 실시하였다. 가상학습을 실시한 결과 최대 엔트로피 모형에 의해 설정한 문법이 /h/ 탈락의 분포를 성공적으로 포착하고 있음을 확인하였다.

참고문헌

- 강옥미. 2003. *한국어 음운론*. 태학사.
 강지수. 2003. *후음 /h/의 변이와 음운현상 고찰*. 충남대학교 석사학위논문.
 박진희. 2006. *현대국어의 탈락현상 연구*. 충남대학교 석사학위논문.
 국립국어연구원. 2003. *서울말 낭독체 발화 발음치*. 국립국어연구원.
 김옥영. 2005. ‘ㅎ’ 탈락 현상 연구: 강릉 지역어를 중심으로. *언어* 30.4, 631-650. 한국언어학회.
 배주채. 1996. *국어음운론 개설*. 신구문화사.
 손범기. 2014. 한국어와 일본어에 나타나는 /h/의 음운적 특징. *日語日文學研究* 91.1, 167-188. 한국일어일문학회.
 신지영·차재은. 2000. 공명자음 뒤에 위치한 /h/. *21세기 국어학의 과제*, 821-835. 도서출판 월인.
 엄태수. 2014. 현대국어의 수의적 음운현상에 대한 연구. *국제어문* 60, 155-184. 국제어문학회.

- 이세창. 2009. 고대영어의 /h/-탈락에 관한 연구: 운율형판이론과 최적성이론의 적용결과를 비교함. *음성·음운·형태론연구* 15.3, 485-497. 한국음운론학회.
- 이호영. 1996. *국어 음성학*. 태학사.
- 정수희. 1998. *현대국어의 ‘ㅎ’ 축약과 탈락현상의 제약 연구*. 이화여자대학교 석사학위논문.
- _____. 2003. 현대국어의 ‘ㅎ’ 축약과 탈락현상의 제약 연구. *대학원연구논집*, 5-40. 이화여자대학교 대학원.
- 정인호. 2004. ‘자음-ㅎ’ 연쇄에서의 음변화. *한국문화* 34, 21-41. 서울대학교 규장각 한국학연구원.
- 차재은·정명숙·신지영. 2003. 공명음 사이의 /h/의 실현에 대한 음성·음운론적 고찰. *언어* 28.4, 765-783. 한국언어학회.
- BOERSMA, PAUL and WEENINK, DAVID. 2014. *Praat: Doing Phonetics by Computer* (Version 5.3.69) [Computer program]. retrieved 28 March 2014 from <http://www.praat.org/>.
- CHOMSKY, NOAM and HALLE, MORRIS. 1968. *The Sound Pattern of English*. New York: Harper & Row.
- CHUNG, CHIN-WAN. 2001. The behavior of velar nasal and syllabification. *Studies in phonetics, phonology and morphology* 6.3, 431-450. The Phonology-Morphology Circle of Korea.
- CLEMENTS, GEORGE N. 1990. The role of the sonority cycle in core syllabification. In John Kingston and Mary E. Beckman (eds.). *Papers in Laboratory Phonology 1: Between the Grammar and Physics of Speech*, 283-333. Cambridge: Cambridge University Press.
- COETZEE, ANDRIES and PATER, JOE. 2011. The place of variation in phonological theory. In John A. Goldsmith, Jason Riggle, and C. L. Alan (eds.). *The Handbook of Phonological Theory* (2nd edition). 401-431. MA: Wiley-Blackwell.
- GOLDWATER, SHARON and JOHNSON, MARK. 2003. Learning OT constraint rankings using a maximum entropy model. *Proceedings of the Stockholm Workshop on Variation within Optimality Theory*, 111-120.
- KENSTOWICZ, MICHAEL J. 1994. *Phonology in Generative Grammar*. Cambridge, MA: Blackwell.
- KIM-RENAUD, YOUNG-KEY. 1975. On h-Deletion in Korean. *Journal of Korean Linguistics* 3, 45-64. The Society of Korean Linguistics.
- R CORE TEAM. 2014. *R: A Language and Environment for Statistical Computing* [Computer program]. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrived from <http://www.R-project.org/>.
- SEO, HONG WON. 2014. A study on /h/-deletion in Korean. *The Linguistic Association of Korea Journal* 22.2, 95-112. The Linguistic Association of Korea.
- WILSON, COLIN and GEORGE, BEN. 2009. *MaxEnt Grammar Tool* [Computer

program]. Retrieved from <http://www.linguistics.ucla.edu/people/hayes/MaxentGrammarTool>.

Seon Park
Department of Linguistics
Seoul National University
1 Gwanak-ro Gwanak-gu, Seoul
Korea 151-742
e-mail: tschak@snu.ac.kr

received: March 9, 2015
revised: April 4, 2015
accepted: April 14, 2015

K C I