



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2023년 8월
석사학위 논문

언어사용역에 따른
고모음 무성음화의 변이

조선대학교 대학원

영 어 영 문 학 과

김 수 한

언어사용역에 따른
고모음 무성음화의 변이

The variation of high vowel devoicing
by register

2023년 8월 25일

조선대학교 대학원

영어영문학과

김수한

언어사용역에 따른 고모음 무성음화의 변이

지도교수 고 언 숙

이 논문을 문학 석사학위신청 논문으로 제출함

2023년 4월

조선대학교 대학원

영 어 영 문 학 과

김 수 한

김수한의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 강희조 (인)

위원 조선대학교 교수 정종민 (인)

위원 조선대학교 교수 고연숙 (인)

2023년 5월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT

I. 서론	1
II. 선행연구	3
A. 한국어의 모음체계	3
B. 한국어의 장애음체계	3
C. 아동지향어와 발음의 관계	4
D. 악센트구(Accentual Phrase, AP)	5
III. 연구 방법	6
A. 참여자	6
B. 자료 수집 방법	6
C. 자료 수집 절차	8
D. 코딩 기준	8
E. 분석 방법	9
IV. 분석 결과 1	11
A. 사용역과 무성음화의 관계	11
B. 모음의 음고와 무성음화의 관계	12
C. 모음의 길이와 무성음화의 관계	13
D. 개인 참여자 별 무성음화의 실현 비율	14
E. 혼합효과 로지스틱 회귀 분석 결과	15

V. 분석 결과 2 18

 A. 모음의 길이와 음고 사이의 잉여성 19

 B. 매개 회귀 분석 19

VI. 분석결과 3 22

 A. 고모음과 무성음화의 관계 22

 B. 발화 맥락과 고모음 무성음화의 관계 23

 C. 단어의 종류와 고모음 무성음화의 관계 23

 D. 발화 내 단어의 위치와 고모음 무성음화의 관계 24

 E. 악센트구 내 모음의 위치와 고모음 무성음화의 관계 25

 F. 선행 자음과 후행 자음과 고모음 무성음화의 관계 26

 G. 혼합효과 로지스틱 회귀분석 결과 27

VII. 결론 및 향후 연구 31

참고문헌 32

표 목 차

[표 2-1] 한국어의 7모음 체계	3
[표 2-2] 한국어의 장애음 체계	4
[표 3-1] 데이터 수집에 사용된 동화책에 수록된 단어 목록	7
[표 3-2] 발화 맥락과 사용역에 따른 데이터 정보	10
[표 3-3] 단어의 종류와 사용역에 따른 데이터 정보	10
[표 4-1] 독립변수 추가에 따른 모델 간 비교 결과	15
[표 4-2] 상호작용 효과 추가에 따른 모델 간 비교 결과	16
[표 4-3] 랜덤 기울기 제거에 따른 모델 간 비교 결과	16
[표 4-4] 회귀 모형 9의 로지스틱 혼합효과 회귀 분석 결과	17
[표 5-1] 고모음만 추출하여 수행한 혼합효과 로지스틱 회귀 분석 결과	19
[표 5-2] 언어 사용역에 따른 모음의 길이	20
[표 5-3] 모음의 길이에 따른 고모음 무성음화	20
[표 5-4] 언어사용역에 따른 고모음 무성음화	20
[표 6-1] 독립 변수 추가에 따른 모델 간 비교 결과	27
[표 6-2] 선후행 자음의 조음 방식 변수 추가에 따른 모델 간 비교 결과	28
[표 6-3] 선후행 자음의 후두 기식 및 긴장 유무 변수 추가에 따른 모델 간 비교 결과 ..	28
[표 6-4] 회귀모형 8의 혼합효과 로지스틱 회귀 분석 결과	29
[표 6-5] 회귀모형 10의 혼합효과 로지스틱 회귀 분석 결과	29

그림 목 차

[그림 2-1] Kuhl et al. (1997)의 언어사용역에 따른 언어 별 모음 삼각형	4
[그림 2-2] 음절 수에 따른 악센트구의 표면형(Jun, S.-A., & Oh, M., 1996)	5
[그림 3-1] 동화책에 수록된 글	6
[그림 3-2] 동화책에 수록된 그림	7
[그림 3-3] 고모음 무성음화가 실현된 예	9
[그림 3-4] 고모음 무성음화가 일어나지 않은 예	9
[그림 3-5] 코딩한 데이터 스크린샷	10
[그림 4-1] 사용역과 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	11
[그림 4-2] 모음의 음고와 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	12
[그림 4-3] 모음의 길이와 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	13
[그림 4-4] 개인 참여자 별 무성음화의 실현 비율을 나타낸 그래프	14
[그림 5-1] 모음의 음고와 모음의 길이 그리고 사용역 사이의 관계를 나타낸 그래프	18
[그림 5-2] 모음의 길이를 매개변수로 적용한 매개 회귀 모델	21
[그림 6-1] 고모음과 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	22
[그림 6-2] 발화 맥락과 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	23
[그림 6-3] 단어의 종류와 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	24
[그림 6-4] 발화 내 모음의 위치와 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	24
[그림 6-5] 악센트구 내 모음의 위치와 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	25
[그림 6-6] 선후행 자음과 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프	26

ABSTRACT

Su Han Kim

Advisor : Prof. Eon-Suk Ko, Ph.D.

Department of English Literature

Graduate School of Chosun University

This study analyzes whether Korean mothers tend to apply a less high vowel devoicing when speaking to children than when speaking to adults. In particular, we test whether such a trend is the effect of registers or mediated by factors such as the vowel duration. The results of this study contribute to revealing the phonetic features and nature of Child directed speech and to understanding Korean high vowel devoicing. The data used in the study used speech data in which 10 mothers explained their vocabulary to children and adults, respectively, through reading books and spontaneous speech. As a result of mediated regression analysis, the vowel duration was applied as a mediator between the realization of devoicing sounds according to the register, and it was found that the register was a variable affecting high vowel devoicing. Additionally, as a result of analyzing whether there are other variables that can affect the realization rate of high vowel devoicing, it is found that high vowel devoicing is realized more frequently in [i], and when vowels are located at the end of speech. In the case of preceding consonants, it occurs most often in fricative, and it can be seen that high vowel devoicing occurs more often when the preceding consonants are lenis. This study shows that Korean child directed speech can facilitate children's acquisition of high vowels by applying high vowel devoicing. However, it was revealed that this was a mediating effect due to the slow speaking rate rather than the independent effect of the usage area. In addition, this study showed that the non-categorical phonetic characteristics of the independent variable, the length of the vowel, affected the high-pitched voiceless sound in Korean.

I. 서론

아기가 성장함에 따라 양육자의 말을 충분히 이해하고 표현하기 위해서는 양육자의 많은 노력과 도움이 필요하다. 특히 같은 성인들끼리 하는 대화와는 다른 방식으로 아기와의 대화를 시도 할 것이다. 양육자가 아기와의 원활한 대화를 위해 시도해볼 것들로 생각해볼 수 있는 것은 성인들과 대화를 할 때보다 문장의 길이가 짧을 것이고 쉽게 이해되는 어휘를 사용할 것이다(Philips 1973). 또한 아기의 흥미를 불러 일으키기 위해 양육자의 목소리의 높낮이를 다양하게 변화시키며 말을 해볼 수도 있다(Fernald & Simon, 1984). 특히 아기가 양육자의 말을 더욱 잘 알아듣게 하기 위해 보다 정확한 발음을 구사해보려고 할 수도 있다(Kuhl et al., 1997).

본 연구는 어머니가 아기에게 하는 발화에서 고모음 무성음화가 어머니가 성인에게 하는 발화보다 더 적게 적용되는 지 알아본다. 모음은 기본적으로 공명음이며, 성대의 떨림을 수반하는데다가 음절의 핵을 이루고 있어 자음의 소리보다 크고 명확하다. 그런데 특정 환경에서 모음이 떨림을 수반하지 않고 발음할 때가 있는데 이를 고모음 무성음화라고 한다. 고모음 무성음화는 일본어, 영어, 한국어 등의 언어에서 단음 고모음이 무성 자음 사이에 있을 때 모음이 무성음화 되는 현상이다(Jun & Beckman 1994; Kilbourn-Ceron & Sonderegger 2018). 예를 들어, 영어의 carpeting[kɑ:pɪtɪŋ], multiple[mʌltɪpl]에서 실현되는 전설 이완 고모음 [ɪ]는 양옆의 무성 파열음 [p], [t]에 의해 무성음화가 실현된다(Rodgers, J.E. 2010). 이런 고모음 무성음화의 특성을 고려하여 본 연구에서는 언어 사용역이 고모음화에 직접적으로 영향을 주는 지 또는 모음의 길이 등 다른 요인에 의해 매개되는 효과인지 알아본다.

고모음 무성음화에 대한 논점 중 하나는 음운론적 현상인지 음성학적 현상인지에 대한 논의가 이루어지고 있다. 일본어의 고모음 무성화 현상은 음운론적인 과정으로 간주된다(Han, 1962; McCawley, 1968; Vance, 1987). 음운론적 과정은 특정 음운적 환경에서 발생하는 일관적이고 규칙적인 변화를 의미한다. 고모음 무성음화의 실현은 음성학적인 측면을 가질 수 있으며, 음성학적 특징을 포함할 수 있지만 기저에 있는 과정은 음운론적 규칙에 따라 진행된다고 보는 견해가 일반적이다. 그러나 Jun, et. al., (1997)에 따르면 고모음 무성음화가 실현되는 이유는 우선 무성 자음을 발음하기 위해서는 양쪽 성대가 항상 개방되어 있어야 하는데 모음은 성대의 열림과 닫힘을 반복하여 성대에서 진동이 일어나야 한다. 그래서 고모음 사이의 무성 자음에 의한 성문 개방에 짧은 모음의 길이가 합쳐진 즉, 성문 제스처가 중첩되며 성대의 진동을 수반하지 않는 모음이 생성될 가능성에 영향을 미쳐 실현되는 음성학적 현상이라고 할 수 있다. 이는 고모음 무성음화가 비범주적인 환경에 의해 실현 양상이 달라질 수 있음을 시사한다. 이렇듯 고모음 무성음화가 음운론적 현상인지 음성학적 현상인지에 대한 논의가 이루어지고 있다. 앞서 언급한 선행연구들은 실험실에서 실험자극을 녹음한 데이터를 바탕으로 이루어졌지만 본 연구에서는 자연발화 데이터를 바탕으로 한국어에서 나타나는 고모음 무성음화가 범주적인 환경에 의해서만 설명 가능한 음운론적 현상인지, 비범주적인 환경에 의해 나타날 수 있는 음성학적 현상인지에 대해 알아본다.

또한 추가적으로 고모음 무성음화에 영향을 줄 수 있는 다른 요인이 있는지 알아봄으로써 한국어 고모음 무성음화를 이해하는데 일조한다. 실제로 고모음 무성음화에 영향을 주는 다양한 요인이 있는 것으로 여러 선행연구에서 보고된 바가 있는데, 예를 들어 모음 양옆의 자음의 음성적 특성에 따라 다를 수 있다. 모음 앞에 오는 자음이 마찰음일 때, 다른 자음이 올 때보다 더 자주 무성음화가 실현되며, 후행 자음은 파열음이 올 때가 더 자주 무성음화가 일어난다(Jun & Beckman 1994; Kilbourn-Ceron & Sonderegger 2018). 모음이 구 내부 또는 경계에 있느냐에 따라서도 변이가 일어나는데, 구의 경계에 있을수록 무성음화를 억제한다(Kilbourn-Ceron & Sonderegger 2018). 발화 맥락에 따라서도 달라질 수 있는데 일상 발화보다 읽기 발화에서 고모음 무성음화가 더 자주 일어난다(Martin et al. 2014).

본 연구를 통해 알아보하고자 하는 연구 질문은 첫째, 한국 어머니가 아동에게 하는 발화에서의 고모음 무성음화가 성인에게 하는 발화보다 덜 적용되는지 알아본다. 만약 그렇다면 이와 같은 언어 사용역은 고모음 무성음화에 직접적인 영향을 주는지 모음의 길이와 같은 특징에 의해 매개되는 효과인지 알아본다. 둘째 고모음 무성음화에 영향을 주는 다른 요인이 있는지 알아봄으로써 한국어에서 나타나는 고모음 무성음화를 이해하는데 일조한다.

