การวิเคราะห์พยัญชนะกักในภาษาไทยเชิงกลสัทศาสตร์

นายวิบูลย์ ธานสกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาภาษาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2531

ISBN 974-569-042-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013911
I17613584

AN ACOUSTIC ANALYSIS OF STOP CONSONANTS IN THAI

Mr. Wiboon Tarnsakun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Arts

Department of Linguistics

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-569-042-2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาพยัญชนะกักในภาษาไทยเชิงกลสัทศาสตร์
โดย	นายวิบูลย์ ธานสกุล
ภาควิชา	ภาษาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ลักษณียนาวิน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ลักษณียนาวิน)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ รื่วพิทักษ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิบูลย์ ธานสกุล : การวิเคราะห์พยัญชนะกักในภาษาไทยเชิงกลสัทศาสตร์ (AN ACOUSTIC ANALYSIS OF STOP CONSONANTS IN THAI) อ.ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ลักษณียนาวิน, 254 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาลักษณะทางกลสัทศาสตร์อันได้แก่ การบิดเบนของความถี่กำทอน ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักในภาษาไทย จากการศึกษาวิเคราะห์แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม

ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักทั้ง 10 หน่วยเสียงในภาษาไทย จะอธิบายโดยจำแนกพยัญชนะกักเหล่านี้ตามลักษณะต่างที่สำคัญ 3 ลักษณะคือ

1. พยัญชนะกักที่ต่างกันโดยลักษณะการทำงานเส้นเสียง ได้แก่ พยัญชนะกักก้อง ได้แก่ หน่วยเสียง /b,d/ และพยัญชนะกักไม่ก้อง ได้แก่หน่วยเสียง /p,t,k,ph,th,kh,c,ch/

2. พยัญชนะกักที่ต่างกันโดยลักษณะการดัดแปลงลมในช่องปาก ได้แก่พยัญชนะกักระเบิด/b,d, p,t,k,ph,th,kh/ พยัญชนะกักเสียดแทรก /c,ch/ และพยัญชนะกักอุบ /-p,-t,-k/

3. พยัญชนะกักที่ต่างกันโดยฐานที่เกิดของเสียง ได้แก่พยัญชนะฐานริมฝีปาก /b,p,ph/ พยัญชนะฐานปุ่มเหงือก /d,t,th/ พยัญชนะฐานเพดานแข็ง-ปุ่มเหงือก /c,ch/ และพยัญชนะฐานเพดานอ่อน /k,kh/

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะเชิงกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักทั้ง 10 หน่วย ในการเปล่งเสียงในช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม เมื่อพยัญชนะกักปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในตำแหน่งต้นคำทดสอบ ระหว่างสระ และในตำแหน่งท้ายคำทดสอบ ผลจากการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. พยัญชนะกักที่มีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน มีลักษณะเชิงกลต่างกันดังนี้ คือ
   - พยัญชนะกักไม่ก้องมีค่าระยะเวลามากกว่าพยัญชนะกักก้อง
   - ระหว่างพยัญชนะกักไม่ก้อง พยัญชนะพ่นลม มีค่าระยะเวลามากกว่าพยัญชนะไม่พ่นลม
   - ลักษณะคลื่นเสียงและค่าความเข้มของเสียงของพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้องแตกต่างกันมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงกักลม
2. พยัญชนะกักอุบมีค่าทางกลแตกต่างจากพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าระยะเวลาซึ่งน้อยกว่าในพยัญชนะกลุ่มอื่นมาก
3. พยัญชนะกักที่ฐานต่างกัน มีค่าลักษณะเชิงกลต่างกันอย่างเด่นชัด พอสรุปได้ดังนี้
   - พยัญชนะกักที่มีฐานที่เกิดอยู่ส่วนนอกของช่องทางเดินเสียง มีค่าความเข้มสูงกว่าพยัญชนะกักที่มีฐานที่เกิดอยู่ส่วนในของช่องทางเดินเสียง
   - พยัญชนะกักที่มีฐานเป็นส่วนขอบ (ริมฝีปาก, เพดานอ่อน) มีการบิดเบนของค่าความถี่-กำทอนในระยะเชื่อมต่อมากกว่า พยัญชนะกักที่มีฐานที่เกิดเป็นส่วนกลาง (ปุ่มเหงือก, เพดานแข็ง)

ภาควิชา ภาษาศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา -

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

WIBOON TARNSAKUN : AN ACOUSTIC ANALYSIS OF STOP CONSONANTS IN THAI.
THESIS ADVISOR : ASST.PROF.SUDAPORN LUKSANEEYANAWIN, PH.D. 254 PP.

The purpose of this thesis is to study the acoustic characteristics, i.e., F-transition,duration and intensity of stop consonants in Thai. The study is based on spectrographic and mingographic analysis.

The acoustic descriptions of stop consonants in Thai are given by considering 3 important features.

1.Stops with different states of the glottis: voiced stops/b,d/ and two categories of voiceless stops namely aspirated stops/ph,th,ch,kh/ and unaspirated ones/p,t,c,k/.

2.Stops with different articulations: plosives/b,d,p,tk,ph,th,kh/, affricated stops/c,ch/, non-plosives/-p,-t,-k/.

3.Stops with different places of articulation: bilabial stops/b,p, ph/, alveolar stops/d,t,th/, alveolopalatal stops/c,ch/, velar stops/k,kh/.

The ten consonants are studied in different phonetic contexts: (1)with the three vowels/i:,a:,u:/ and (2) initially, intervocalically and finally in words.

Three different phases of stop consonants, shutting, closure and releasing, are investigated. The results of the study are given below.

1.Consonants with different states of the glottis differ from one another in these respects:

-the voiceless stops have longer durations than the voiced stops

-between voiceless stops, voiceless aspirated stops have a longer duration than voiceless unaspirated ones.

-Voiced stops and voiceless stops differ from one another by their waveform and intensity.

2.Non-plosives differ remarkably from plosives and affricated stops, especially in terms of duration.

3.Stops with different places of articulation differ remarkably from one another,especially in terms of intensity and F2-transition frequencies

-The more front the place of articulation the higher the intensity of the stops.

-The F2-transitions of the non peripheral stops(alveolar and alveolopalatal) in different phonetic contexts vary distinctively as compared to the peripheral stops (labial and velar).

ภาควิชา Linguistics ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา - .....

ปีการศึกษา 2530 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลายฝ่าย ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและใคร่ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยเหลือแนะนำและให้ความร่วมมือในการวิจัย

ผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ลักษณียนาวิน ที่รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ทุ่มเททั้งเวลา กำลังกาย กำลังใจ และให้การอนุเคราะห์ให้ยืมหนังสืออ่านประกอบการค้นคว้าตลอดจนให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์และขัดเกลาสำนวนภาษาด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ ริ้วพิทักษ์ ซึ่งได้กรุณาตรวจข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณ Professor Dr.Arthur S. Abramson เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาตรวจบทคัดย่อภาคภาษาอังกฤษและให้ข้อเสนอแนะที่มีค่ายิ่งต่องานวิจัยในครั้งนี้

นอกจากท่านที่กล่าวนามข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางภาษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คุณสิทธิชัย ศรีสุคนธ์ คุณวิรัตน์ วาริชกุลจงเจริญ ซึ่งช่วยอนุเคราะห์ในการบันทึกเสียง ทำแผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ขอขอบคุณ คุณวัฒนะ บุญจับ ผู้บอกภาษา คุณธนานันท์ ตรงดี เพื่อนร่วมรุ่นที่ได้ให้ความช่วยเหลืองานกราฟิค สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา และขอขอบคุณ คุณวันเพ็ญ ชาวสอาด ซึ่งกรุณาพิมพ์ต้นฉบับด้วยความอุตสาหะและให้คำแนะนำเกี่ยวกับรูปแบบของวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณหรุ่น-คุณอนงค์ ดินตะชาติ และขอบคุณ คุณรัตนา ธานสกุล ที่ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำวิทยานิพนธ์และคอยให้กำลังใจตลอดมาจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี

วิบูลย์ ธานสกุล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญแผนภาพ ..... ด

สารบัญแผนภูมิ ..... ถ

สารบัญภาพ ..... น

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 สมมติฐานในการวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 6

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 19

1.7 คำจำกัดความของศัพท์เฉพาะและคำย่อที่ใช้ในการวิจัยนี้ 19

2 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 22

2.1 ลักษณะทางสรีรศัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก 22

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงสรีรศัทศาสตร์กับลักษณะเชิงกลศัทศาสตร์ 24

2.3 พยัญชนะกักในภาษาไทย 28

2.4 พยัญชนะกักในพยางค์ 29

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่

3 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักก้องและกักไม่ก้องในภาษาไทย 32

3.1 ความต่างระหว่างลักษณะคลื่นเสียง (Wave form) ของพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้อง 35

3.2 ค่าระยะเวลา (Duration) 37

3.3 ค่าความเข้มของเสียง (Intensity) 46

4 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักระเบิด, กักเสียดแทรก และกักอุบ 51

4.1 พยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก (Plosives & Affricates) 51

4.1.1 ลักษณะคลื่นเสียง (wave form) 53

4.1.2 ระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก 54

4.1.3 ความเข้มของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก 61

4.2 พยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักอุบ (Plosives & Non-Plosives) 68

4.2.1 ลักษณะคลื่นเสียง (wave form) 69

4.2.2 ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ 70

4.2.3 ค่าความเข้มของเสียง 74

5 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักฐานกรณ์ต่าง ๆ 78

5.1 ลักษณะคลื่นเสียง 78

5.2 ระยะเวลาของพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน 94

5.3 ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน 101

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่		หน้า
6	สรุปผลการวิจัย	107
	6.1 กลุ่มพยัญชนะกักที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน	107
	6.2 กลุ่มพยัญชนะกักที่มีลักษณะการดัดแปลงลมในช่องปากต่างกัน	113
	6.3 กลุ่มพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน	126
7	อภิปรายผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ	137
	7.1 อภิปรายผล	137
	7.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	144
บรรณานุกรม		149
ภาคผนวก ก ค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก		153
ภาคผนวก ข แผ่นภาพคลื่นเสียง แผ่นภาพมิงโกแกรมของพยัญชนะกัก		184
ประวัติผู้เขียน		254

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	หน่วยเสียงพยัญชนะกักในภาษาไทยและฐานที่เกิด	4
2	แสดงการจำแนกเสียงพยัญชนะกักซึ่งมีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน	33
3	เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะทั้ง 3 กลุ่ม (พยัญชนะกักก้อง, กักไม่ก้องไม่พ่นลม และกักไม่ก้องพ่นลม	38
4	แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักทั้ง 3 กลุ่ม คือ พยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และกักไม่ก้องพ่นลม	42
5	เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง และความเข้มของเสียงสระที่เกิดร่วมของพยัญชนะกัก 3 ชุด คือ พยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และกักไม่ก้องพ่นลม	46
6	แสดงค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงทั้ง 3 ช่วง และความเข้มของเสียงสระประชิดของพยัญชนะกลุ่มเดียวกันทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละ	49
7	แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกัก และพยัญชนะกักเสียดแทรกทั้งค่าจริงและค่าร้อยละ	55
8	แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงที่ต่างกันของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกทั้งค่าจริงและค่าร้อยละ	58
9	แสดงค่าความเข้มในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆทั้งค่าจริงและค่าร้อยละ	62
10	แสดงค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ	65
11	แสดงค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละของค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ ในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่ม	70