II. 선행연구

A. 한국어의 모음체계

현대 한국어의 단모음체계는 [표 2-1]와 같이 모음의 음고에 따라 고모음, 중모음 그리고 저모음으로 분류된다. 한국어 고모음이 영어 및 일본어와 다른 점은 고모음에서 [i], [u] 이외에 중설 고모음인 [ɨ]가 있다는 점이다. Martin et al., (2014)에 따르면 일본어에서 고모음 중 후설모음인 [u]보다 전설모음인 [i]에서 고모음 무성음화가 더 잘 실현된다. 그렇다면 한국어에만 존재하는 [ɨ]는 다른 모음에 비해 고모음 무성음화의 실현 양상이 어떤지에 대해서도 고려해볼 필요가 있다.

	전설		중설	후설
	평순	원순	평순	원순
고모음	i(ㅣ)		i(ㅡ)	u(ㅓ)
중모음	E/e(ㅔ)		ə(ㅚ)	o(ㅛ)
저모음			a(ㅏ)	

[표 2-1] 한국어의 7모음 체계(강옥미, 2003)

B. 한국어의 장애음 체계

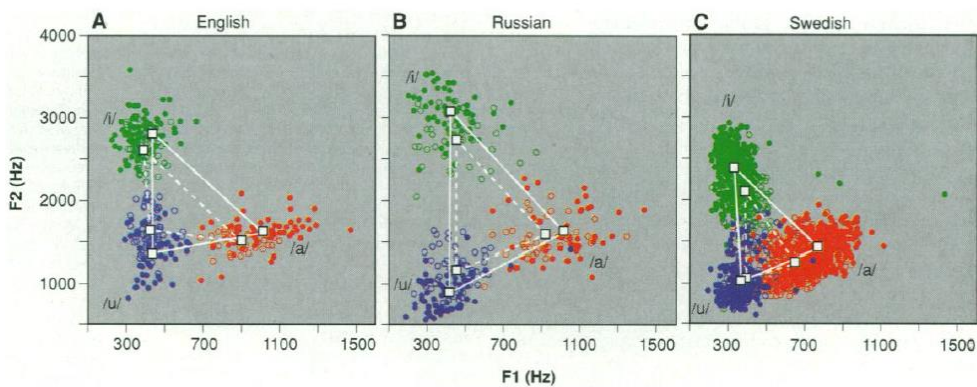
현대 한국어의 장애음 체계는 [표 3-2]와 같이 크게 조음 위치와 조음 방법으로 나눌 수 있고 조음 방법에는 파열음, 마찰음, 파찰음이 있다. 또한 장애음은 영어와 달리 유성음과 무성음에 따라 나누지 않고 후두 기식과 긴장 유무에 따라 평음, 경음, 유기음으로 나눌 수 있다. 영어의 경우, 유성음과 무성음이 음소이지만 한국어에서 유성음은 공명음 사이에서만 일어나는 변이음으로만 존재한다. 이에 따라 본 연구에서는 선행자음과 후행자음을 조음 방법에 따라 파열음, 마찰음, 파찰음으로 나누어 분석에 사용했고 유성자음과 무성자음으로 나누는 대신 후두 기식과 긴장 유무에 따라 평음, 경음, 유기음으로 나누어 분석에 사용했다.

		양순음	치경음	구개치경음	경구개음	연구개음	성문음
파열음	평음	p(ㅍ)	t(ㄷ)			k(ㄱ)	
	경음	p'(ㅍ')	t'(ㄷ')			k'(ㄱ')	
	유기음	p ^h (ㅍ ^h)	t ^h (ㄷ ^h)			k ^h (ㄱ ^h)	
마찰음	평음		s(ㅅ)				
	경음		s'(ㅅ')				
	유기음						h(ㅎ)
파찰음	평음			tʃ(ㅈ)			
	경음			tʃ'(ㅈ')			
	유기음			tʃ ^h (ㅈ ^h)			

[표 2-2] 한국어의 장애음 체계(강옥미 2003)

C. 아동지향어와 발음의 관계

아동지향어란 말 그대로 아기에게 하는 발화를 아동지향어(Child Directed Speech, CDS)라고 한다. 아동지향어는 과다-과소 조음(Lindblom, B. 1990)의 종류 중 하나라고 할 수 있는데, 화자가 아기의 언어습득을 원활하게 하기 위해 조음의 명료도를 의도적으로 높인 발화라고 할 수 있다(Martin et al. 2014). Kuhl et al. (1997)에 따르면 성인지향어보다 아동지향어에서 어머니가 아동의 음소 학습을 돕기 위해 포먼트와 같은 음성학적 자질을 더 분명하게 발화한다는 보고가 있다. [그림 ??]는 Kuhl et al. (1997)의 연구에서 보고한 영어, 러시아어, 스웨덴어가 모어인 어머니가 아기와 성인을 대상으로 모음을 발화했을 때 모음 'i [i]', 'u [u]', 'a [a]'의 포먼트를 나타낸다. 성인을 대상으로 모음을 발화했을 때의 모음 삼각형보다 아기를 대상으로 모음을 발화했을 때의 모음 삼각형이 더 크다는 것을 알 수 있다.

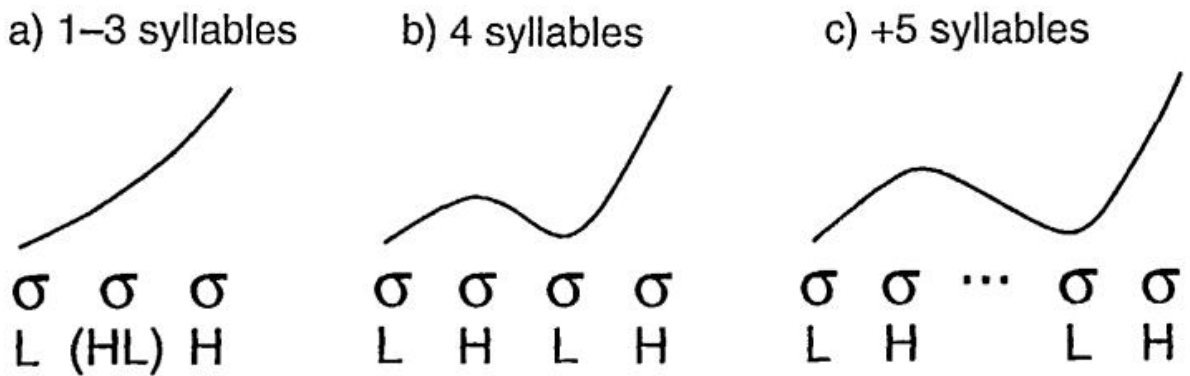


[그림 2-1] Kuhl et al. (1997)의 언어사용역에 따른 언어 별 모음 삼각형

D. 악센트구 (Accentual Phrase, AP)

악센트구는 운율 단위의 종류 중 하나로, 서울 방언의 경우, 기저형에서 AP의 성조는 ‘저음-고음-저음-고음’ 패턴으로 4음절에서 실현된다. 그림과 같이 3음절 이하일 경우 처음으로 등장하는 하강조가 실현되려다 되지 못하는 현상이 발생하여 전체적인 상승조가 나타난다. 1~2음절일 경우, 저음-고음 또는 고음-고음 패턴만이 관찰된다. 그리고 5음절 이상일 때는 기저형에서 처음으로 등장하는 하강조 사이가 늘어나면서 표면형이 실현된다[7][10]. 악센트구의 또 다른 특징은 악센트구가 통사구조가 아닌 운율단위이기 때문에 전형적인 통사구조를 따른다기보다는 화자의 발화 속도나 화자가 강조하고 싶은 단어 등 화자의 발화 패턴에 따라 같은 문장이라도 악센트구의 경계가 다르게 나타날 수 있다는 점이다. 예를 들어 ‘철수가 밥을 먹는다’라는 문장을 전형적인 통사구조와 동일하게 ‘[철수가] [밥을 먹는다]’와 같이 악센트구의 경계나 나눌 수도 있지만 해당 문장의 발화속도가 빠를 경우, 문장 전체에 악센트구가 나뉘지지 않고 하나의 악센트구만 나타날 수도 있으며, 발화 속도가 느리다면 어절 단위로도 ‘[철수가] [밥을] [먹는다]’ 악센트구의 경계가 나눌 수도 있다.

AP가 중요한 이유는 AP의 경계 또는 내부인지에 따라서 실현되는 음운 현상이 다르기 때문이다. 예를 들어 한국어의 경음화, 단모음화, 평음의 유성음화와 같은 현상들은 AP 내부에서 일어난다. 그리고 앞서 언급했던 구의 경계에서 무성음화가 억제된다는 연구결과가 있다.



[그림 2-2] 음절 수에 따른 악센트구의 표면형 (Jun, S.-A., & Oh, M., 1996)

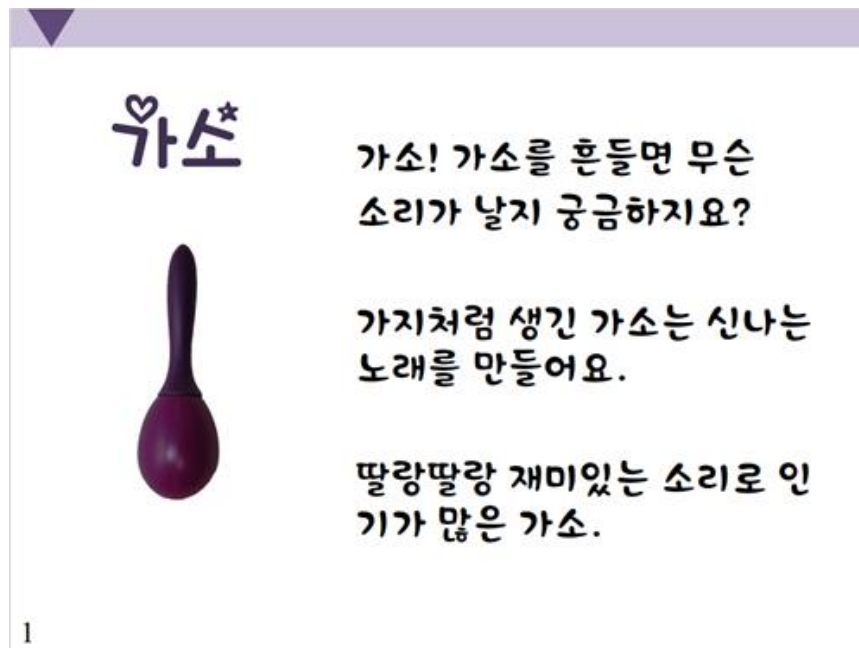
Ⅲ. 연구 방법

A. 참여자

총 열 쌍의 양육자와 8~17개월 사이의 아기가 참여했으며 양육자는 택배를 통해 전달 받은 동화책을 읽었다. 녹음은 아기와 양육자 한 쌍의 참여자 당 두 차례에 걸쳐 녹음이 진행되었다. 한 번은 아기, 한 번은 연구자를 대상으로 읽었으며 읽는 순서는 10명 중 5명은 성인 지향어, 나머지 5명은 아동지향어 녹음을 먼저 진행했다.

B. 자료 수집 방법

언어사용역에 따른 음성 데이터를 얻기 위해 기존 선행연구에서 사용된 word teaching corpus에 사용된 동화책을 사용했다(Ko, E., & Jun, J., 2022; 김현지, 2021). 다만, 연구 시기가 코로나 팬데믹 시기에 진행되었기 때문에 코퍼스 수집은 비대면으로 zoom을 통해 진행했다. 원활한 구어 자료 수집을 위해 실험 참여자에게 택배로 모두 같은 헤드셋 마이크(Microsoft LifeChat LX-3000)를 배송하여 실험에 참여하도록 했다. 실험 참여자는 연구자에게 청자에게 [그림 3-1]과 같이 동화책에 적힌 글을 그대로 읽은 다음, 바로 옆장의 [그림 3-2]과 같은 대상 단어가 나와 있는 그림을 보고 해당 단어에 대해 실험 참여자의 생각대로 청자에게 설명하라고 요청 받았다. 즉, 읽기 발화를 수행한 후 일상 발화를 수행하게끔 요청 받았다.



[그림 3-1] 동화책에 수록된 글



[그림 3-2] 동화책에 수록된 그림

동화책은 6개의 가상의 단어와 3개의 실제 존재하는 단어에 대한 설명이 수록되어 있는데, 가상의 단어 6개는 아동지향어, 성인지향어를 대상으로 한 동화책 모두 수록되어 있지만, [표 3-1]과 같이 아동지향어에는 ‘꽃, 밭, 숲’과 같은 고빈도 단어를, 성인지향어에는 ‘꽃, 샬, 샐’과 같은 저빈도 단어가 들어간 점에서 차이를 보인다.

	가상의 단어	실제 존재하는 단어
아동지향어	가소, 기서, 구세	꽃, 밭, 숲
성인지향어	바서, 비세, 부소	꽃, 샬, 샐

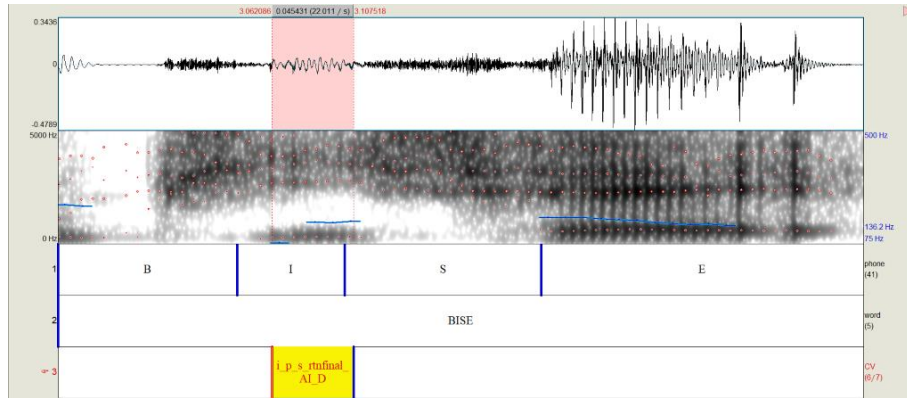
[표 3-1] 데이터 수집에 사용된 동화책에 수록된 단어 목록

C. 자료 수집 절차

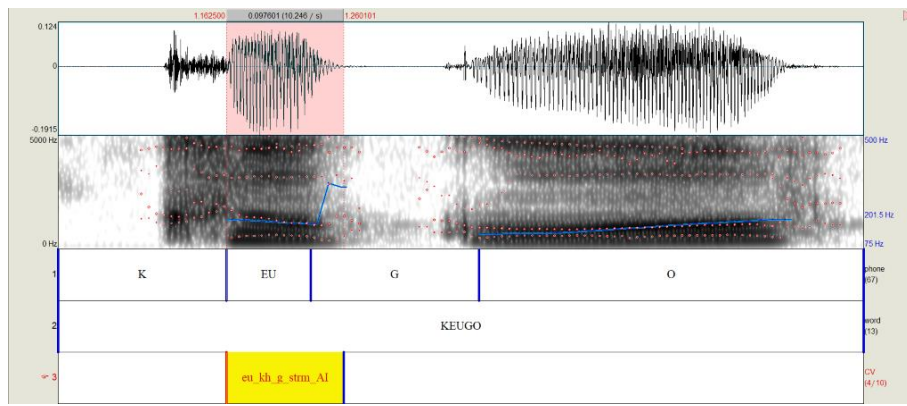
10명의 실험 참여자들이 동화책을 읽은 음성을 CLAN(MacWhinney, B., 2000)을 통해 CHAT 파일로 전사했다. 그 다음 실험 참여자들의 음성을 Praat(Boersma & Weenink, 2023)을 사용하여 CLAN에서 전사한 발화 단위를 기준으로 자른 다음 강제정렬을 통해 음소단위로 세분화 하였다. 그리고 고모음이 아닌 다른 모음에서 무성음화가 일어날 가능성이 있으므로 참여자들의 음성에서 장애음 사이에 오는 모든 모음을 대상으로 모음에 대한 정보를 코딩했다.

D. 코딩 기준

무성음화의 대상이 되는 모음을 코딩할 때, 모음 양옆에 오는 자음의 특징, 발화 맥락, 즉 읽기 발화에서 나온 모음인지 일상 발화에서 나온 모음인지, [표 3-1]에서 제시된 모음이 속한 단어의 종류인 가상의 단어와 실제 존재하는 단어, 그리고 그 외 양육자가 발화한 단어 중 장애음 사이에 오는 모음이 들어간 단어가 있다면 ‘대상 단어에 포함되지 않는 단어’의 범주에 넣어 코딩했다. 또한 발화 내에서의 모음의 위치와 악센트구 내에서의 모음의 위치에 대한 정보도 코딩했다. 발화 내에서의 모음의 위치는 양육자가 하나의 발화에 하나의 단어만 발화했는지, 코딩의 대상이 되는 모음이 포함된 단어가 발화 시작, 중간 또는 끝에 등장하는지에 대해 코딩했고 악센트구는 코딩의 대상이 되는 모음이 포함된 단어가 악센트구 시작 또는 내부에 등장하는 지에 대해 코딩했다. 마지막으로 모음의 무성음화 유무를 코딩했다. 무성음화가 실현된 경우와 실현되지 않은 경우를 코딩한 예시는 아래 [그림 3-1], [그림 3-2]와 같다. 추가적으로 선행 자음과 후행 자음의 코딩 기준은 다음 절에서 자세히 소개하겠다.



[그림 3-3] 고모음 무성음화가 실현된 예



[그림 3-4] 고모음 무성음화가 일어나지 않은 예

E. 분석 방법

코딩한 데이터는 Praat을 사용하여 코딩한 모음의 길이를 자동으로 측정하였으며 코딩한 정보를 R(R Core Team, 2021)의 dplyr(Wickham et al., 2023) 패키지를 사용하여 [그림 3-5]과 같이 각각의 독립된 과생변수를 생성했다. 전체적인 모음 데이터의 현황은 [표 3-2], [표 3-3]과 같다.

register	subject	vowel	height	pre	post	pre_manne	pre_manne	pre_manne	post_manr	post_manr	post_manr	style	word	position	AP	devoicing
ads	W14	a	low	k	s	voiceless_s stop	voiceless	s	fricative	voiceless	reading	novel	isolated	AI	0	
ads	W14	a	low	c	k	c affricate	voiceless	voiceless_s stop	voiceless	reading	novel	initial	AI	0		
ads	W14	i	high	p	s	voiceless_s stop	voiceless	s	fricative	voiceless	reading	novel	final	AI	0	
ads	W14	a	low	t	g	voiceless_s stop	voiced	voiced_sto stop	voiced	reading	novel	middle	AI	0		
ads	W14	a	low	g	g	voiced_sto stop	voiced	voiced_sto stop	voiced	reading	novel	middle	AM	0		
ads	W14	i	high	s	g	s fricative	voiceless	voiced_sto stop	voiced	spontaeno	non_target	middle	AM	0		
ads	W14	u	high	p	s	voiceless_s stop	voiceless	s	fricative	voiceless	reading	real	final	AM	1	
ads	W14	u	high	p	s	voiceless_s stop	voiceless	s	fricative	voiceless	spontaeno	novel	initial	AI	0	
ads	W14	i	high	k	s	voiceless_s stop	voiceless	s	fricative	voiceless	spontaeno	non_target	middle	AM	0	
ads	W14	u	high	p	s	voiceless_s stop	voiceless	s	fricative	voiceless	spontaeno	novel	middle	AI	0	
ads	W14	ae	mid	s	k	s fricative	voiceless	voiceless_s stop	voiceless	spontaeno	non_target	middle	AM	0		
ads	W14	ae	mid	s	g	s fricative	voiceless	voiced_sto stop	voiced	spontaeno	non_target	middle	AM	0		
ads	W14	eu	high	k	d	voiceless_s stop	voiceless	voiced_sto stop	voiced	spontaeno	non_target	initial	AI	1		
ads	W14	ae	mid	s	k	s fricative	voiceless	voiceless_s stop	voiceless	spontaeno	non_target	middle	AM	0		
ads	W14	ae	mid	s	k	s fricative	voiceless	voiceless_s stop	voiceless	spontaeno	non_target	middle	AM	0		
ads	W14	eo	mid	ss	s	ss fricative	fortis	s	fricative	voiceless	spontaeno	non_target	final	AM	0	
ads	W14	eu	high	k	d	voiceless_s stop	voiceless	voiced_sto stop	voiced	spontaeno	non_target	middle	AI	1		
ads	W14	a	low	s	t	s fricative	voiceless	voiceless_s stop	voiceless	reading	novel	isolated	AI	0		
ads	W14	a	low	s	t	s fricative	voiceless	voiceless_s stop	voiceless	reading	novel	initial	AI	0		
ads	W14	e	mid	p	g	voiceless_s stop	voiceless	voiced_sto stop	voiced	reading	novel	middle	AI	0		

[그림 3-5] 코딩한 데이터 스크린샷

	아동지향어	성인지향어	합계
읽기 발화	1420	1315	2735
일상 발화	1428	1693	3121
합계	2848	3008	5856

[표 3-2] 발화 맥락과 언어사용역에 따른 데이터 정보

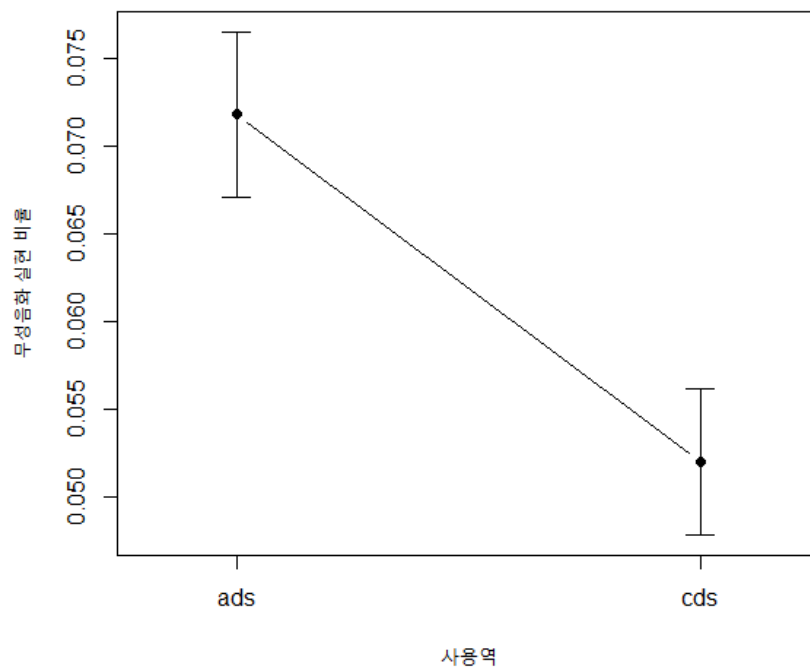
	아동지향어	성인지향어	합계
가상의 단어	687	533	1220
실제 단어	371	262	633
동화책에 수록된 단어가 아닌 경우	1790	2213	4003
합계	2848	3008	5856

[표 3-3] 단어의 종류와 CDS/ADS에 따른 데이터 정보

IV. 분석 결과 1

A. 언어사용역과 무성음화의 관계

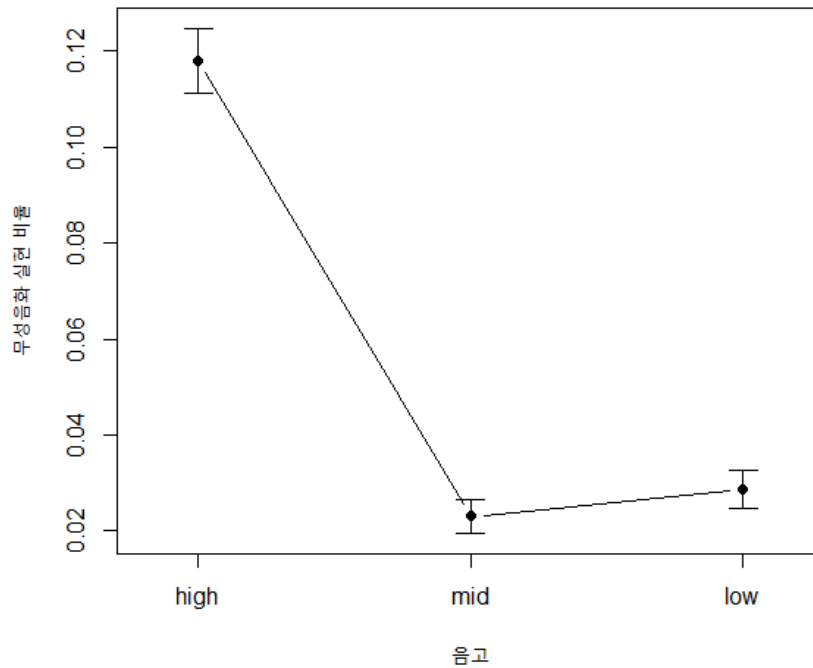
[그림 4-1]은 사용역에 따른 무성음화 실현 비율을 나타낸 그래프이다. 성인 지향어 중 약 7.2%, 아동지향어 중 약 5.2%의 모음이 무성음화 되었고, 아동지향어를 발화할 때 무성음화의 실현비율이 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 카이제곱 검정 결과, 사용역에 따라 무성음화의 실현이 유의미한 차이를 보인다는 것을 알 수 있다($\chi^2 = 9.543, p < 0.01$).