ตารางที่ หน้า

12 แสดงค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละของพยัญชนะกักระเบิดและ
พยัญชนะกักอุบ 72

13 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียง (ค่าจริง) ในการเปล่งเสียง
ช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่มคือ กักระเบิดและกักอุบ ... 74

14 แสดงค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกลุ่มเดียวกัน 76

15 แสดงค่า F ณ จุดที่ F2 มีการบิดเบนมากที่สุด (จุดที่ 0%) และ
ค่า F ของความถี่ก้องทอนคงที่ของสระ (จุดที่ 100%) และค่าพิสัยของ
การบิดเบนเมื่อพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/,
/a:/ และ /u:/ 81

16 แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด และค่าพิสัยของ F2 ณ จุดที่ 0% และค่า
เมื่อพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/

17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าระยะเวลาในช่วงการเปล่งเสียง
ช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน ทั้งค่าที่แท้จริงและ
ค่าร้อยละ 94

18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของ
พยัญชนะกักฐานเดียวกัน ทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละ 98

19 แสดงค่าความเข้มของเสียงทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละในการ
เปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน 101

20 แสดงค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงของการเปล่งเสียงพยัญชนะกัก 104

21 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของ
พยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม 108

22 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกัก
ลำดับจากช่วงการเปล่งเสียงที่มีค่าระยะเวลาสูงไปหาต่ำ 110

23 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วง เริ่มปิดกักลม
ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะที่มีลักษณะ เส้น เสียงต่างกัน 111

ตารางที่ หน้า

24 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงที่ต่างกันของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม (ที่มีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน) 112

25 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรก 114

26 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรก 116

27 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรกจากกลุ่มพยัญชนะที่มีความเข้มสูงไปต่ำ 118

28 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก 120

29 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ 122

30 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ 123

31 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ 124

32 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักอุบ 125

33 แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักฐานต่างกัน เรียงลำดับจากฐานที่มีค่าเวลาสูงไปต่ำ 127

34 แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงจากค่าสูงไปต่ำของพยัญชนะกักฐานเดียวกัน 128

ตารางที่ หน้า

35 เปรียบเทียบค่าความเข้มในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน 130

36 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักฐานเดียวกัน 131

37 ค่าความถี่ก้าทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /p/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 154

38 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /p/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 155

39 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /p/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 156

40 ค่าความถี่ก้าทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /t/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 157

41 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /t/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 158

42 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /t/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 159

43 ค่าความถี่ก้าทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /c/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 160

44 ค่าระยะเวลาในแต่ช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /c/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 161

ตารางที่ หน้า

45 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /c/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 162

46 ค่าความถี่กำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /c/ ปรากฏร่วมกับสระ i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 163

47 ค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /k/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 167

48 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /k/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 165

49 ค่าความถี่กำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /ph/ ปรากฏร่วมกับสระ/i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 166

50 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /ph/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ในบริบทต่าง ๆ 167

51 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /ph/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 168

52 ค่าความถี่กำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /th/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 169

53 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /th/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 170

54 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /th/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 171

55 ค่าความถี่กำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /c/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 172

ตารางที่ หน้า

56 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /ch/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 173

57 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /ch/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 174

58 ค่าความถี่กำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /kh/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 175

59 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /kh/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 176

60 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /kh/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 177

61 ค่าความถี่กำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /b/ ปรากฏร่วมกับสระ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 178

62 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /b/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 179

63 ค่าความเข้มแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /b/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 180

64 ค่าความถี่กำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /d/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ 181

65 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /d/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 182

66 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียงของหน่วยเสียง /d/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ 183

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	แสดงค่า VOT (Voicing lead, voicing lag) ...	2
2	สเกลที่ใช้วัดค่าความถี่กำทอน และค่าระยะเวลาของพยัญชนะกัก	14
3	แสดงขั้นตอน (phases) และกระบวนการในการเกิดเสียงพยัญชนะกัก	23
4	แสดงกระบวนการและขั้นตอนในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักเมื่อเกิดร่วมกับสระ	24
5	แสดงการแบ่งช่องกำทอน	25
6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงสรีรสัทศาสตร์กับลักษณะเชิงกลของคำว่า "อาตา" /a:ta:/	26
7	เปรียบเทียบขั้นตอนการเปล่งเสียงพยัญชนะกักและพยัญชนะกัก-เสียดแทรก	29
8	ส่วนประกอบของพยางค์ เมื่อพยัญชนะปรากฏต้นคำทดสอบหน้าสระ	30
9	ส่วนประกอบของพยางค์เมื่อพยัญชนะปรากฏในตำแหน่งหน้าพยางค์ตรงกลางระหว่างสระ (intervocalic)	31
10	ส่วนประกอบของพยางค์ เมื่อพยัญชนะปรากฏในตำแหน่งท้ายคำหลังสระ	31
11	แสดงการจำแนกพยัญชนะกัก ตามลักษณะเส้นเสียง	35
12	เปรียบเทียบลักษณะคลื่นเสียงของพยัญชนะกักที่มีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน	36
13	แสดงการจำแนกพยัญชนะกัก ตามความแตกต่างของการดัดแปลงลมในช่องปาก	52
14	แสดงการเปรียบเทียบทางสรีรสัทศาสตร์และกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรก	53

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ หน้า

15 แสดงกระบวนการทางสรีรสัทศาสตร์ในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักอุบ 68

16 เปรียบเทียบลักษณะคลื่นเสียงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ กับกระบวนการเปล่งเสียงทางสรีรสัทศาสตร์ 69

17 แสดงฐานที่เกิดเสียงพยัญชนะกัก 78

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	เปรียบเทียบสัดส่วนค่าระยะเวลารวมและค่าระยะเวลาของการเปล่งเสียงในช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักที่มีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน	40
2	แสดงระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม คือ พยัญชนะกักก้อง พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้อง-พ่นลม	44
3	เปรียบเทียบสัดส่วนค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักต่างกลุ่ม (ก้อง, ไม่ก้องไม่พ่นลม, ไม่ก้องพ่นลม)	48
4	แสดงค่าความเข้มของเสียงทั้ง 4 ช่วง เมื่อพยัญชนะกักก้อง, กักไม่ก้องไม่พ่นลม, กักไม่ก้องพ่นลม ปรากฏร่วมกับสระ	50
5	เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันและระยะเวลารวมของพยัญชนะกัก และพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ	57
6	แสดงระยะเวลาทั้ง 3 ช่วง การเปล่งเสียงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกแต่ละกลุ่ม	60
7	เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ	64
8	แสดงค่าความเข้มของเสียง ในทุกช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ	67
9	เปรียบเทียบสัดส่วนค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกัน และเวลารวมของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักอุบ	71
10	แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ	73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่		หน้า
11	เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ	75
12	แสดงค่าความเข้มของเสียงแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะ-กักระเบิด และพยัญชนะกักอุบ	77
13	แสดงค่า F2 ณ จุดที่ 0% และจุดที่ 100% และค่าพิสัยของการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานริมฝีปากปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/	83
14	แสดงค่า F2 ณ จุดที่ 0% และจุดที่ 100% และค่าพิสัยของการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือกประชิดกับสระ /i:,a:,u:/	85
15	แสดงค่า F2 ณ จุดที่ 0% และจุดที่ 100% และค่าพิสัยของการบิดเบนเมื่อพยัญชนะกักฐานเพดานแข็ง-ปุ่มเหงือกประชิดกับสระ /i:,a:,u:/	87
16	แสดงค่า F2 ณ จุดที่ 0% และจุดที่ 100% และพิสัยของการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานเพดานอ่อน	89
17	แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุดของค่า Fบนจุดที่ 0% ของ F2-trans และค่าพิสัยเมื่อพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/	90
18	เปรียบเทียบสัดส่วนค่าระยะเวลารวม และค่าระยะเวลาของการเปล่งเสียงในช่วงเดียวกันของพยัญชนะกัก ที่มีฐานต่างกัน	96
19	แสดงค่าเฉลี่ยของค่าระยะเวลาทั้ง 3 ช่วงการเปล่งเสียง (ช่วงเริ่มปิดกักลม, ช่วงกักลม, ช่วงระบายลม) ของพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ กัน	100
20	แสดงสัดส่วนค่าความเข้มของเสียง ในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน	103
21	แสดงค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน	106

แผนภูมิที่ หน้า

22 แสดงลักษณะคลื่นเสียง ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน 133

23 แสดงลักษณะคลื่นเสียง ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีลักษณะการคัดแปลงลมในช่องปากต่างกัน 134

24 แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุดของค่า F ของ F2-Trans ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน 135

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1 แผ่นภาพคลื่นเสียง (คำว่า"อาดา") แสดงลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก 12

2 แผ่นภาพคลื่นเสียง (คำว่า"อาดา") แสดงจุดที่จะทำการวัดค่าความถี่ก่อนหน้า 13

3 แผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "ดา" /ta:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 16

4 แผ่นภาพคลื่นเสียงคำว่า "ทา" /tha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 16

5 แผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "ดา" ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 17

6 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "บี" /pi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน ...ซิ" 185

7 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "ปา" /pa:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 186

8 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "บู" /pu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 187

9 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "พี" /phi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 188

10 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรม คำว่า "พา" /pha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 189

11 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรม คำว่า "ผู" /phu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 190

12 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรม คำว่า "บี" /bi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 191

13 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรม คำว่า "บา" /ba:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 192

14 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรม คำว่า "บู" /bu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 193

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาพที่

15 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีบ" /i:p/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 194

16 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาบ" /a:p/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 195

17 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูบ" /u:p/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 196

18 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีบี" /i:pi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 197

19 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาปา" /a:pa:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 198

20 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูปู" /u:pu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 199

21 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีพี" /i:phi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ 200

22 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาพา" /a:pha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 201

23 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า ""อูพู" /u:phu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 202

24 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีบี" /i:bi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 203

25 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาบา" /a:ba:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 204

26 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูบู" /u:bu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 205

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาพที่

27 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ตี" /ti:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 206

28 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ตา" /ta:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 207

29 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ตู" /tu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 208

30 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ที" /thi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 209

31 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ทา" /tha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 210

32 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ทู" /thu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 211

33 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ดี" /di:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 212

34 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ดา" /da:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 213

35 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ดู" /du:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 214

36 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีด" /i:t/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 215

37 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาด" /a:t/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 216

38 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูด" /u:t/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 217

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาพที่

39 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีตี" /i:ti:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 218

40 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาตา" /a:ta:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 219

41 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูตู" /u:tu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 220

42 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีที" /i:thi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 221

43 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาทา" /a:tha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ. 222

44 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูทู" /u:thu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 223