[그림 4-1] 사용역과 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

B. 모음의 음고와 무성음화의 관계

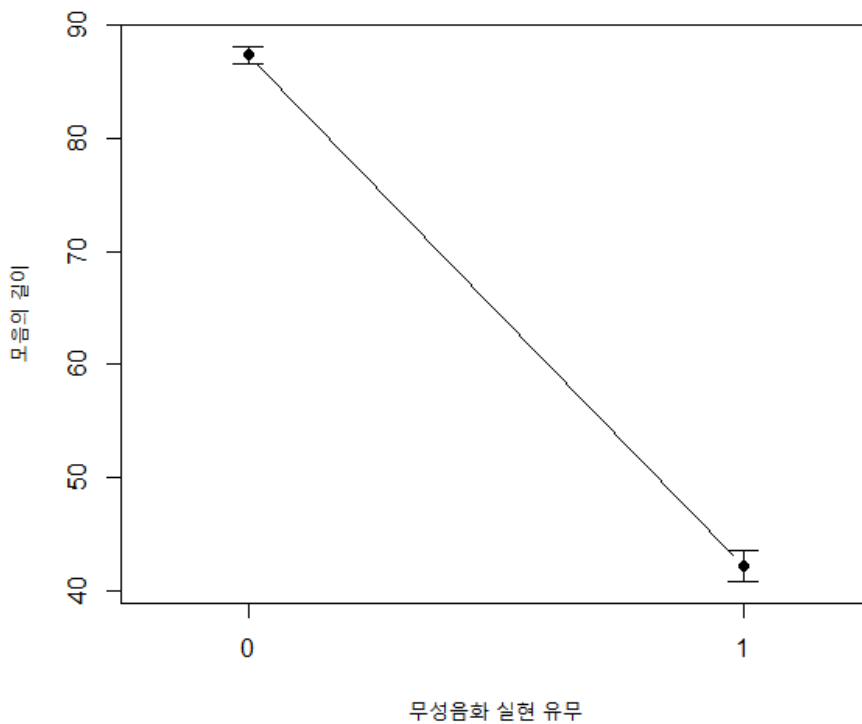
[그림 4-2]에 제시된 x축은 모음의 음고를 나타내고 y축은 각 참여자별 무성음화의 실현 비율을 나타낸 것이다. 고모음은 약 11.8%, 중모음은 2.3%, 저모음은 2.9%의 모음이 무성음화가 실현되었고 실험 참여자들이 고모음을 발화할 때 가장 무성음화 비율이 높고 저모음을 발화할 때가 중모음을 발화할 때보다 조금 더 무성음화 비율이 높은 것으로 관찰된다. 그래프에서 관찰된 것과 같이 실제로 모음의 음고에 따라 유의미하게 차이가 나타나는지 알아보기 위해 카이제곱 검정을 시행한 결과 모음의 음고에 따라 무성음화의 실현이 유의미하게 차이가 나는 것을 알 수 있다($\chi^2 = 204.97, p < 0.001$). 그러나 저모음과 중모음 사이에 무성음화의 실현이 차이가 나는지에 대해 데이터에서 고모음만을 제외하여 카이제곱 검정을 시행했을 때는 유의미하게 차이가 나지 않았다($\chi^2 = 0.924, p = 0.337$).



[그림 4-2] 모음의 음고와 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

C. 모음의 길이와 무성음화의 관계

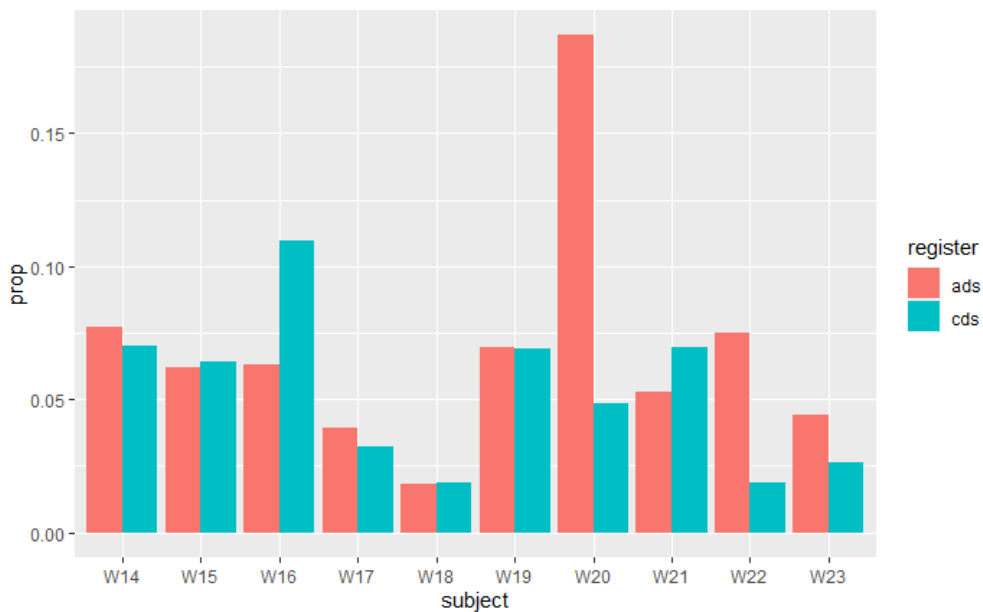
[그림 4-3]에서 제시된 x축은 무성음화의 실현 유무를 나타낸 것이다. ‘0’은 무성음화가 실현되지 않음을, ‘1’은 무성음화가 실현됨을 나타내며, y축은 모음의 길이를 나타낸다. 그래프를 보면 무성음화가 실현되는 모음들이 모음의 길이가 더 짧다는 것을 알 수 있고 독립표본 t 검정 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(무성음화가 실현되지 않은 모음: 87msec (SD=56), 무성음화가 실현된 모음: 42msec(SD=25), $t = 29.321$, $p < 0.001$). 이는 앞서 언급했던 무성음화의 실현되는 환경 중 하나인 단모음에서 자주 실현된다는 것을 알 수 있다.



[그림 4-3] 모음의 길이와 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

D. 개인 참여자 별 무성음화의 실현 비율

[그림 4-4]에서 제시된 x축은 참여자 개개인을 의미하고 y축은 각 참여자의 무성음화 실현 비율을 나타낸다. 실험 참여자 개개인의 말씨에 따라 적게는 약 2%, 많게는 약 18%의 모음에서 무성음화가 실현되었다. 개인 참여자에 따라 무성음화의 실현 비율이 실제로 유의미하게 달라지는지 알아보기 위해 일원분산분석을 수행한 결과, 개인별로 유의미한 차이가 나타났다($F(9, 5846) = 8.526, p < 0.001$). 또한 W20 참여자의 경우 ADS에서 더 극단적으로 자주 무성음화가 실현되는 모습을 볼 수 있고, 반면에 W16 참여자의 경우, 오히려 CDS를 발화할 때 무성음화가 실현되는 비율이 높은 모습을 볼 수 있다. 즉, 개인의 말씨에 따라 무성음화의 실현 비율이 다르게 나타날 수 있다는 것을 알 수 있다.



[그림 4-4] 개인 참여자 별 무성음화의 실현 비율을 나타낸 그래프

E. 혼합효과 로지스틱 회귀분석 결과

고모음 무성음화를 실현시키는 요인들이 실제로 어느 정도로 영향을 미치는지 알아보기 위해 다중 회귀분석을 실시했다. 종속변수인 무성음화의 실현 유무가 이항분포이므로 혼합효과 로지스틱 회귀분석을 시행했다. 회귀분석은 R의 lme4 패키지(Bates et al., 2015)를 사용하였고 유의수준은 lmerTest 패키지(Kuznetsova et al., 2017)를 사용하여 값을 구했다. 독립변수에는 주된 연구 목적인 아동지향어에 따라 고모음 무성음화가 실현되는 양상이 다른 지 알아보기 위해 사용역 변수를 독립변수로 설정했고 고모음 무성음화는 앞서 언급한 것처럼 고모음에서 더 자주 실현되며, 단모음에서 더 자주 실현되므로 모음의 음고와 길이를 추가적인 독립변수로 설정했다. 그리고 각 실험 참여자마다 무성음화를 실현시키는 양상이 다르다고 가정하고 랜덤 참여자 변수를 넣어 분석에 사용했다. 또한 각 참여자 마다, 사용역, 모든 모음을 각각 발화했으므로 랜덤 기울기로 사용역, 모음의 음고, 모음의 길이를 설정했다. 다만, 해당 변수들이 모두 모델을 설명하는데 유의미한 지는 고찰이 필요하다. 그래서 R의 anova() 명령어를 사용하여 모델 간 비교를 진행했다.

모델선택은 크게 세 단계에 걸쳐 이루어졌다. 우선 상호작용 효과를 고려하지 않고 오직 독립변수들을 단계적으로 추가했을 때 모델 간 비교를 통하여 모델을 선택했다. 그 결과, [표 4-1]과 같이 AIC가 가장 작은 사용역, 모음의 길이, 모음의 음고를 모두 넣은 모델인 회귀 모형 3이 가장 설명력이 높았다. 그리고 사용역을 독립변수에서 제외한 모델과 비교해봐도 사용역을 넣은 모델이 설명력이 높은 것으로 보아 사용역이 모델의 설명력을 높이는 데 유의미하게 도움을 준다고 할 수 있다.

	AIC	독립변수
회귀 모형 1	2653.3	사용역+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 2	2429.2	사용역+모음의 음고+(1+사용역+모음의 음고 참여자)
회귀 모형 3	1964.3	사용역+모음의 음고+모음의 길이+(1+사용역+모음의 길이+모음의 음고 참여자)
회귀 모형 4	1973.9	사용역+모음의 길이+(1+모음의 음고+모음의 길이 참여자)

[표 4-1] 독립변수 추가에 따른 모델 간 비교 결과

두번째 단계에서는 첫번째 단계에서 가장 설명력이 좋았던 모델에 상호작용 효과를 추가로 보았을 때 모델의 설명력이 높아지는 지에 대해 마찬가지로 모델 간 비교를 통해 모델을 선택했다. 그 결과, 모음의 음고와 모음의 길이 사이에 상호작용효과를 넣은 모델이 가장 설명력이 높았다. 또한 마찬가지로 사용역을 독립변수에서 제외한 모델과 비교해봐도 사용역을 넣은 모델이 설명력이 높았다.

	AIC	독립변수
회귀 모형 3	1964.3	사용역+모음의 음고+모음의 길이+(1+사용역+모음의 길이+모음의 음고 참여자)
회귀 모형 5	1940.8	사용역+모음의 음고*모음의 길이+(1+사용역+모음의 길이*모음의 음고 참여자)
회귀 모형 6	2102.1	사용역*모음의 음고*모음의 길이+(1+사용역*모음의 길이*모음의 음고 참여자)
회귀 모형 7	1944.3	모음의 음고*모음의 길이+(1+모음의 음고*모음의 길이 참여자)

[표 4-2] 상호작용 효과 추가에 따른 모델 간 비교 결과

마지막 단계로, 두 단계를 거쳐 선택된 모델에서 랜덤 기울기를 하나씩 줄였을 때, 모델의 설명력이 높아지는 지에 대해 비교를 진행했다. 그 결과, 랜덤 기울기로 사용역만 넣은 모델이 설명력이 가장 높았다.

	AIC	독립변수
회귀 모형 5	1940.8	사용역+모음의 음고*모음의 길이+(1+사용역+모음의 길이+모음의 음고 참여자)
회귀 모형 8	1946.0	사용역+모음의 음고*모음의 길이+(1+사용역+모음의 길이 참여자)
회귀 모형 9	1940.4	사용역+모음의 음고*모음의 길이+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 10	1946.5	사용역+모음의 음고*모음의 길이+(1 참여자)
회귀 모형 11	1950.1	모음의 음고*모음의 길이+(1 참여자)

[표 4-3] 랜덤 기울기 제거에 따른 모델 간 비교 결과

해당 모델의 혼합효과 로지스틱 회귀분석을 수행한 결과, 사용역의 주효과는 유의미하지 않았으나 모음의 음고 및 모음의 길이에 대한 유의미한 주효과가 나타났고 [표 4-4]와 같이 고모음에서 무성음화가 더 자주 실현되었고 모음의 길이는 짧을수록 무성음화가 더 자주 일어난다는 것을 알 수 있다. 또한 모음의 길이와 음고의 상호작용효과가 관찰되었다. 상호작용 효과가 발견 이유는 모음의 길이는 저모음이 더 길지만 무성음화의 실현 비율은 저모음이 더 높았기 때문이라고 생각해볼 수 있다. 모델의 적합도를 판단하기 위해 공선성과 독립성을 확인했다. 공선성은 vif값의 제공근이 2를 넘지 않으면 공선성이 없다고 판단할 수 있는데, R의 vif() 명령어를 사용하여 해당 모델의 vif의 제공근을 구한 결과, 독립변수들의 값이 2를 넘지 않았기 때문에 공선성이 없는 것을 확인하였다. 잔차의 독립성을 확인하기 위해 더빈-왓슨 검정 결과 독립성이 약 1.7로 2에 가까우므로 독립성을 만족하였다.