45 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีดี" /i:di:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 224

46 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาดา" /a:da:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ 225

47 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูดู" /u:du:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 226

48 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "จี" /ci:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 227

49 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "จา"/ca:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 228

50 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "จู" /cu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" 229

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาพที่

51 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ชี" /chi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 230

52 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ชา" /cha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 231

53 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "ชู" /chu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 232

54 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีจี" /i:ci:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 233

55 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาจา" /a:ca:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 234

56 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูจู" /u:cu:/ ในกรอบประโยค"อ่าน...ชิ" 235

57 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีชี" /i:chi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 236

58 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาชา" /a:cha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 237

59 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อูชู" /u:chu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 238

60 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "กี" /ki:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 239

61 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "กา" /ka:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ 240

62 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "กู" /ku:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 241

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาพที่

63 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "คี" /khi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 242

64 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "คา" /kha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 243

65 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "คู" /khu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 244

66 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีก" /i:k/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 245

67 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาก" /a:k/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 246

68 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อุก" /u:k/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 247

69 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีกี" /i:ki:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 248

70 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อากา" /a:ka:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 249

71 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อุกู" /u:ku:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 250

72 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อีคี" ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 251

73 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อาคา" /a:kha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 252

74 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรม คำว่า "อุคู" /u:khu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ" 253

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

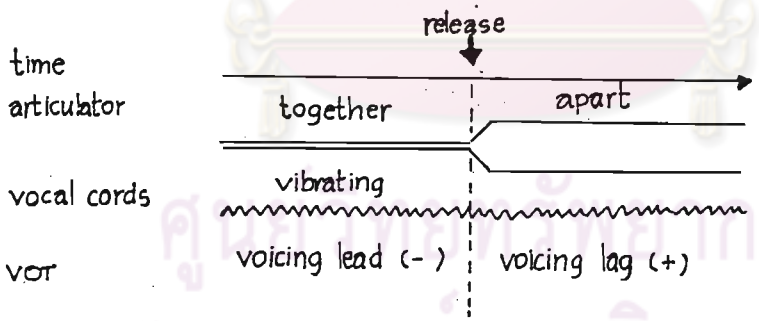
การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพยัญชนะกักในภาษาไทย ได้มีผู้ศึกษามาแล้ว เป็นจำนวนมาก แต่การวิจัยเป็นไปในแง่สัทวิทยา (Phonology) เพื่อการศึกษาเชิงประวัติ และการศึกษาเปรียบต่างเป็นส่วนมาก (เพื่องฟุ้ง เครือตราชู, 1960 Haas, 1964 Noss, 1964 Brown, 1965 และกาญจนา นาคสกุล, 1977) การศึกษาเหล่านี้กล่าวถึงแนวคิดในการจัดระบบเสียงพยัญชนะกักในภาษาไทย ผลการศึกษาปรากฏว่า ผู้วิจัยเหล่านี้ได้จำแนกพยัญชนะกักที่เกิดในตำแหน่งต้นคำ (word-initial) ออกเป็น 3 กลุ่มเหมือน ๆ กัน คือ 1) พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม มี 4 หน่วยเสียง 2) พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมมี 4 หน่วยเสียง และ 3) พยัญชนะกักก้อง มี 2 หน่วยเสียง แต่ในการจำแนกพยัญชนะกักที่ปรากฏในตำแหน่งท้ายคำ (word-final) จะแตกต่างกัน Noss และ Haas จัดให้หน่วยเสียง /g/ ซึ่งเป็นเสียงกักก้อง สามารถเกิดในตำแหน่งท้ายคำได้ ส่วนผู้วิจัยคนอื่น ๆ จะไม่จัดให้ /g/ มีในระบบเสียงพยัญชนะในภาษาไทยไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งต้นคำ หรือตำแหน่งท้ายคำ

สำหรับการศึกษาพยัญชนะกักในเชิงสัทศาสตร์นั้น มีผู้ศึกษาไว้น้อย ที่มีอยู่ได้แก่ งานของ Jimmy G. Harrris เป็นงานซึ่งบรรยายลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักไว้อย่างละเอียดโดยใช้การวิเคราะห์จากการฟังอย่างเดียว ไม่ได้นำเครื่องมืออย่างอื่นมาช่วยในการศึกษา Harris ได้ศึกษาภาษาพูดซึ่งมีความเร็วช้าต่างกัน 3 ระดับ คือ พูดช้ากว่าปกติ พูดด้วยความเร็วปกติ และการพูดด้วยความเร็วสูงกว่าปกติ ผลจากการศึกษาปรากฏว่าพยัญชนะกักแต่ละหน่วยเสียงจะมีการแปรของลักษณะทางสัทศาสตร์ (phonetic realization) ขึ้นอยู่กับปริบททางเสียงที่พยัญชนะแต่ละหน่วยปรากฏและความเร็วช้าในการเปล่งเสียง ในการพูดด้วยความเร็วสูงกว่าปกติพยัญชนะกักพ่นลม และพยัญชนะกักเสียดแทรกบางหน่วยจะสูญเสียลักษณะการกักกั้นแบบสนิท (stricture of complete closure)

และในบางครั้งเสียงพยัญชนะกักก้องริมฝีปาก[b] จะกลายเป็นเสียงพยัญชนะนาสิกฐานริมฝีปาก [m] นอกจากนี้ Harris พบว่าพยัญชนะ /c/ /ch/ ในระบบเสียงภาษาไทยนั้น ที่นักสัทวิทยาบางคนเข้าใจว่าเป็นพยัญชนะกักฐานลิ้นส่วนหน้า-เพดานแข็ง (fronto-palatal) แท้ที่จริงแล้วเป็นพยัญชนะกักที่มีฐานคือปุ่มเหงือก-เพดานแข็ง และกรณ์คือลิ้นส่วนต่อกับปลาย (alveolopalatal) (ดู Harris 1972 หน้า 9-12)

นอกจากงานวิเคราะห์เชิงสรีรสัทศาสตร์แล้วยังมีการศึกษาพยัญชนะกักในเชิงกลสัทศาสตร์ด้วย งานศึกษาวิจัยของ Leigh Lisker และ Abramson (1965) ซึ่งศึกษาความต่างของค่าระยะเวลาของการสั่นของเส้นเสียงที่สัมพันธ์กับการระบายลมณ จุดกักกั้น (voice onset time หรือ VOT) ในภาษาไทยและในภาษาอื่นอีกหลายภาษาจากแผ่นภาพคลื่นเสียง (sound spectrogram) โดยการศึกษาความต่างของค่าระยะเวลาของการสั่นของเส้นเสียงก่อนและหลังการระบายลมในพยัญชนะกัก ช่วงการสั่นของเส้นเสียงก่อนการระบายลมเรียกว่า voicing lead ให้เป็นค่า (-) ช่วงการสั่นของเส้นเสียงหลังการระบายลมเรียกว่า voicing lag ให้ค่าเป็นบวก (+) ค่ารวมระหว่าง voicing lead และ voicing lag คือ ค่า VOT ของพยัญชนะกักนั้น ๆ(ดูแผนภาพ VOT)

แผนภาพที่ 1 แสดงการเกิด VOT



เมื่อ Lisker และ Abramson อธิบายพยัญชนะกักในภาษาต่าง ๆ ด้วยทฤษฎี VOT แล้ว เขาได้นำหลักการนี้ไปใช้ทดสอบการฟัง (perception test) พยัญชนะกักในภาษาต่าง ๆ หลายภาษารวมทั้งภาษาไทยด้วยเพื่อดูว่าความต่างของค่า VOT สามารถจำแนกพยัญชนะกักในภาษาต่าง ๆ ได้หรือไม่ ผลปรากฏว่าผู้ที่พูดภาษาไทยเป็นภาษาแม่สามารถจำแนกพยัญชนะกักออกเป็น 3 กลุ่ม อย่างถูกต้องคือพยัญชนะที่มีค่า VOT มากที่สุดได้ยินเป็นพยัญชนะกักก้อง รองลงมาได้ยินเป็นพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะที่มีค่า VOT น้อยที่สุดได้ยินเป็นพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม

เมื่อพิจารณางานศึกษาวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่ายังมิได้มีการศึกษาพยัญชนะกักภาษาไทยในเชิงกลสัทศาสตร์อย่างจริงจัง ที่ศึกษามาแล้วเป็นเพียงบางแง่มุมเท่านั้น เพื่อให้การศึกษาพยัญชนะกักในภาษาไทยมีความสมบูรณ์และเป็นวัตถุวิสัยยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงศึกษาวิเคราะห์ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก (พยัญชนะไม่กัก ดูใน ธนานันท์ ตรงดี, 2530) ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความหวังว่าข้อมูลและผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในแง่ของการนำไปประยุกต์ใช้ในระบบการสังเคราะห์เสียงพูดหรือสัทสังเคราะห์ (speech synthesis) และระบบรับรู้เสียงพูดหรือสัทวิชาน (speech recognition) ในภาษาไทยต่อไป หรืองานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเสียงพูดในภาษาไทย

1.2 <u>วัตถุประสงค์ของการวิจัย</u>

1.2.1 เพื่อศึกษาลักษณะทางกลสัทศาสตร์อันได้แก่ ความถี่กำทอน ระยะเวลา และความเข้มของเสียงพยัญชนะกักในภาษาไทย

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์กับลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักในภาษาไทย

1.3 <u>สมมติฐานในการวิจัย</u> พยัญชนะกักในภาษาไทยมีลักษณะทางกลสัทศาสตร์ อันได้แก่ ลักษณะคลื่นเสียง การบิดเบนของค่าความถี่กำทอน ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียง และค่าความเข้มของเสียง แตกต่างกัน

1.4 <u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

โดยทั่วไปลักษณะทางสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักหน่วยเดียวกันอาจแตกต่างกันได้หลายกรณี เช่น

ก. เมื่อปรากฏในคำพูดเดี่ยว (citation form) จะมีลักษณะต่างไปจากเมื่อปรากฏในคำพูดต่อเนื่อง (connected speech)

ข. เมื่อประชิดกับสระต่างกัน

ค. เมื่อประชิดกับพยัญชนะต่างกัน

ง. เมื่อผู้พูดพูดด้วยความเร็วที่ต่างกัน

จ. เมื่อผู้พูดพูดด้วยทำนองเสียงต่างกัน

เนื่องจากการวิจัยนี้ต้องทำการวิเคราะห์เชิงกลอย่างละเอียด การที่จะศึกษาลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักในปริบทต่าง ๆ ดังกล่าวให้ครบทุกแบบจะต้องใช้เวลาและงบประมาณมาก ผู้วิจัยจึงได้วางขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้คือ

1.4.1 ใช้ผู้บอกภาษาเพียงคนเดียว

1.4.2 เสียงพยัญชนะที่จะศึกษาประกอบด้วยพยัญชนะกักในภาษาไทย 10 หน่วยเสียง ดังแสดงในตารางสัทวิทยาข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 หน่วยเสียงพยัญชนะกักในภาษาไทยและฐานที่เกิด