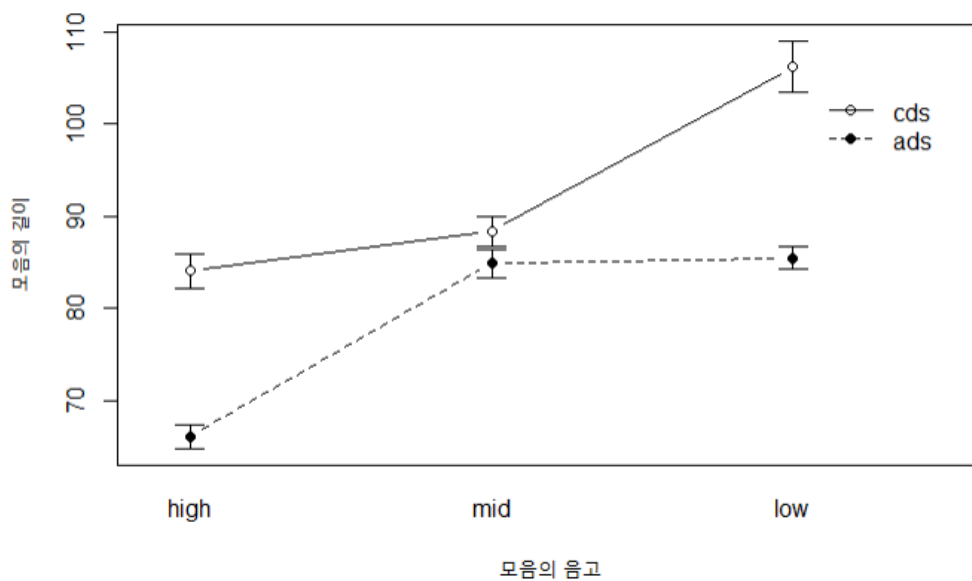
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(intercept)	1.453	0.269	5.406	< 0.001 ***
아동지향어	-0.188	0.197	-0.953	0.341
저모음	-2.545	0.490	-5.197	< 0.001 ***
중모음	0.673	0.648	1.039	0.299
모음의 길이	-0.067	0.005	-13.643	< 0.001 ***
모음의 길이:저모음	0.032	0.008	3.910	< 0.001 ***
모음의 길이:중모음	-0.044	0.015	-2.915	0.004 **

[표 4-4] 회귀 모형 9의 혼합효과 로지스틱 회귀 분석 결과

V. 분석 결과 2

앞서 수행한 분석에서 모음의 음고와 모음의 길이가 유의미한 변수라는 결과가 나왔다. 그런데 분석결과에 대해 고려해볼 것이 있다. [그림 5-1]는 모음의 음고와 모음의 길이 그리고 사용역 사이의 상관관계를 나타낸 그래프이다. 그래프를 보면 주목해야 할 점이 두 가지가 있는데, 첫째, 본 연구에 사용된 데이터에서 내재적으로 고모음이 가장 모음의 길이가 짧고 저모음이 가장 길다(고모음: M=76msec(SD=58), 중모음: M=86msec(SD=48), 저모음: M=94msec(SD=58)). 일원분산분석 결과, 모음의 음고에 따라 모음의 길이가 유의미하게 다르다는 것을 알 수 있다($F(2, 5853)=55.38, p < 0.001$).

둘째, 내재적으로 아동지향어가 성인지향어보다 모음의 길이가 길다(아동지향어: M=91msec(SD=66), 성인지향어: M=79msec(SD=44)). 독립표본 t검정 결과, 언어 사용역에 따라 모음의 길이가 차이가 난다는 것을 알 수 있다($t=-8.42, p < 0.001$). 다시 말해 모음의 음고와 모음의 길이, 그리고 사용역과 모음의 길이가 서로 잉여적인 정보일 가능성이 있다. 그러므로, 해당 잉여성들을 해소하기 위해 총 세 단계를 거쳐 통계 분석을 재수행하였다. 우선 고모음 무성음화가 말 그대로 고모음에서 더 자주 실현된다는 결과를 바탕으로 데이터에서 고모음만을 추출하여 모음의 음고와 모음의 길이 사이에 존재하는 잉여성을 제거했을 때 여전히 모음의 길이가 유의미한 변수로 적용되는 지 알아보았다. 그리고 고모음만을 추출한 데이터에서 다시 사용역에 따라 데이터를 나눈 후 분석을 수행하여 마찬가지로 사용역과 모음의 길이 사이에 잉여성을 제거했을 때 여전히 모음의 길이가 유의미한 변수로 적용되는 지 알아보았다. 마지막으로 고모음 데이터에서 사용역과 모음의 길이 중 잉여적인 정보를 가진 모음의 길이 변수를 제외한 후 분석을 수행했다.



[그림 5-1] 모음의 음고와 모음의 길이 그리고 사용역 사이의 관계를 나타낸 그래프

A. 모음의 길이와 모음의 음고 사이의 잉여성

해당 데이터는 고모음만을 추출한 데이터이므로 독립변수에 모음의 길이와 사용역만을 포함하여 분석을 수행했다(회귀분석 모델: 무성음화 실현 유무~사용역+모음의 길이+(1+사용역|참여자)). 분석 결과, [표 5-1]과 같이 사용역에 대한 주효과는 관찰되지 않았으나 모음의 길이에 대한 주효과가 여전히 유의미했고 모음의 길이가 짧을수록 고모음 무성음화가 더 자주 실현된다는 것을 알 수 있다.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(intercept)	1.463	0.279	5.247	< 0.001 ***
아동지향어	-0.323	0.211	-1.533	0.125
모음의 길이	-0.066	0.005	-13.522	<0.001 ***

[표 5-1] 고모음만 추출하여 수행한 혼합효과 로지스틱 회귀 분석 결과

B. 매개 회귀 분석

지금까지 알 수 있는 것은 언어 사용역에 따라 무성음화의 실현 비율은 다르지만 주효과는 나타나지 않았고 모음의 길이는 [그림 5-1]과 같이 언어 사용역에 따라 차이가 난다. 그리고 앞서 수행했던 회귀분석에서 알 수 있는 것은 모음의 길이에 따라 고모음 무성음화의 실현 비율이 달라진다는 것이다. 그렇다면 언어 사용역이 회귀분석에서 유의미한 주효과가 나타나지 않았던 이유는 언어 사용역이 고모음 무성음화에 직접적인 영향을 주는 변수가 아니라 모음의 길이에 매개되어 영향을 주는 변수라고 생각해볼 수 있다. 이와 같은 가설을 검증해보기 위하여 본 연구에서는 고모음만을 추출한 데이터를 가지고 매개 회귀 분석을 수행했다.

매개 회귀 분석은 총 네 단계를 거쳐 이루어진다. 첫번째 단계에서는 연구가설에서 설정한 독립변수인 언어 사용역이 매개변수인 모음의 길이에 유의미한 영향을 주는지 살펴봐야 한다. 모음의 길이가 연속변수이므로, 혼합효과 선형회귀 분석을 수행한 결과, 언어 사용역이 모음의 길이에 유의미하게 영향을 주는 변수라는 것을 알 수 있으며, 아동지향어(84 msec(SD = 68))가 성인지향어(66 msec(SD = 40))보다 모음의 길이가 길다는 것을 알 수 있다.

	Estimate	Std. Error	df	z value	Pr(> z)
(intercept)	66.409	2.958	9.457	22.447	< 0.001 ***
아동지향어	18.201	3.994	8.721	-9.671	< 0.01 **

[표 5-2] 언어 사용역에 따른 모음의 길이

두번째 단계에서는 매개변수인 모음의 길이가 종속변수인 고모음 무성음화에 유의미하게 영향을 주는 변수인지 알아본다. 혼합효과 로지스틱 회귀분석을 수행한 결과, 모음의 길이가 고모음 무성음화에 영향을 주는 변수라는 것을 알 수 있고 모음의 길이가 짧을수록 고모음 무성음화가 더 자주 실현된다는 것을 알 수 있다.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(intercept)	1.360	0.253	5.373	< 0.001 ***
모음의 길이	-0.067	0.005	-13.814	< 0.001 ***

[표 5-3] 모음의 길이에 따른 고모음 무성음화

세번째 단계에서는 독립변수인 언어사용역이 종속변수인 고모음 무성음화에 유의미하게 영향을 주는 변수인지 살펴봐야 한다. 혼합효과 로지스틱 회귀분석을 수행한 결과, 언어 사용역이 무성음화에 영향을 주는 변수라는 것을 알 수 있으며, 아동지향어에서 고모음 무성음화가 덜 자주 실현된다는 것을 알 수 있다.

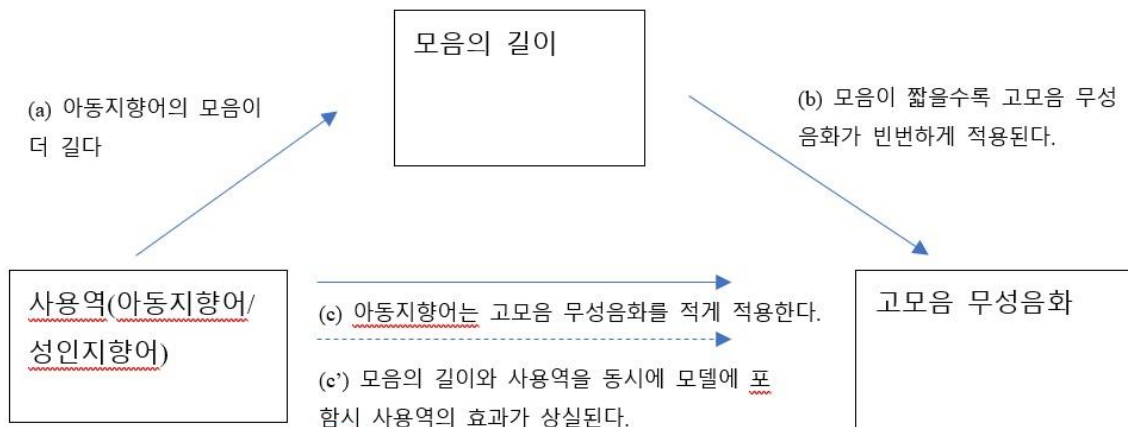
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(intercept)	-1.886	0.233	-8.084	< 0.001 ***
아동지향어	-0.603	0.236	-2.554	< 0.05 *

[표 5-4] 언어사용역에 따른 고모음 무성음화

마지막으로 독립변수에 언어사용역과 모음의 길이를 넣고 종속변수에 고모음 무성음화를 넣어 다중 회귀 분석을 수행했을 때 독립변수의 효과의 크기가 달라지는 지를 관찰해야 한다. 만약 앞서 수행했던 분석과 비교했을 때 독립변수의 효과의 크기가 작아지거나 유의미하지 않은 변수라는 결과가 나온다면 모음의 길이가 매개변수로 작용하고 있다고 할 수 있다. 분석 수행결과는 [표 5-1]과 같이 언어 사용역의 효과가 유의미하지 않았고 모음의 길이만 유의미하게 영향을 주는 변수로 나타났다. 이를 통해 언어사용역이 모음의 길이가 매개변수로 작용하여 고모음 무성음화에 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 그런데 해당 분석결과에서 사용역과 모음의 길이가 서로 연관성이 있는 변수일 수 있기 때문에 공선성 검정을 수행했다. 수행 결

과, *vif*의 제공근이 2를 넘지 않았으므로 공선성이 없다고 할 수 있다. 다시 말해 아동지향어에서 모음의 길이가 길고 모음의 길이가 길수록 고모음 무성음화가 덜 자주 실현되기 때문에 아동지향어에서 고모음 무성음화가 덜 자주 실현된다고 할 수 있다.