พยัญชนะกัก \ ฐาน	ริมฝีปาก	ปุ่มเหงือก	เพดานแข็ง	เพดานอ่อน
ก้อง	b	d		
ไม่ก้อง ไม่พ่นลม	p	t	c	k
ไม่ก้อง พ่นลม	ph	th	ch	kh

1.4.3 ศึกษาพยัญชนะเหล่านี้ เมื่อปรากฏประชิดกับสระ 3 หน่วยเสียงคือ /i:/ /a:/ และ /u:/ ซึ่งมีค่าฟอร์เมินท์ที่ 2(F2) ต่างกันอย่างเห็นได้ชัดคือ

/i:/ มีค่าของ F2 สูงที่สุด

/a:/ มีค่าของ F2 รองลงมา

/u:/ มีค่าของ F2 ต่ำที่สุด

การที่ฟอร์เมินท์ (F) ต่างกัน จะช่วยให้สามารถศึกษาการบิดเบนของสระเมื่อเกิดประชิดกับพยัญชนะกักต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

1.4.4 ศึกษาพยัญชนะเหล่านี้ เมื่อปรากฏในตำแหน่งดังต่อไปนี้

1.4.4.1 เมื่อปรากฏหน้าสระในตำแหน่งต้นพยางค์และท้ายคำทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในกรอบประโยค "อ่าน .... ชี"* โดยมีโครงสร้างคำคือ #. C̀V:. #** พยัญชนะกักทั้ง 10 หน่วยเสียงปรากฏได้ในโครงสร้างนี้

1.4.4.2 เมื่อปรากฏต้นพยางค์แต่เกิดกลางคำและอยู่ระหว่างสระ โดยสระที่มาประชิดหน้าและหลังเป็นสระเดียวกันมีโครงสร้างคำคือ # V:.CV: # พยัญชนะกักทั้ง 10 หน่วยเสียงปรากฏได้ในโครงสร้างนี้

1.4.4.3 เมื่อปรากฏในตำแหน่งท้ายพยางค์และท้ายคำทดสอบภายในกรอบประโยค "อ่าน .... ชี" ซึ่งมีโครงสร้างคำคือ #. V:C. # พยัญชนะกักที่ปรากฏได้ในโครงสร้างนี้มี 3 หน่วยเสียงคือ /-p, -t, -k/

คำทดสอบทั้งหมดที่ได้จากขอบเขตการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะได้คำทดสอบจำนวน 69 คำทดสอบ

---

*เหตุที่ต้องใช้กรอบประโยค "อ่าน ..., ชี" เพื่อสามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดจบของคำทดสอบ ทำให้สามารถจัดระยะเวลาของช่วงต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกเสียงพยัญชนะกักในตำแหน่งต้นพยางค์และท้ายพยางค์ได้ ทั้งนี้สัญญาณของเสียง /n/ ท้ายคำว่า "/a`n/ จะเป็นตัวชี้บอกว่าจุดเริ่มต้นของเสียงกักเริ่มขึ้นเมื่อไร และสัญญาณเสียงช่า (noise) ต้นคำว่า ชี /si`/ จะบอกขอบเขตการจบของพยัญชนะในกรณีที่เกิดในตำแหน่งหลังสระท้ายคำทดสอบ

**# แสดง word boundary
. syllable boundary
' stressed marker

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.5 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ที่ศึกษาคือ

1.4.5.1 ค่าความถี่กำทอน (ค่า F) ของระยะเชื่อมต่อ (Transitional Stage)

1.4.5.2 ค่าระยะเวลา (duration) ของเสียงพยัญชนะกักในช่วงการเปล่งเสียงกัก 3 ช่วง คือช่วงเริ่มปิดกั้นลม (shutting phase) ช่วงกักลม (closure phase) และช่วงระบายลม (releasing phase)

1.4.5.3 ค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักทั้ง 3 ช่วง ดังกล่าวแล้ว และค่าความเข้มของสระที่มาประชิดพยัญชนะกัก

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 วางแผนการดำเนินการวิจัยตามขอบเขตที่กำหนด โดยการกำหนดและสร้างรายการคำทดสอบ กำหนดผู้บอกภาษา กำหนดวิธีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.5.2.1 กำหนดและสร้างรายการคำทดสอบ ตามขั้นตอนดังนี้

1.5.2.1.1 เมื่อพยัญชนะกักทั้ง 10 หน่วยเสียง (ดูขอบเขตการวิจัย) เกิดร่วมกับสระ 3 หน่วยเสียง คือ /i:,a:,u:/ ซึ่งเป็นสระที่มีค่า F ต่างกันชัดเจน ดังนี้ /i:/ มีค่าของ F2 สูง /a:/ มี F2 ปานกลาง และ /u:/ มีค่าของ F2 ต่ำ การใช้ปริบทสระต่าง ๆ กันนี้ เพื่อศึกษาว่าสระมีอิทธิพลต่อพยัญชนะที่ปรากฏร่วมแตกต่างกันอย่างไร

1.5.2.1.2 กำหนดให้พยัญชนะกักที่จะศึกษาปรากฏในตำแหน่งดังนี้

- เมื่อปรากฏหน้าสระในตำแหน่งต้นพยางค์และต้นคำทดสอบ ในกรอบประโยค "อ่าน .... ชิ" โดยมีโครงสร้างคำคือ #. CV:. # ซึ่งพยัญชนะกักทั้ง 10 หน่วยเสียงปรากฏได้ จึงได้คำทดสอบจำนวน 30 คำ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

pi:	pa:	pu:
ti:	ta:	tu:
ci:	ca:	cu:
ki:	ka:	ku:
phi:	pha:	phu:
thi:	tha:	thu:
chi:	cha:	chu:
khi:	kha:	khu:
bi:	ba:	bu:
di:	da:	du:

- เมื่อปรากฏต้นพยางค์ แต่เกิดกลางคำและอยู่ระหว่างสระ โดยสระที่มาประชิดหน้าและหลังเป็นสระเดียวกัน มีโครงสร้างคำคือ #. V:. C̀V:. # พยัญชนะกักทั้ง 10 หน่วยเสียงปรากฏได้จึงได้คำทดสอบจำนวน 30 คำ ดังนี้

i:pi:	a:pa:	u:pu:
i:ti:	a:ta:	u:tu:
i:ci:	a:ca:	u:cu:
i:ki:	a:ka:	u:ku:
i:phi:	a:pha:	u:phu:
i:thi:	a:tha:	u:thu:
i:chi:	a:cha:	u:chu:
i:khi:	a:kha:	u:khu:
i:bi:	a:ba:	u:bu:
i:di:	a:da:	u:du:

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เมื่อปรากฏในตำแหน่งท้ายพยางค์และท้ายคำทดสอบ ภายในกรอบประโยค "อ่าน .... ชิ" ซึ่งมีโครงสร้างคำคือ #.ˈV:C.# พยัญชนะที่ปรากฏได้มี 3 หน่วยเสียง คือ /-p, -t, -k/ จะได้คำทดสอบ 9 คำ ดังนี้

i:p	a:p	u:p
i:t	a:t	u:t
i:k	a:k	u:k

1.5.2.2 กำหนดผู้บอกภาษา ตามคุณสมบัติต่อไปนี้คือ

- เป็นผู้พูดภาษาไทยกรุงเทพในชีวิตประจำวัน และไม่ได้ใช้ภาษาอื่น หรือ ภาษาไทยถิ่นอื่นเป็นภาษาที่สอง
- เพศชาย
- เป็นนิสิตในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการติดต่อ
- อวัยวะในการออกเสียงปกติ และไม่มีความบกพร่องในด้านการพูดและการฟัง

ผลจากการคัดเลือกปรากฏว่าผู้ที่มีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ข้างต้น คือ นายวัฒนะ บุญจับ อายุ 25 ปี นิสิตปริญญาโท ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.2.3 การเก็บข้อมูล

1.5.2.3.1 การเตรียมสถานที่และอุปกรณ์การบันทึกเสียงมีดังนี้

- ตรวจความเรียบร้อยของห้องบันทึกเสียงในหน่วยปฏิบัติการวิจัยทางภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เตรียมเครื่องบันทึกเสียง TASCAM 32 และไมโครโฟน AGK รุ่น D 330 BT
- เตรียมแถบบันทึกเสียงแบบรีล Scotch 3M จำนวน 6 ม้วน
- เตรียมบัตรรายการคำ

1.5.2.3.2 การเตรียมการบันทึกเสียงมีดังนี้

- ซักซ้อมความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการบันทึกเสียงกับเจ้าหน้าที่เทคนิค และผู้บอกภาษา
- ให้ผู้บอกภาษาเข้านั่งประจำที่แล้วทดสอบเสียงโดยให้ผู้บอกภาษาอ่านคำทดสอบทั้งชุด
- ทดลองบันทึกเสียงคำทดสอบบางส่วน เพื่อทดสอบขั้นตอนการทำงานของทั้งผู้บอกภาษาและเจ้าหน้าที่เทคนิค

1.5.1.3.3 การบันทึกเสียง

- ให้เจ้าหน้าที่เทคนิคควบคุมเครื่องบันทึกเสียงให้ทำการบันทึกเสียงด้วยความเร็ว 7 $\frac{1}{2}$ นิ้ว/วินาที
- ผู้บอกภาษาอ่านคำทดสอบจากบัตรคำโดยมีผู้วิจัยอ่านหมายเลขลำดับคำบันทึกลงไปด้วย ในการอ่านเว้นระยะระหว่างคำประมาณ 5 วินาที
- บันทึกเสียงรายการคำทดสอบทั้งหมดจนครบ 6 เที่ยว ได้คำตัวอย่าง (tokens) รวมจำนวน 414 คำตัวอย่าง โดยใช้แถบบันทึกเสียง 6 ม้วน
- ผู้วิจัยตรวจสอบคำตัวอย่างที่บันทึกไว้โดยฟังเพื่อตรวจว่าได้บันทึกครบถ้วน และเรียงลำดับเหมือนกันหรือไม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.2.4 กำหนดวิธีการวิเคราะห์เชิงกล

1.5.2.4.1 การวิเคราะห์คลื่นเสียง

- การวิเคราะห์เพื่อศึกษาความถี่กำทอนของคลื่นเสียง (sound spectrum) ใช้เครื่องวิเคราะห์คลื่นเสียง Sonagraph 6061 B ของบริษัท Kay Elemetrics จำกัด ซึ่งสามารถวิเคราะห์ค่าความถี่กำทอนได้จนถึงระดับความถี่ 8000 เฮิร์ตซ์ (Hz) และใช้ช่วงการกรองแบบกว้าง (wide band filter) ซึ่งมีช่วงการกรอง 300 เฮิร์ตซ์ (Hz)* ทำให้เห็นฟอร์เมินท์ปรากฏบนแผ่นภาพคลื่นเสียงได้ชัดเจน
- การวิเคราะห์ความเข้ม (Intensity) วิเคราะห์ความเข้มของคลื่นเสียง (Intensity of overall waveform ใช้เครื่องวิเคราะห์ความเข้มของเสียง (Intensity meter) รุ่น IM 360 ของบริษัท F-J Electronics A/S ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความเข้มของช่วงคลื่นเสียงทั้งหมด (Full scale pass) และได้ใช้อินทิเกรทไทม์ (integrate time) 20 มิลลิวินาที และใช้เครื่องพิมพ์ Mingograf 34 t ของ Simens พิมพ์ผลการวิเคราะห์โดยใช้อัตราความเร็วในการพิมพ์ 100 มิลลิเมตร/วินาที