매개 회귀 분석을 도식화하면 아래 [그림 5-2]과 같다. (a)는 아동지향어의 모음이 성인지향어에 비해 긴 것을 나타내고, (b)는 모음의 길이가 짧을수록 고모음 무성음화가 빈번하게 적용됨을 나타내며 (c)는 아동지향어가 성인지향어에 비해 고모음 무성음화의 적용빈도가 낮음을 나타낸다. 마지막으로 (c')과 같이 모음의 길이와 사용역을 고정효과에 포함했을 때 언어 사용역에 대한 주효과는 사라지고 모음의 길이에 대한 주효과만 남는다. 이렇게 언어 사용역이 모음의 길이를 매개효과로 적용되어 고모음 무성음화에 영향을 준다고 할 수 있다. 특히, 비범주적인 독립변수인 모음의 길이가 범주적으로 코딩한 고모음 무성음화 유무에 영향을 주는 것으로 보아, 같은 고모음에서 일어난 무성음화라고 하더라도 비범주적인 모음의 길이에 따라 실현 양상이 변할 수 있다는 것을 알 수 있으며, 이는 고모음 무성음화가 음성학적인 현상이라는 것을 보여준다.



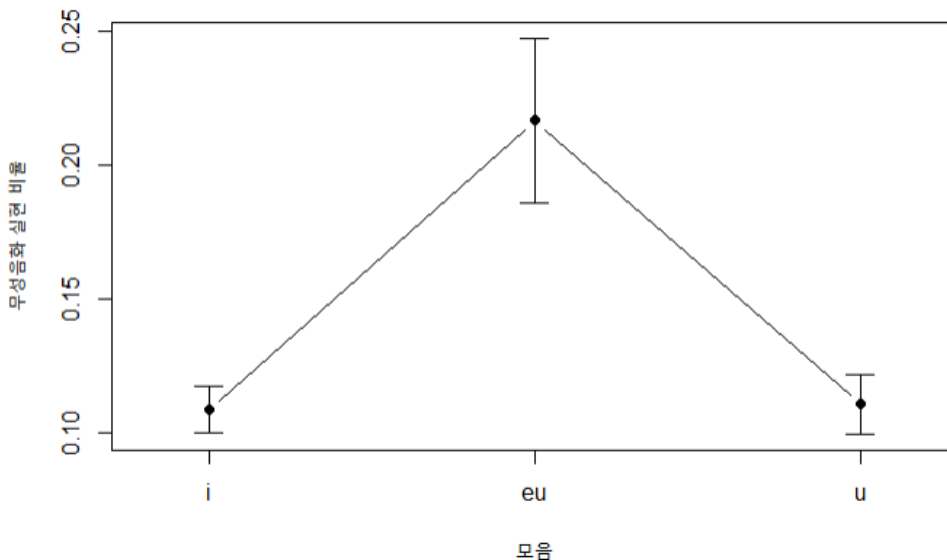
[그림 5-2] 모음의 길이를 매개변수로 적용한 매개 회귀 모델

VI. 분석결과 3

앞선 분석에서 사용역이 고모음 무성음화에 영향을 준다는 것을 발견하였다. 그렇다면 사용역 이외에도 고모음 무성음화에 영향을 주는 다른 요인들이 있는지, 그리고 요인들이 어느 정도로 영향을 미치는지 대해 알아볼 필요가 있다. 만약 고모음 무성음화 실현에 영향을 주는 유의미한 요인들이 있다면 고모음 무성음화가 다른 요인들에 의해 얼마든지 실현양상이 변할 수 있는 연속적인 현상, 즉 음성학적 현상이라는 것을 알 수 있다. 그래서 본 연구에서는 우선 각 요인들에 따라 고모음 무성음화의 실현 양상이 달라지는 지 알아본 후 전체 데이터에서 고모음만을 추출한 데이터를 가지고 사용역과 다른 요인 즉, 모음, 발화 맥락, 단어의 종류, 발화 내에서의 모음의 위치, 악센트구 내에서의 모음의 위치, 그리고 선행 자음과 후행 자음에 따라 고모음 무성음화의 실현 양상에 얼마나 유의미한 영향을 주는지 알아보았다.

A. 고모음과 무성음화의 관계

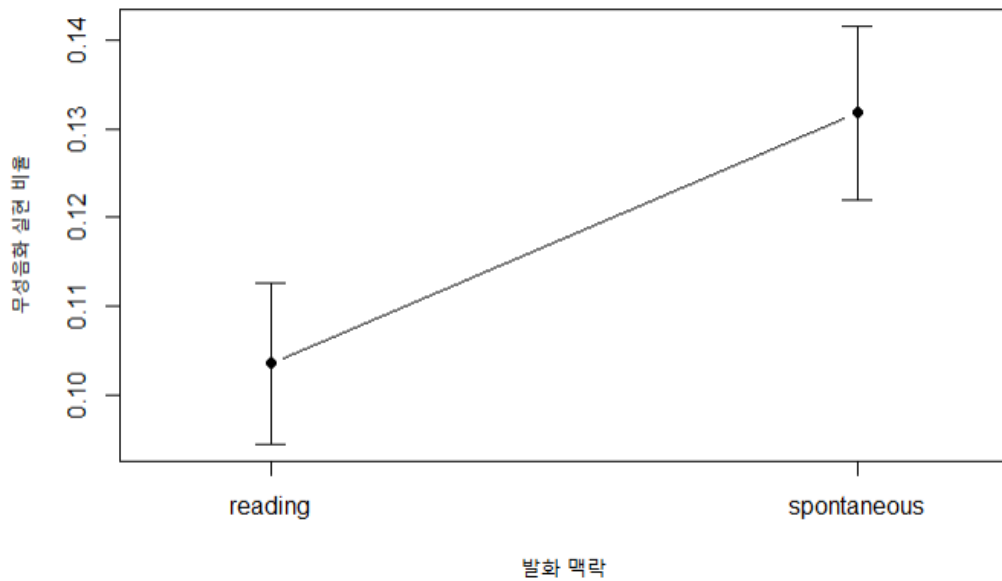
고모음 중에서도 특정 모음에서 고모음 무성음화가 더 자주 실현되는지에 대해 관찰해본 결과, ‘i’[i]는 10.9%, ‘u’[u]는 11.1%의 모음이 무성음화되어 두 모음 사이에는 큰 차이를 보이지 않았지만 ‘eu’[eu]는 21.7%의 모음이 무성음화 되며 고모음 무성음화가 더 자주 실현되는 것을 알 수 있다. 카이제곱 검정 결과 전체적으로는 모음 별로 차이가 있다고 나타나지만($\chi^2 = 18.289, p < 0.001$) ‘i’[i]와 ‘u’[u]만 추출하여 분석을 재수행한 결과, 유의미한 차이가 없다는 것을 알 수 있다($\chi^2 = 0.006, p = 0.938$).



[그림 6-1] 고모음과 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

B. 발화 맥락과 고모음 무성음화의 관계

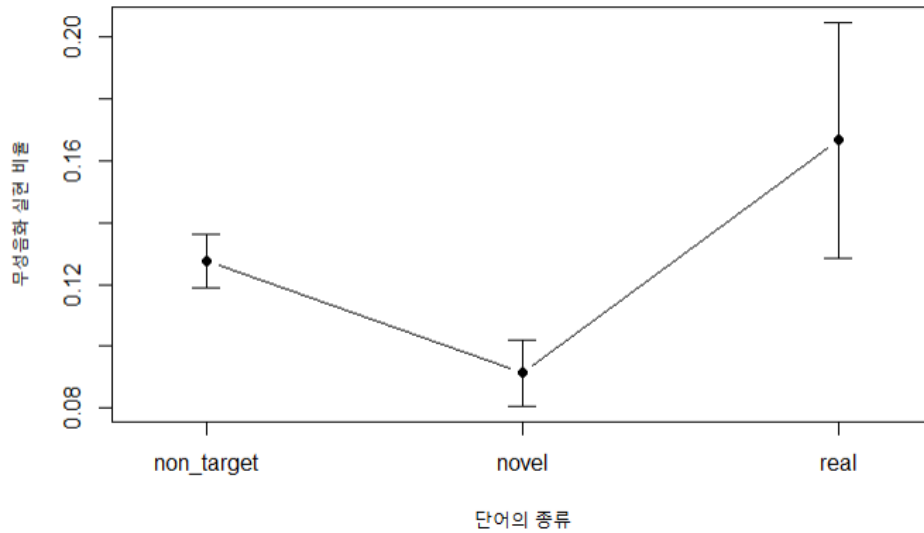
발화 맥락의 경우, 읽기 발화 중 10.3%, 일상 발화 중 13.2%의 모음이 무성음화 되어 고모음 무성음화가 더 자주 실현되는 것으로 관찰된다. 카이제곱 검정 결과 읽기 발화와 일상 발화에서의 고모음 무성음화 실현이 유의미하게 다르다는 것을 알 수 있다($\chi^2 = 4.157, p < 0.05$).



[그림 6-2] 발화맥락과 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

C. 단어의 종류와 고모음 무성음화의 관계

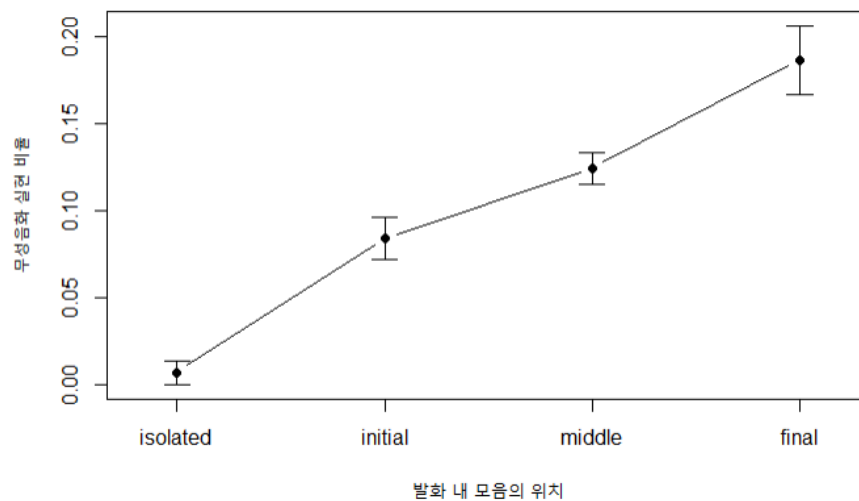
단어의 종류의 경우, 동화책에 등장하는 단어에서 실제 존재하는 단어 중 16.7%, 가상의 단어 중 9.1%의 고모음이 무성음화 되었고 동화책에 등장하지 않는 단어 중 12.8%의 고모음이 무성음화 되었다. 카이제곱 검정 결과, 단어의 종류 별 고모음 무성음화의 실현 비율이 유의미하게 다른 것으로 나타났다($\chi^2 = 8.435, p < 0.05$). 동화책에 등장하는 단어에서 실제 존재하는 단어에 들어간 고모음이 높게 나타난 이유는 해당하는 단어가 ‘숲’ 하나 뿐인데 단어의 특성 때문이라기보다는 모음 양옆에 등장한 자음의 특성 때문이라고 추측해볼 수 있다.



[그림 6-3] 단어의 종류와 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

D. 발화 내 단어의 위치와 고모음 무성음화의 관계

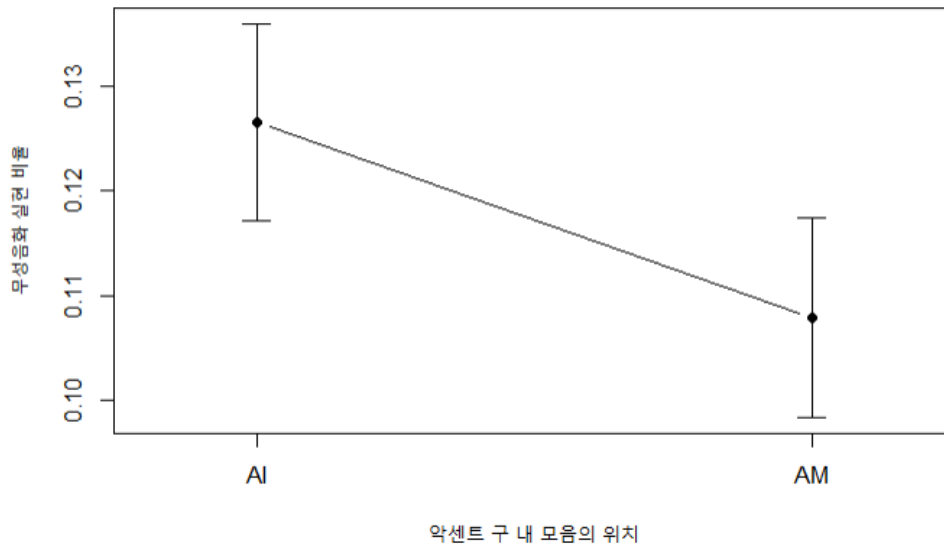
발화 내 모음의 위치는 단일 발화일 때 0.7%, 발화 시작 부분에서 8.4%, 발화 중간 부분에서 12.4% 그리고 발화 끝 부분에서 18.6%의 고모음이 무성음화가 실현되었다. 카이제곱 검정 결과 유의미하게 차이가 나는 것으로 나타났으며($\chi^2 = 40.754, p < 0.001$), 무성음화 발화 끝에서 모음을 발음할 때 가장 고모음 무성음화가 자주 일어나는 것으로 관찰된다.