---

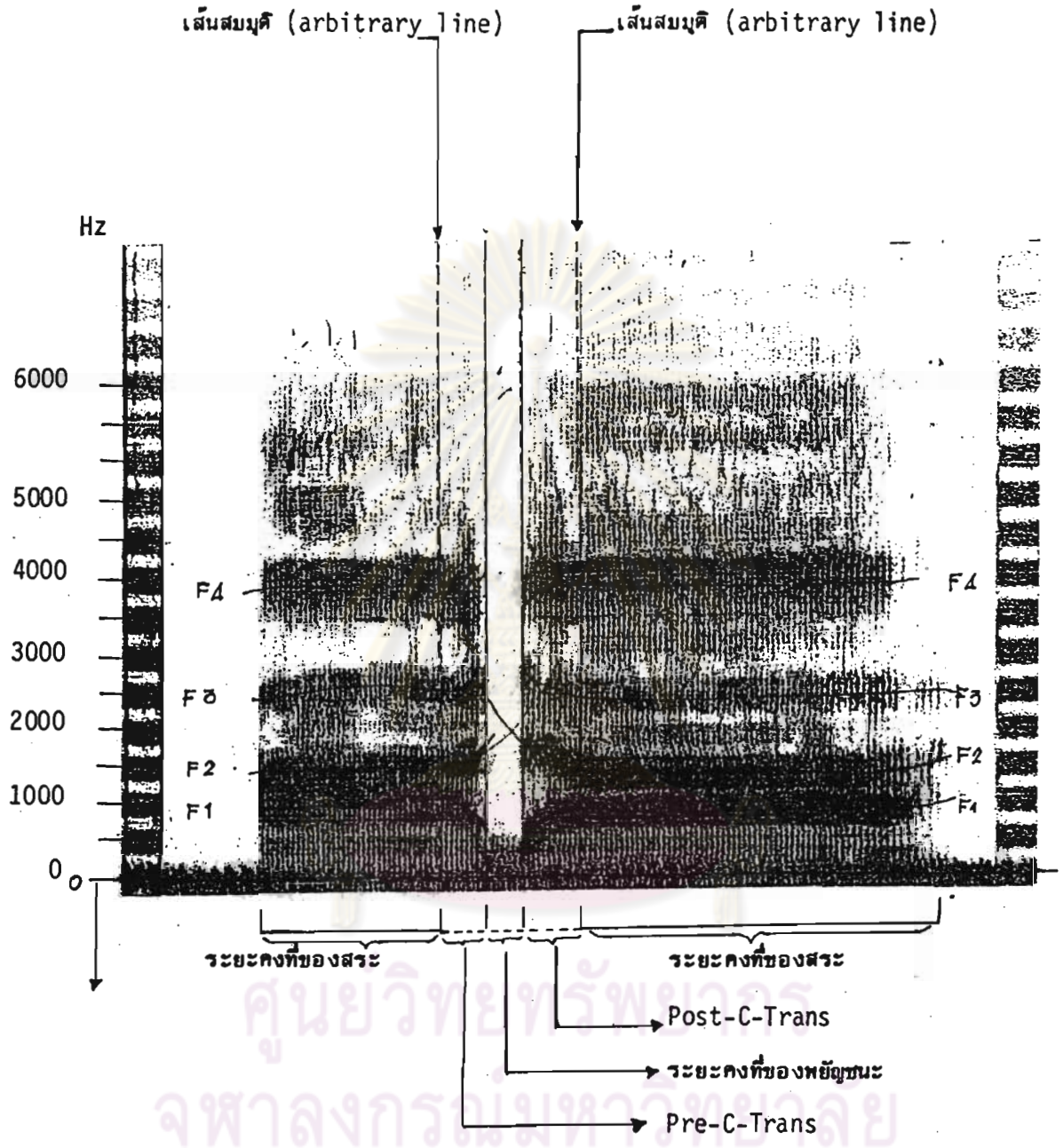
*เครื่องวิเคราะห์นี้มีช่วงการกรอง 2 แบบ คือ แบบแคบ (45 Hz) และแบบกว้าง (300 Hz)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.2.4.2 การแบ่งขอบเขตพยัญชนะสระ (Segmentation)

ในการวิเคราะห์คลื่นเสียง ปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งคือ การกำหนดขอบเขตของเสียงแต่ละเสียงที่มาเชื่อมต่อกันอย่างแนบสนิท โดยปกติเสียงที่มาเชื่อมต่อกันจะมีอิทธิพลต่อกันและกันเกิดช่วงเชื่อมต่อ (transitional stage) เสมอ เป็นปัญหาในการกำหนดขอบเขตของหน่วยเสียงที่มาประชิดกัน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในการเปล่งเสียงเรามิได้เปล่งเสียงพยัญชนะและสระแยกจากกันเป็นหน่วย ๆ คือเรามิได้เปล่งเสียงพยัญชนะและสระแต่ละหน่วยที่มาประชิดกันทีละหน่วยจนจบ แล้วจึงเปล่งหน่วยถัดไป แต่ในการเปล่งเสียงจริง ๆ นั้น ขณะที่อวัยวะที่ใช้ในการเปล่งเสียง เปล่งเสียงพยัญชนะยังไม่ทันจบสิ้น อวัยวะเหล่านี้ก็จะอยู่ในตำแหน่งซึ่งพร้อมที่จะเปล่งเสียงสระที่ตามมา ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ทั้งพยัญชนะและสระที่มาประชิดกันต่างมีอิทธิพลซึ่งกันและกัน (co-articulation) อวัยวะที่สำคัญที่ใช้ในการเปล่งเสียงทั้งพยัญชนะและสระได้แก่ลิ้นและริมฝีปากมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องจึงเป็นเหตุให้ขนาดของช่องกำทอน (resonant chamber) เปลี่ยนไป โดยปกติในช่วงต่อระหว่างพยัญชนะกับสระหรือช่วงต่อระหว่างหน่วยเสียงใด ๆ มักจะเกิดการบิดเบนของฟอร์เมินท์ (formant transition) ขึ้น ในกรณีที่เป็นพยัญชนะกับสระในช่วงต่อจะมีการบิดเบนของฟอร์เมินท์แล้วตามด้วยช่วงความถี่กำทอนคงที่ (steady stage) ของสระ เนื่องจากเสียงมีการกลมกลืนกันอย่างแนบสนิทนี้ทำให้เราไม่สามารถแยกได้เด็ดขาดว่า ความถี่กำทอนของพยัญชนะและสระ แต่ละหน่วยได้เริ่มต้นและสิ้นสุดลงที่ใด เพื่อจัดการกับปัญหานี้ ผู้วิจัยจึงใช้เส้นสมมติ (arbitrary line) ขึ้นโดยกำหนดว่าเส้นสมมตินี้เป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างพยัญชนะและสระ เส้นสมมตินี้จะเป็นเส้นดิ่ง ซึ่งลากผ่านจุดต่อระหว่างช่วงเชื่อมต่อ (transitional stage) กับ ช่วงความถี่กำทอนคงที่ (steady stage) ของสระ (ดูแผ่นภาพคลื่นเสียงที่ 1)

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก ในแผ่นภาพคลื่นเสียงคำว่า "อาคา"

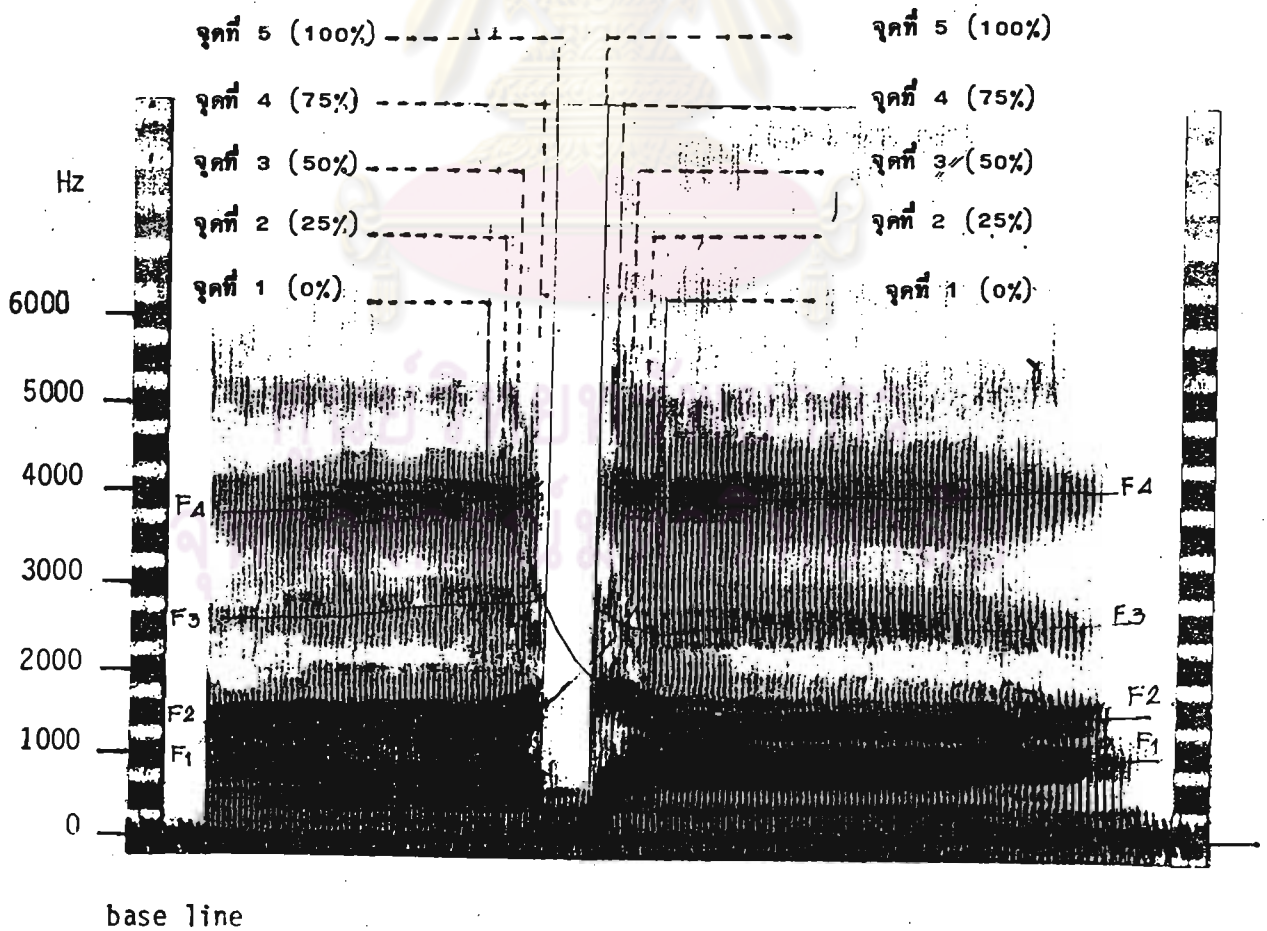


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.2.4.3 การวัดค่าความถี่กำทอนและระยะเวลาในแผ่นภาพคลื่นเสียง