[그림 6-4] 발화 내 모음의 위치와 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

E. 악센트구 내 모음의 위치와 고모음 무성음화의 관계

악센트구 내 모음의 위치에서는 악센트구 시작 부분에서는 12.7%, 악센트구 내부에서는 10.8%의 고모음이 무성음화 되었다. 악센트구 시작 부분에서 고모음 무성음화가 더 자주 일어나는 이유는 장애음의 기식이 악센트구 시작부분에서 세지기 때문이라고 추측해볼 수 있는데, 실제로 유의미하게 차이가 나는지 알아보기 위해 카이제곱 검정을 수행한 결과, 유의미한 차이는 나타나지 않았다($\chi^2 = 1.761, p = 0.185$).

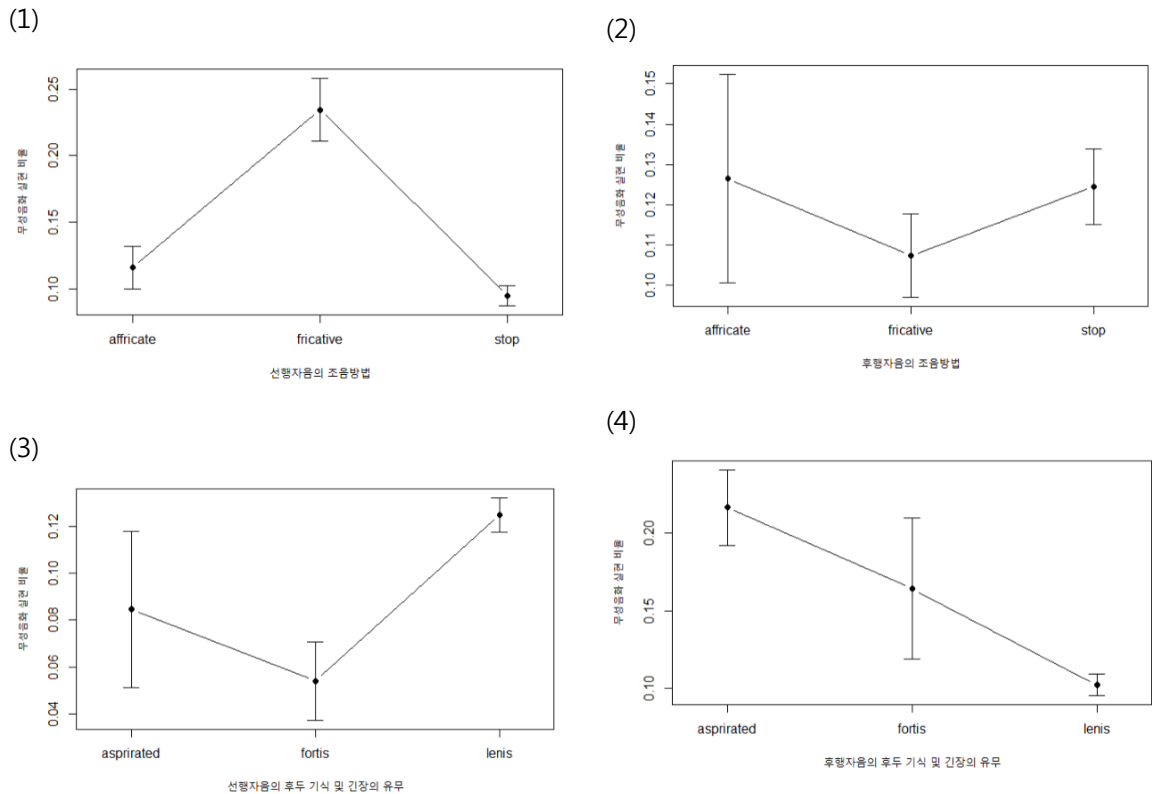


[그림 6-5] 악센트구 내 모음의 위치와 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

F. 선행 자음과 후행 자음과 고모음 무성음화의 관계

우선 조음 방법에 따라 나는 선행 자음의 경우, [그림 6-6]의 (1)과 (2)를 보면 선행 자음이 파열음일 때 9.5%, 마찰음일 때 23.4%, 파찰음일 때 11.6로 마찰음에서 고모음 무성음화가 더 자주 실현되는 모습을 보인다. 카이제곱 검정 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 관찰된다($\chi^2 = 49.72, p < 0.001$). 후행자음의 경우, 파열음일 때 12.4%, 마찰음일 때 10.7%, 파찰음일 때 12.7%로 파찰음일 때 더 자주 실현되는 모습을 보이지만 카이제곱 검정 결과, 유의미한 차이는 없는 것으로 관찰된다($\chi^2 = 1.591, p < 0.451$).

후두 기식 및 긴장의 유무에 따라 나는 선행자음은 (3)과 (4)를 보면 선행자음이 평음일 때 12.5%, 유기음일 때 8.5%, 경음일 때 5.4%의 고모음이 무성음화 되었으며 평음일 때 더 자주 실현된다. 카이제곱 검정 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 관찰된다($\chi^2 = 8.971, p < 0.05$). 후행자음이 평음일 때 10.2%, 유기음일 때 21.6%, 경음일 때 16.4%의 고모음이 무성음화 되었으며 유기음일 때 더 자주 실현된다. 카이제곱 검정 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 관찰된다($\chi^2 = 33.024, p < 0.001$).



[그림 6-6] 선행 자음과 고모음 무성음화의 관계를 나타낸 그래프

G. 혼합효과 로지스틱 회귀분석 결과

각 요인들을 통계 모델에 넣기에 유의미한 변수들인지 알아보기 위해 마찬가지로 4장에서 사용했던 R의 `anova()` 명령어를 사용하여 모델 간 분석을 진행하였다. 우선 한국어에서 고모음에 해당되는 모음인 (ㅣ [i]/ㅡ [u]/ㅓ [u])가 모델의 설명력을 높이는데 영향이 있는 변수라는 것을 알 수 있다. 다시 말해 고모음 무성음화가 실현될 때 고모음들 중에서도 특정 모음에 따라 실현 양상이 달라진다는 것을 알 수 있다. 그러나 발화맥락 변수를 모델에 넣을 경우, 오히려 모델의 설명력이 낮아지는 것을 알 수 있는데 즉, 읽기 발화 또는 일상 발화에 따라 고모음 무성음화의 실현 양상이 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있으므로 해당 변수는 최종적으로 회귀 모델에 넣지 않았다. 추가적으로 단어의 종류, 발화 내에서의 모음이 포함된 단어의 위치 그리고 AP-initial/medial 변수를 넣었을 때 모델의 설명력이 더욱 증가했다.

	AIC	독립변수
회귀 모형 1	1619.5	사용역+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 2	1610.3	사용역+모음+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 3	1612.1	사용역+모음+발화맥락+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 4	1606.2	사용역+모음+단어의 종류+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 5	1563.0	사용역+모음+단어의 종류+발화 내 모음의 위치+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 6	1556.9	사용역+모음+단어의 종류+발화 내 모음의 위치+악센트 구 내 모음의 위치+(1+사용역 참여자)

[표 6-1] 독립 변수 추가에 따른 모델 간 비교 결과

다음으로 위에서 수행한 모델 간 비교를 통해 선택된 가장 모델의 설명력이 좋은 모델에 선행 자음과 후행 자음 변수를 넣었을 때, 모델의 설명력이 달라지는지를 관찰했다. 선행 자음과 후행 자음 변수를 모델에 넣을 때 모델을 [표 6-2]와 같이 조음 방식에 따라 나누는 자음과 [표 6-3]과 같이 후두 기식 및 긴장 유무로 나누는 자음 변수 둘로 나누어 모델 간 분석을 각각 수행하였다. 선행 자음과 후행 자음 변수를 모델에 넣어 모델 간 비교를 통해 모델의 설명력을 관찰한 결과, 해당 변수를 넣었을 때 설명력이 높아짐을 알 수 있었다. 다만, 단어의 종류와 선행 자음 변수를 모두 넣은 모델보다 선행 자음 변수만을 넣은 모델이 설명력이 더 높았는데 그 이유는 동화책 읽기 실험에 사용된 대상 단어 중 고모음이 들어간 단어는 ‘숲’ 하나뿐인데, 이는 특정 단어에 따라 고모음 무성음화의 양상이 변한다기보다는 ‘숲’에 들어가는 모음 사이의 선행 자음인 ‘ㅅ’과 ‘ㅇ’ 때문에 모델에 영향을 주고 있는 것으로 추측해볼 수 있기 때문이다. 따라서 단어의 종류 변수와 선행 자음 사이에 연관성이 있을 수 있기 때문에 단어의 종류 변수를 분석에서 제외하고 통계 분석을 수행했다.

	AIC	독립변수
회귀 모형 6	1556.9	사용역+모음+단어의 종류+단어의 위치+AP-initial/medial+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 7	1517.4	사용역+모음+단어의 종류+단어의 위치+AP-initial/medial+선행 자음의 조음 방식+후행자음의 조음 방식+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 8	1517.2	사용역+모음+단어의 위치+AP-initial/medial+선행 자음의 조음 방식+후행자음의 조음 방식+(1+사용역 참여자)

[표 6-2] 선행 자음의 조음 방식 변수 추가에 따른 모델 간 비교 결과

	AIC	독립변수
회귀 모형 6	1556.9	사용역+모음+단어의 종류+단어의 위치+AP-initial/medial+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 9	1507.1	사용역+모음+단어의 종류+단어의 위치+AP-initial/medial+선행 자음의 후두 기식 및 긴장 유무+후행자음의 후두 기식 및 긴장 유무+(1+사용역 참여자)
회귀 모형 10	1504.0	사용역+모음+단어의 위치+AP-initial/medial+선행 자음의 후두 기식 및 긴장 유무+후행자음의 후두 기식 및 긴장 유무+(1+사용역 참여자)

[표 6-3] 선행 자음의 후두 기식 및 긴장 유무 변수 추가에 따른 모델 간 비교 결과

최종적으로 선택된 회귀모형 8과 10의 통계분석을 수행한 결과, 우선 모음은 중설 평순 고모음인 ‘ㅡ’에서 무성음화가 가장 자주 일어난다는 것을 알 수 있다. 발화 끝에서 모음이 발화될 때 가장 무성음화가 자주 일어나며, 악센트구 내부보다 악센트구가 시작할 때 무성음화가 더 자주 일어나는 것을 알 수 있다. 악센트구가 시작할 때 무성음화가 더 자주 일어나는 이유는 악센트구가 시작할 때 자음의 기식의 강도가 커지기 때문에 무성음화가 이에 영향을 받아 더 자주 일어나는 것이라고 추측해볼 수 있다. 선행자음의 경우, 마찰음에서 가장 자주 일어나며, 선행자음이 평음일 때 고모음 무성음화가 더 자주 일어난다는 것을 알 수 있다.