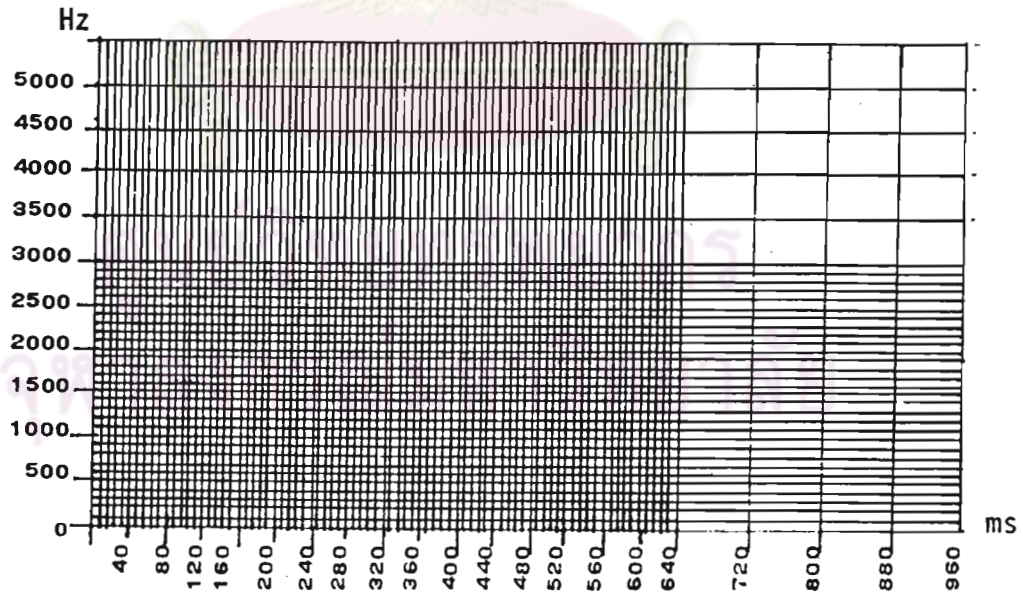
ผู้วิจัยได้ทำการวัดค่าความถี่กำทอนในช่วงที่เป็นระยะเชื่อมต่อโดยเฉพาะความถี่กำทอนของ F1-trans และ F2-trans โดยแบ่งระยะเชื่อมต่อออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน มีจุดที่จะวัดค่าความถี่กำทอน 5 จุด โดยกำหนดให้ จุดต่อระหว่างระยะคงที่ของพยัญชนะกับระยะเชื่อมต่อเป็นจุดที่ 1 หรือจุดที่ 0% และจุดถัดไปเป็นจุดที่ 2 หรือจุดที่ 25% ถัดไปเป็นจุดที่ 3 หรือจุดที่ 50% จุดที่ 4 หรือจุดที่ 75% และจุดที่ 5 หรือจุดที่ 100% เป็นจุดสุดท้ายของ F2-trans เมื่อพยัญชนะปรากฏในตำแหน่งหน้าสระดังแสดงไว้ในแผ่นภาพคลื่นเสียงที่ 2

ภาพที่ 2 แผ่นภาพคลื่นเสียงคำว่า "อาดา" /a:da:/ แสดงจุดที่จะทำการวัดค่าความถี่กำทอน



ค่าความถี่กำทอนที่ได้จะมีหน่วยเป็น เฮิร์ตซ์ เครื่องมือที่ช่วยในการวัดใช้แผ่นพลาสติกใส ความยาว 12.5 นิ้ว หรือ 31.25 ซ.ม. ซึ่งเป็นความยาวที่สามารถบันทึกสัญญาณได้ภายใน 2400 มิลลิวินาที (ms) โดยที่ในแนวตั้งแบ่งเป็นช่อง ๆ ห่างกันเท่ากับสเกลความถี่อ้างอิง (callibration) บนแผ่นภาพคลื่นเสียง (sound spectrogram) โดยห่างกันช่องละ 500 Hz แต่ละช่องแบ่งย่อยออกเป็น 5 ส่วนเท่า ๆ กัน จะได้ส่วนละ 100 Hz สำหรับสเกลในแนวนอน จะแบ่งออกเป็นช่อง ๆ ช่องละ 1 ซ.ม. แบ่งย่อยแต่ละช่องออกเป็น 10 ส่วน จะได้ส่วนละ 1 มิลลิเมตร ซึ่งเทียบเป็นเวลาได้ประมาณ 8 มิลลิวินาที (ms) หรือ $\frac{8}{1000}$ วินาที ตารางสเกลที่จะใช้วัด จะมีลักษณะดังภาพประกอบข้างล่างนี้

แผนภาพที่ 2 สเกลที่จะใช้วัดค่าความถี่กำทอนและค่าระยะเวลาของพยัญชนะกัก



วิธีวัด ใช้ตารางสเกลแผ่นใสวางทาบบนแผ่นภาพคลื่นเสียง โดยให้เส้นฐาน (base line) หรือเส้นที่ o Hz ในตารางสเกลทับเส้นฐานในแผ่นภาพคลื่นเสียง แล้วอ่านค่าความถี่กำทอนบนเส้นกึ่งกลางฟอร์เมินท์ ตามสเกลในแนวตั้งซึ่งมีหน่วยเป็น Hz และอ่านค่าระยะเวลาในแนวนอนซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที (millisecond หรือ ms.) แล้วนำค่าที่ต้องการไปบันทึกลงในตารางข้อมูล

1.5.2.4.4 การวัดค่าความเข้มของเสียง

ก่อนทำการวัดผู้วิจัยได้พิจารณาแบ่งขอบเขตของเสียงพยัญชนะออกจากเสียงสระที่เชื่อมต่อกันอยู่ โดยการนำค่าของระยะเวลาของพยัญชนะนั้น ๆ ที่วัดได้ จากแผ่นภาพคลื่นเสียงในข้อ 2.4.3 มากำหนดว่าส่วนที่เป็นพยัญชนะเริ่มต้นและสิ้นสุดลงที่ใด ทำให้การกำหนดขอบเขตของพยัญชนะทำได้โดยง่าย หน่วยของความเข้มของเสียงที่วัดได้เป็นเดซิเบล (decibel : dB.) โดยผู้วิจัยได้ทำตารางวัดบนแผ่นพลาสติกใส โดยอาศัยเส้นสัญญาณความเข้มอ้างอิง ที่ผลิตโดยเครื่องวิเคราะห์ความเข้มของเสียง ทำให้การวัดทำได้สะดวก (ดูตารางที่ภาคผนวก) จุดที่จะทำการวัดความเข้มของเสียงจะวัดใน 4 ช่วง ดังต่อไปนี้

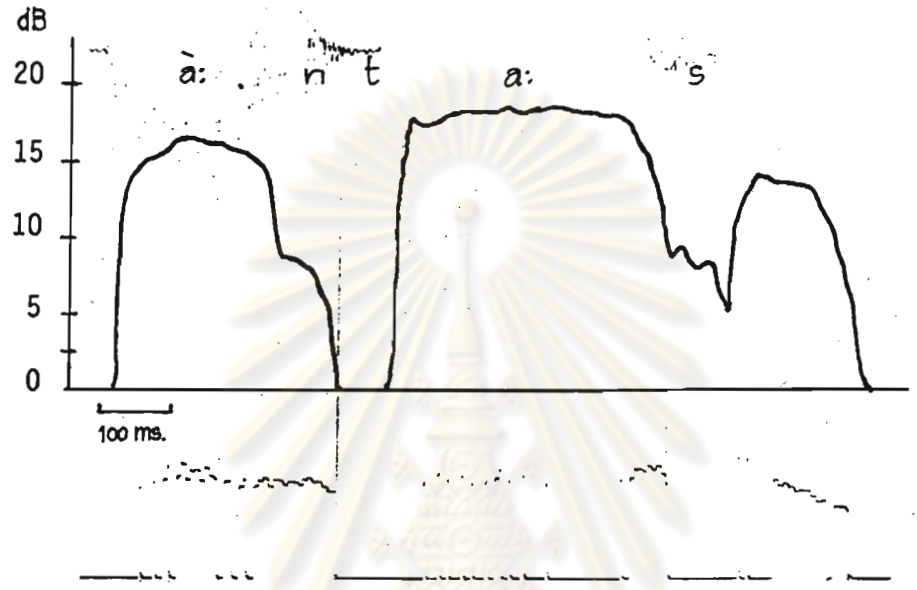
- ค่าความเข้มที่ปรากฏอยู่ในช่วงเริ่มปิดกั้นลม (shutting phase) ซึ่งเป็นช่วงเชื่อมต่อหน้าพยัญชนะ
- ค่าความเข้มที่ปรากฏในช่วงกักลม (closure phase)
- ค่าความเข้ม ณ จุดระบายลม (releasing phase)
- ค่าความเข้มของสระที่เกิดประชิดกับพยัญชนะกัก

ที่ต้องการทดสอบวิธีการวัดค่าความเข้มจะวัดเฉพาะจุดสูงสุดของความเข้มในแต่ละช่วงของการเปล่งเสียงพยัญชนะกัก และสระที่มาประชิดตามรายละเอียดข้างต้น (ข้อ 1.5.2.4.4)

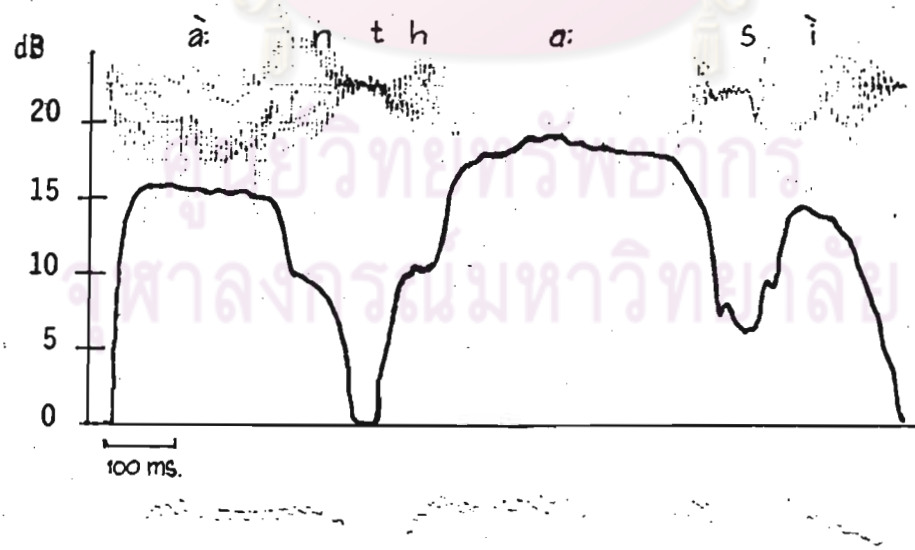
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013911