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(intercept)	-0.066	0.431	-0.153	0.879
아동지향어	-0.661	0.258	-2.568	0.010 *
l [i]	-0.960	0.235	-4.088	< 0.001 ***
l [u]	-0.860	0.251	-3.420	< 0.001 ***
발화 시작	-0.903	0.216	-4.182	< 0.001 ***
단일 발화	-3.538	1.006	-3.517	< 0.001 ***
발화 중간	-0.457	0.183	-2.503	0.012 *
악센트구 내부	-0.423	0.153	-2.760	0.006 **
선행자음이 마찰음	0.836	0.225	3.726	< 0.001 ***
선행자음이 파열음	-0.629	0.219	-2.877	0.004 **
후행자음이 마찰음	0.264	0.305	0.866	0.387
후행자음이 파열음	-0.217	0.278	-0.779	0.436

[표 6-4] 회귀모델 8의 혼합효과 로지스틱 회귀 분석 결과

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(intercept)	-0.715	0.536	-1.335	0.182
아동지향어	-0.775	0.275	-2.814	0.005 **
l [i]	-0.771	0.245	-3.144	0.002 **
l [u]	-0.711	0.256	-2.777	0.005 **
발화 시작	-1.117	0.216	-5.164	< 0.001 ***
단일 발화	-3.622	1.009	-3.590	< 0.001 ***
발화 중간	-0.446	0.172	-2.596	0.009 **
악센트구 내부	-0.328	0.150	-2.196	0.028 *
선행자음이 경음	-0.016	0.577	-0.028	0.978
선행자음이 평음	1.441	0.481	2.996	0.003 *
후행자음이 경음	-0.474	0.407	-1.163	0.245
후행자음이 평음	-1.277	0.193	-6.615	< 0.001 ***

[표 6-4] 회귀모델 10의 혼합효과 로지스틱 회귀 분석 결과

선행자음이 평음일 때 고모음 무성음화가 더 자주 일어나는 이유는 선행연구에서 유기음 뒤에 오는 모음이 평음 뒤에 오는 모음에 비해 기본 주파수가 크다는 보고가 있다(Silva, 2006). 그렇다면 평음 뒤에 오는 모음이 유기음 뒤에 오는 모음보다 기본 주파수가 낮기 때문에 고모음 무성음화가 실현되게 더욱 쉬운 환경이라고 추측해볼 수 있다. 실제로 본 연구에서

사용한 고모음 데이터에서 선행자음의 기식 및 후두 긴장의 유무에 따라 모음의 기본 주파수가 달라지는지 일원 분산분석을 수행한 결과, 유의미한 차이가 나타났으며 평음 뒤에 오는 모음이 가장 기본 주파수가 낮았다($F(2, 2311)=59.27, p < 0.001$, 평음: $M=214.6\text{Hz}(SD=95)$, 유기음= $258.1\text{Hz}(SD=141)$, 경음= $292.6\text{Hz}(SD=109)$). 마찬가지로 후행자음의 기식 및 긴장 유무에 따라 기본 주파수가 달라지는지 일원 분산분석을 수행한 결과, 유의미한 차이가 나타났으며 평음 앞에 오는 모음이 가장 기본 주파수가 낮았다(평음: $220.0\text{Hz}(SD=91)$, 유기음: $232.4\text{Hz}(SD=137)$, 경음: $244.8\text{Hz}(SD=130)$).

선행자음과 관련된 요인을 종합해봤을 때, 선행자음이 마찰음이며 평음인 ‘ㅏ’에서 가장 무성음화가 자주 일어난다고 할 수 있다. 그런데 ‘ㅏ’는 기식이 강한 소리이기 때문에 유기음의 범주에 속한다고 볼 수도 있지만 가령 음운현상 중 경음화 현상같은 경우에는 ‘ㅏ’는 평음에 속하여 같은 평음과 함께 경음화의 대상이 된다. 그래서 고모음 무성음화에 큰 영향을 주는 ‘ㅏ’이 유기음의 범주에서 같은 유기음끼리 실현되는지 또는 평음의 범주에서 같은 평음끼리 실현되는지에 대해 알아보았다.

고모음 데이터에서 선행자음이 ‘ㅏ’와 평음 사이에 차이가 있는지, 그리고 ‘ㅏ’와 유기음 사이에 차이가 있는지를 알아보았다. 만약 예를 들어 ‘ㅏ’와 평음 사이에 무성음화 실현이 차이를 보였는데 ‘ㅏ’와 유기음 사이에서는 실현 양상이 차이가 없다면 ‘ㅏ’는 유기음의 범주에 속하여 유기음에서 고모음 무성음화가 더 자주 실현된다고 할 수 있다.

우선 ‘ㅏ’와 평음 사이에 차이가 있는지 알아보기 위해 고모음 데이터에서 선행자음이 ‘ㅏ’와 평음으로 시작하는 모음만 추출하여 카이제곱 검정을 실시한 결과, 실현 양상에 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 41.237, p < 0.001$). 그리고 ‘ㅏ’와 유기음으로 시작하는 모음만 추출하여 카이제곱 검정을 실시한 결과, 마찬가지로 실현 양상에 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 7.261, p < 0.01$).

VII. 결론 및 향후 연구

본 연구는 한국인 어머니가 아동에게 하는 발화는 고모음 무성음화를 적게 적용함으로써 아동의 고모음 습득을 원활하게 할 수 있음을 보인다. 그러나 이는 사용역의 독립된 효과라기 보다 느린 발화속도로 인한 매개 효과임을 밝혔다.

또한 본 연구는 모음의 길이라는 독립변수의 비범주적인 음성학적 특성이 한국어에서 고모음 무성음화에 영향을 미침을 보였다. 기존의 이론은 어떤 현상이 비범주적인 음성학적 현상인가를 논할 때 일반적으로 종속변수의 비범주적 본질에 주목하였다. 그러나 본 연구는 독립변수의 비범주적 본질에 따라 종속변수의 실현이 영향을 받음을 보이며, 이를 바탕으로 고모음 무성음화가 범주적인 음운론적 현상이라기 보다는 화자 개인의 말씨, 발화 맥락 등에 따라 그 현상이 실현되는 음성학적 현상임을 제시한다. 이는 일반적으로 음성학적 공조음 (co-articulation) 현상이 발화속도에 영향을 받는 경향과 일맥상통하며 (Flemming, 2001) 공조음 현상과 마찬가지로 조음기관을 신속히 움직여 모음을 실현시키는 것을 피하는 과정에서 성문 제스처가 중첩되는데에서 비롯된다고 볼 수 있다.

고모음 무성음화는 다양한 요인에 따라 그 실현 양상이 다르며 중성 고모음 ‘ㅡ’를 발화할 때 가장 자주 실현되며, 양옆에 오는 자음에 따라서도 실현 양상이 달라지는데 선행 자음이 평음이며 마찰음일 때, 그리고 후행자음이 유기음일 때 가장 자주 실현되는 모습을 보인다. 그리고 그 외 다양 요인들에 의해서도 실현 양상에 가변성이 드러나는 것을 알 수 있다. 예를 들어 발화 마지막에서 모음을 발화할 때, 악센트구 시작 지점에서 모음을 발화할 때 고모음 무성음화가 더 자주 실현되는 것을 관찰할 수 있었다. 즉 고모음 무성음화는 범주적인 현상이라기보다는 성문 제스처의 중첩으로 인한 연속적인 현상, 즉 음성학적 현상이라고 할 수 있다

본 연구의 한계점은 연구에 사용한 데이터가 고모음 무성음화를 위해 만들어진 데이터가 아니기 때문에 실질적으로 무성음화 현상을 발견하기 어려운 데이터였다는 점이다. 앞서 언급한 동화책에 등장하는 가상의 단어와 실제 단어, 총 12가지 단어 중 고모음이 등장하는 단어는 오직 4개 뿐이었기 때문에 무성음화 현상을 발견하기 다소 한계가 있었다. 이에 대해 향후 연구로 고모음이 등장하는 단어와 그렇지 않은 단어를 새로 구축하여 동일한 실험을 진행한 후 분석을 해볼 필요성이 있다. 또한 고모음 무성음화를 범주적인 방법으로 코딩하여 무성음화에 영향을 주는 비범주적 요인에 영향을 주는가를 확인했지만 무성음화를 단지 완전히 무성음화 되었는지 유무로만 판단하여 데이터를 수집한 점도 하나의 한계점이라고 할 수 있다. 즉, 고모음의 무성음화를 단지 실현 유무로만 판단할 수 있는지도 고려해볼 필요가 있으며, 고모음의 무성음화를 분류하는 다른 기준에 대해 논의할 필요성도 있다.

참고 문헌

- [1] 강옥미. (2003). *한국어 음운론*. 태학사.
- [2] 김현지. 2021. 아동지향어와 성인지향어에 나타나는 파열음의 음향적 특성. 석사학위논문, 조선대학교 대학원, 광주
- [3] Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S (2015). “Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4.” *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1 - 48. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- [4] Bernstein Ratner, N. (1984). Patterns of vowel modification in mother - child speech. *Journal of Child Language*, 11(3), 557-578. doi:10.1017/S030500090000595X
- [5] Bernstein Ratner, N. (1984). Phonological rule usage in mother-child speech. *Journal of Phonetics* 12 (3): 245 - 54. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30881-2](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30881-2).
- [6] Boersma, Paul & Weenink, David (2023). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.3.10, retrieved 3 May 2023 from <http://www.praat.org/>
- [7] Fernald, A., & Simon, T. (1984). Expanded intonation contours in mothers' speech to newborns. *Developmental Psychology* 20 (1): 104 - 13. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.20.1.104>
- [8] Flemming, E. (2001). Scalar and categorical phenomena in a unified model of phonetics and phonology. *Phonology*, 18(1), 7 - 44. <https://doi.org/10.1017/s0952675701004006>
- [9] Han, M. S. (1962). Unvoicing of vowels in Japanese. *Onsei no Kenkyuu*, 10, 81 - 100.
- [10] Jun, S. (1998). The Accentual Phrase in the Korean prosodic hierarchy. *Phonology*, 15(2), 189-226. doi:10.1017/S0952675798003571
- [11] Jun, S. A. & Beckman, M. (1994). Distribution of devoiced high vowels in Korean. *ICSLP 94*, 479-482
- [12] Jun, S. A., Beckman, M., Niimi, S., & Tiede, M. (1997). Electromyographic evidence for a gestural-overlap analysis of vowel devoicing in Korean. *Speech sciences*, 1, 153-200.
- [13] Jun, S.-A., & Oh, M. (1996). A Prosodic Analysis of Three Types of Wh-Phrases in Korean. *Language and Speech*, 39(1), 37 - 61. <https://doi.org/10.1177/002383099603900103>
- [14] Kilbourn-Ceron, O., & Sonderegger, M. (2018). Boundary phenomena and variability in Japanese high vowel devoicing. *Natural Language & Linguistic Theory*, 36(1), 175 - 217. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11049-017-9368-x>
- [15] Ko, E., & Jun, J. (2022, June 25). Phonological Variation in Child-Directed Speech is Modulated by Lexical Frequency. <https://doi.org/10.31234/osf.io/wfqug>
- [16] Kuhl, P. K., Andruski, J. E., Chistovich, I. A., Chistovich, L. A., Kozhevnikova, E. V., Ryskina V. L., Stolyarova, E. I., Sundberg, U., & Lacerda, F. (1997). Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants. *Science*, 277 (5326): 684 - 86. <https://doi.org/10.1126/science.277.5326.684>
- [17] Kuznetsova A, Brockhoff PB, Christensen RHB (2017). “lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models.” *Journal of Statistical Software*, 82(13), 1 - 26. doi:10.18637/jss.v082.i13.

- [18] Lindblom, B. 1990. Explaining phonetic variation: A sketch of the H & H theory, In W. J. Hardcastle & A. Marchal: "Speech Production and, 403-439, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- [19] Liu, H. M., Tsao, F. M., & Kuhl, P. K. (2007). Acoustic analysis of lexical tone in Mandarin infant-directed speech. *Developmental Psychology* 43 (4): 912 - 17. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.4.912>
- [20] Martin, A., Utsugi, A., & Mazuka, R. (2014). The multidimensional nature of hyperspeech: evidence from Japanese vowel devoicing. *Cognition*, 132(2), 216 - 228. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.04.003>
- [21] McCawley, J. D. (1968). *The phonological component of a grammar of Japanese*. The Hague: Mouton.
- [22] MacWhinney, B. (2000). *The CHILDES Project: Tools for analyzing talk*. Third Edition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [23] Phillips, J. R. (1973). Syntax and vocabulary of mothers' speech to young children: Age and sex comparisons *Child Development* 44 (1): 18285 <https://doi.org/10.2307/1127699>.
- [24] R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- [25] Rodgers, J.E. (2010). Vowel devoicing / deletion in English and German .
- [26] Seo, J. Y., Kim, S. H., Cho, T. H. (2023, May 26 - 27). An acoustic and articulatory study on variation of high vowel devoicing across prosodic contexts and speakers in Korean [Conference presentation abstract]. Hanyang International Symposium on Phonetics & Cognitive Sciences of Language, Hanyang University, Seoul, Korea, https://site.hanyang.ac.kr/documents/379191/1254377/HISPhonCog2023_O14_Seo_etal.pdf/7eee42a3-4d5a-4119-8b97-a78babcd14a0
- [27] Silva, D. (2006). Acoustic evidence for the emergence of tonal contrast in contemporary Korean. *Phonology*, 23(2), 287-308. doi:10.1017/S0952675706000911
- [28] Vance, T. J. (1987). *An introduction to Japanese phonology*. Albany, NY: State University of New York Press.