ภาพที่ 3 แผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "ตา" /ta:/ ในกรอบประโยค "อ่าน .....ซิ"

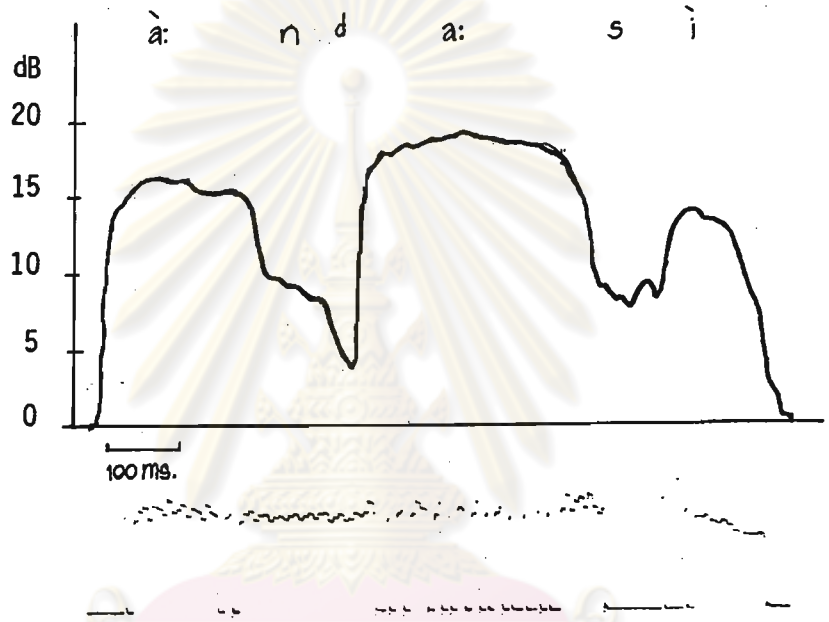


ภาพที่ 4 แผ่นภาพคลื่นเสียงคำว่า "ทา" /tha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน.....ซิ"



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5 แผ่นภาพพิงโกแกรมคำว่า "คา" ในกรอบประโยค "อ่าน.....ซิ"



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.2.5 <u>วะเบียบวิธีสถิติที่ใช้ในงานนี้</u>*

1.5.2.5.1 <u>มัชฌิมเลขคณิต</u> (arithmetic mean) คือ จุดสมดุลย์ (balance point) ของคะแนนในหมู่หาได้จากผลบวกของคะแนนทั้งหมดของข้อมูลหารด้วย จำนวนคะแนนของข้อมูลนั้นจะได้ค่าเฉลี่ย (average) ซึ่งเป็นตัวเลขจำนวนเป็นตัวแทนของคะแนนทั้งหมดในข้อมูล ตามสูตร $\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \ldots X_n}{N}$ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้ค่าค่าเฉลี่ยของค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก ในคำทดสอบที่ให้ผู้บอกภาษาพูด 6 ครั้ง

1.5.2.5.2 <u>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</u> (standard deviation) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลจากค่า $\bar{X}$ ในข้อ 1.5.2.5.1 ตามสูตร $S.D. = \sqrt{\frac{(X-\bar{X})^2}{N}}$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะทำให้เราทราบว่าค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก ในการพูดคำทดสอบ 6 ครั้งนั้น มีการเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยมากน้อยอย่างไร

1.5.2.5.3 <u>สัดส่วน</u> (proportion) <u>และร้อยละ</u> (percent)

สัดส่วน คือเศษส่วนของจำนวนย่อย กับจำนวนรวมทั้งหมด กล่าวคือให้ถือจำนวนรวมทั้งหมดเป็น 1 ส่วน

ร้อยละ คืออัตราส่วนที่มีส่วนเป็น 100 ในการวิจัยนี้ได้นำสัดส่วนและร้อยละมาใช้ในการเปรียบเทียบค่าทางกลสัทศาสตร์ ของพยัญชนะกักในบริบทต่าง ๆ กันว่ามีค่าสูงต่ำกว่ากันอย่างไรได้ชัดเจนมากขึ้น เพราะเป็นการเทียบค่าต่อจำนวนเต็มเดียวกัน ตัวอย่าง เช่น ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลมในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกัก อันได้แก่ ช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม ซึ่งมีค่าระยะเวลาเท่ากับ 61.2, 83.8, 52.4 มิลลิวินาที ตามลำดับ ดังนั้นค่าระยะเวลาแต่ละช่วงจะมีสัดส่วนต่อจำนวนรวมทั้งหมด คือ 197.4 เท่ากับ $\frac{61.2}{197.4} : \frac{83.8}{197.4} : \frac{52.4}{197.4}$ แต่ในงานวิจัยนี้ได้มีจำนวนรวมทั้งหมดเป็น 100 ในพยัญชนะกักพ่นลมจึงมีสัดส่วนของค่าระยะเวลาระหว่าง 1) ช่วงเริ่มปิดกักลม 2) ช่วงกักลม และ 3) ช่วงระบายลม เท่ากับ 31.00 : 42.45 : 26.55 ตามลำดับ

---

* ดูใน จุมพล สวัสดิยากร (2520) และประคอง กรรณสูตร (2529)

1.5.2.5.4 การจัดอันดับ (ranking) หมายถึง การเรียงค่าจากสูงไปต่ำหรือต่ำไปสูง เมื่อศึกษาการกระจายของคะแนนหรือค่าร้อยละตามลำดับ ในงานวิจัยนี้ จะใช้การจัดอันดับเพื่อหารูปแบบของการแปรของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ และนำรูปแบบการแปรนี้มาเปรียบเทียบกันโดยจะเรียงลำดับจากค่าสูงไปหาค่าต่ำ

1.5.3 การดำเนินการวิจัย

- สร้างและทดสอบรายการคำทดสอบ
- บันทึกเสียงคำทดสอบ
- ทำแผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรม
- วิเคราะห์ข้อมูล

1.5.4 สรุปผลการวิจัยและนำเสนอผลการวิจัย โดยนำเสนอในรูปของตารางตัวเลขและแผนภูมิและแผนภาพประกอบคำบรรยาย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักในภาษาไทยในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำ และในปริบทสระต่าง ๆ

1.6.2 ผลการวิจัยนี้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเปล่งเสียงกักและลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักได้

1.2.3 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างระบบสัทสังเคราะห์และสัทวิชานในภาษาไทยต่อไป

1.7 คำจำกัดความของศัพท์เฉพาะและคำย่อที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ศัพท์	ความหมาย
ความถี่กำทอน	ความถี่กำทอนในที่นี้มิใช่ความถี่กำทอนที่แท้จริงของคลื่นเสียงแต่เป็นความถี่กำทอนของคลื่นเสียงที่ผ่านช่องทางเดินเสียงมาสู่บรรยากาศภายนอกแล้ว - การกำทอนในช่องเปิด (open vocal tract) จะมีความถี่กำทอนชัดเจน (well-defined formant) ค่าความถี่กำทอนนี้จะเรียกว่าค่า F ส่วนการกำทอน

คำศัพท์	ความหมาย
	ในช่องแคบ (close vocal tract) จะมีคลื่นเสียงแบบไม่เป็นจังหวะ (aperiodic waveform) หรือคลื่นเสียงซ่า (noise)
F1, F2, F3, F4,...	เป็นลำดับของฟอร์เมินท์ เรียงจากฟอร์เมินท์ที่อยู่ในย่านความถี่ต่ำ หรือมีค่า F ต่ำ ไปยังฟอร์เมินท์ที่อยู่ในย่านความถี่สูงในแถบสเปคตรัมของเสียง
F-trans	มาจากคำว่า Formant transition คือระยะเชื่อมต่อของเสียงหนึ่ง (segment) กับอีกเสียงหนึ่งที่อยู่ประชิดกัน
Pre-C-Trans (Pre-Consonantal Transition)	คือค่า F-trans ที่อยู่หน้าระยะคงที่ของพยัญชนะ
Post-C-Trans (Post-Consonantal Transition)	คือ F-trans ที่อยู่หลังระยะคงที่ของพยัญชนะ
การมิดเบนของค่า F (Formant Transition)	เป็นการกล่าวถึงค่า F ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่สูงขึ้น หรือต่ำลงตามระยะเวลาที่ผ่านไป
ระยะคงที่ของค่า F (Steady Stage of F)	ระยะที่ไม่มีการมิดเบนของค่า F
dB (decibel)	เดซิเบล เป็นหน่วยของความเข้มของเสียง
ms (millisecond)	มิลลิวินาที เป็นหน่วยระยะเวลา 1 ms = $\frac{1}{1000}$ วินาที
Hz (Hertz)	เฮิร์ตซ์ เป็นหน่วยวัดความถี่ของเสียงเป็นรอบต่อวินาที 1 hz = 1 รอบ ต่อวินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศัพท์	ความหมาย
จุดต่อ	จุดที่อยู่ระหว่างระยะคงที่ (steady stage) ของพยัญชนะกับระยะเชื่อมต่อ (transitional stage)
ช่วงเงียบเชิงกล (Acoustic Silence)	เป็นช่วงที่ไม่มีสัญญาณใด ๆ ปรากฏอยู่บนแผ่นภาพคลื่นเสียง (spectrogram) หรือแผ่นภาพมิงโกแกรม (mingogram)
พ.	มาจากคำว่าพยัญชนะ ตัวอย่างเช่น "พ.กักก้อง" หมายถึง พยัญชนะกักก้อง "พ. พ่นลม" หมายถึง พยัญชนะที่มีการพ่นลม (aspiration) รวมอยู่ด้วย
ค่าจริง	ค่าเฉลี่ยหรือค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) ที่ได้จากข้อมูลเบื้องต้น เรียกว่า "ค่าจริง" เพื่อให้ต่างจากค่าร้อยละซึ่งใช้เทียบสัดส่วน
แผนภาพ (diagram)	ใช้แสดงลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ของพยัญชนะที่ศึกษา
แผนภูมิ (chart)	ใช้แสดงค่าเปรียบเทียบ และบางครั้งจะผนวกแผนภาพเพื่อให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เรื่องการวิเคราะห์เชิงกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักในภาษาไทย ที่จะนำมากล่าวในที่นี้มี 4 ตอน

ตอนที่ 1 ลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์กับลักษณะทางกลสัทศาสตร์

ตอนที่ 3 พยัญชนะกักในภาษาไทย

ตอนที่ 4 พยัญชนะกักในพยางค์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก

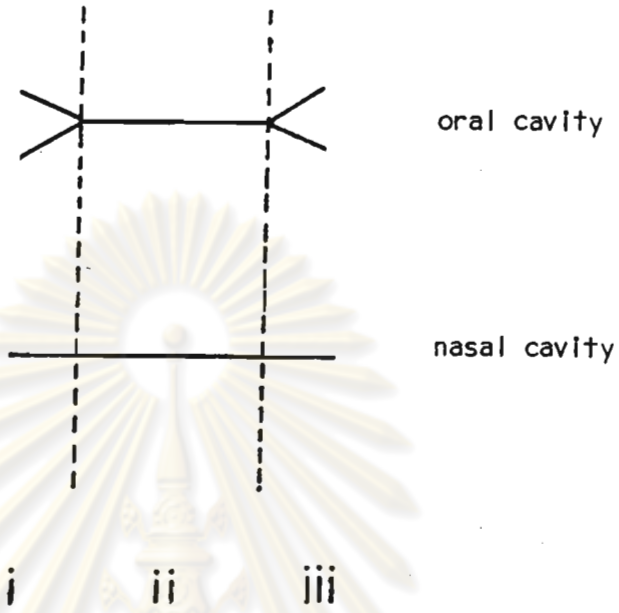
พยัญชนะกัก (stops)* เป็นพยัญชนะที่เกิดจากการที่ลมจากปอดถูกกักไว้ภายในช่องปาก (oral cavity) โดยฐานกรณ์ต่าง ๆ ขณะที่เปล่งเสียงพยัญชนะกัก เพดานอ่อน (velum) ขึ้นไปแตะกับผนังคอ ทำให้ลมไม่สามารถผ่านเข้าไปในช่องจมูก (Nasal cavity) ได้ อวัยวะที่กักกั้นลมก็จะกักลมไว้ระยะหนึ่ง ทำให้ความดันของอากาศเหนือเส้นเสียง (supraglottal air pressure) ในช่องปากหลังจุดกักกั้น สูงกว่าความดันของอากาศภายนอกช่องปาก เมื่ออวัยวะที่ปิดกั้นลมแยกจากกันอย่างรวดเร็ว ลมที่ถูกกักไว้จะพุ่งออกทางช่องปาก ตัวอย่างเช่นเสียง [t], [th], [d], ฯลฯ ลักษณะเชิงสรีรสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักอาจอธิบายได้ด้วยแผนภาพดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

*ไม่รวมพวก implosives, ejectives และ clicks

แผนภาพที่ 3 แสดงขั้นตอน (phases) และกระบวนการในการเกิดเสียงพยัญชนะกัก



Abercrombie แบ่งขั้นตอนในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักออกเป็น 3 ช่วง (phase) คือ

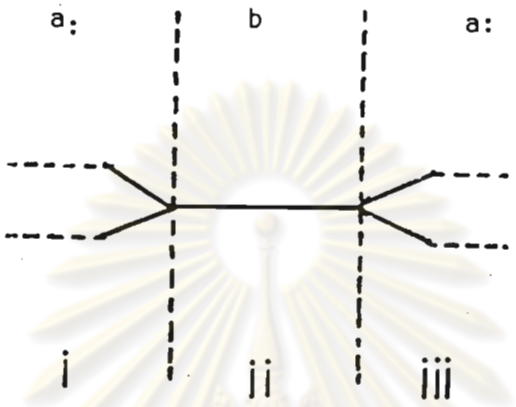
ช่วงที่ 1 เป็นช่วงที่อวัยวะคือฐานและกรณ์เคลื่อนเข้ามาติดกัน ในงานวิจัยนี้จะเรียกว่า "ช่วงเริ่มปิดกักลม" (shutting phase)

ช่วงที่ 2 ฐานและกรณ์จะกักลมไว้ ในงานวิจัยนี้จะเรียกว่า "ช่วงกักลม" (closure phase)

ช่วงที่ 3 ฐานและกรณ์แยกจากกัน ในงานวิจัยนี้จะเรียกว่า "ช่วงระบายลม" (releasing phase)

เราจะเห็นกระบวนการทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ได้ เมื่อเปล่งเสียงพยัญชนะกับสระดังแผนภาพที่ 4

แผนภาพที่ 4 แสดงกระบวนการและขั้นตอนในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักเยื่อเกิดร่วมกับสระ (ดัดแปลงจาก Abercrombie 1967)



การเปล่งเสียงมีขั้นตอนดังนี้ คือ เมื่อเริ่มเข้าสู่การเปล่งเสียง /b/ ฐานกรณ์ซึ่งในที่นี้คือริมฝีปากบนและริมฝีปากล่างจะเคลื่อนเข้าหากันเพื่อปิดกั้นลม (i) และปิดสนิทอยู่ระยะหนึ่ง (ii) แล้วจึงแยกจากกัน (iii) เพื่อที่จะเปล่งเสียงสระที่ประชิดคือ /a:/

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงสรีระสัทศาสตร์กับลักษณะเชิงกลสัทศาสตร์

ลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์กับลักษณะทางกลสัทศาสตร์มีความสัมพันธ์ที่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน เช่น เราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและลักษณะของช่องกำทอนกับความถี่กำทอนของช่องทางเดินเสียงได้ ดังที่ Pickett 1980 : 49-54) ได้ให้กฎที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง F1, F2, และ F3 กับการทำงานของอวัยวะในการออกเสียงสระ

2.2.1 กฎเกี่ยวกับความยาวของทางเดินเสียง ความถี่กำทอนของเสียงสระจะมีค่าตรงข้ามกับความยาวของทางเดินเสียง ถ้าช่องออกเสียงยาว ค่าของ F ก็จะต่ำ ดังนั้นถ้าเทียบระหว่างเสียงผู้ชาย ผู้หญิง และเด็ก ซึ่งมีช่องออกเสียงยาวน้อยลงตามลำดับ ค่าของ F จะต่ำที่สุดในคลื่นเสียงของผู้ชาย และสูงขึ้นในเสียงของผู้หญิง และสูงที่สุดในเสียงของเด็ก

ถ้าเราแบ่งช่องปากเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ตามภาพ คือ

แผนภาพที่ 5

ก. บริเวณระหว่างลิ้นส่วนกลางกับเพดานแข็ง

ข. บริเวณระหว่างลิ้นส่วนหลังกับเพดานอ่อน

ค. บริเวณระหว่างโคนลิ้นกับผนังคอ

จะเขียนกฎความสัมพันธ์ของค่า F กับการออกเสียงสระได้ดังนี้

- กฎเกี่ยวกับค่าของ F1 ค่าของ F1 จะลดลงถ้าบริเวณระหว่างลิ้นส่วนกลางและเพดานแข็ง (บริเวณ ก) และบริเวณระหว่างลิ้นส่วนหลังกับเพดานอ่อน (บริเวณ ข) แคบลง-สระปิด

ค่าของ F1 จะเพิ่มขึ้นถ้าบริเวณระหว่างโคนลิ้นกับผนังคอ (บริเวณ ค) แคบลง-สระเปิด

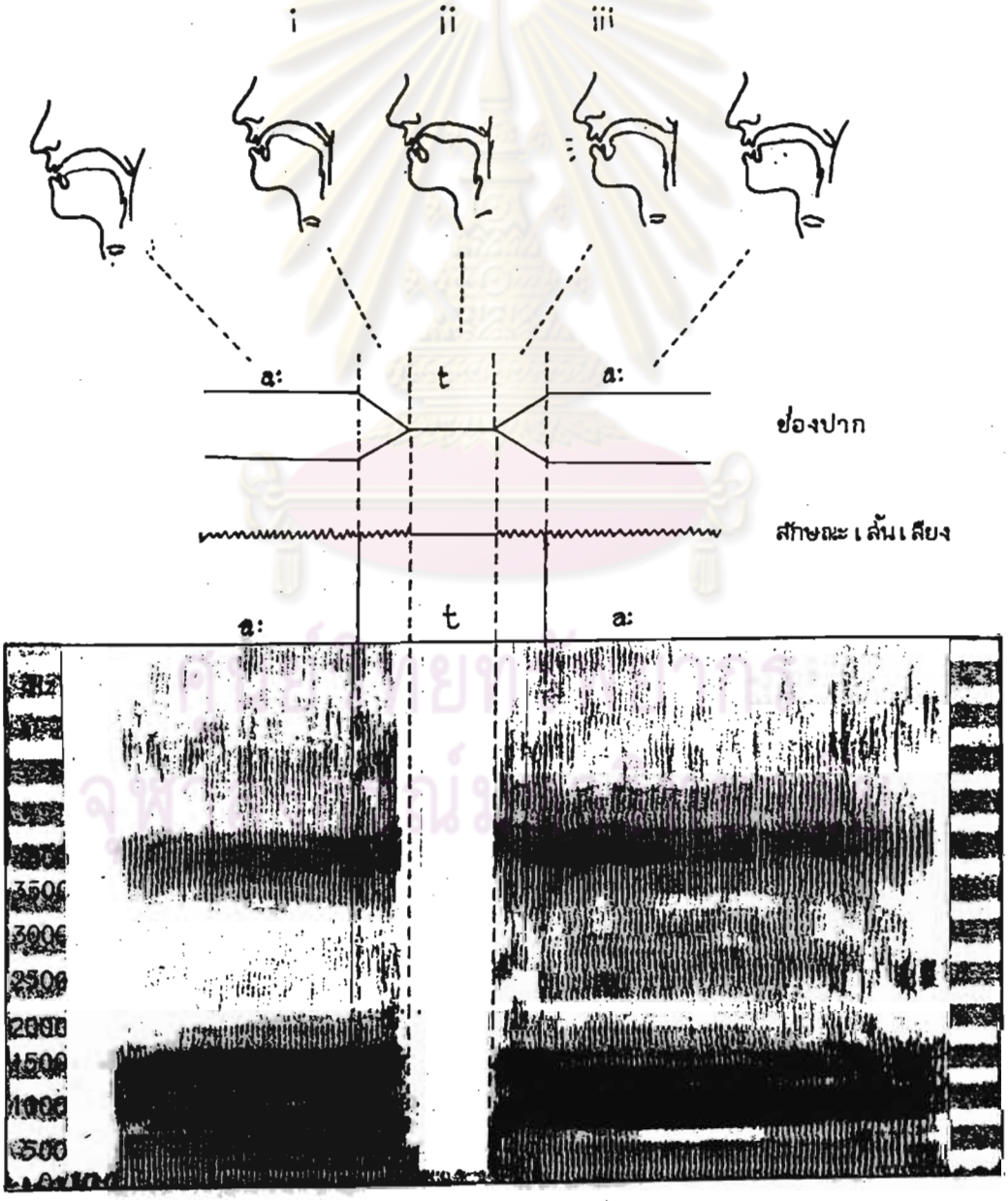
- กฎเกี่ยวกับค่าของ F2 ค่าของ F2 จะเพิ่มขึ้นถ้าช่องระหว่างลิ้นส่วนกลางกับเพดานแข็ง (บริเวณ ก) แคบลง-สระหน้า

ค่าของ F2 จะลดลงถ้าช่องระหว่างลิ้นส่วนหลังและเพดานอ่อน (บริเวณ ข) แคบลง-สระหลัง

- กฎเกี่ยวกับการห่อริมฝีปาก ค่าของ F ทุกตัวจะลดลงถ้ามีการห่อริมฝีปาก ช่องริมฝีปากเวลาห่อกลม ยิ่งแคบเท่าใด ค่าของ F ก็จะลดต่ำลงเท่านั้น

เราสามารถเปรียบเทียบลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักจากแผ่นภาพ-คลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง (wide band spectrogram) กับลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ในแผนภูมิแสดงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักดังต่อไปนี้ ซึ่งแสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของอวัยวะที่ใช้ในการเปล่งเสียง เมื่อเปล่งเสียงคำว่า อาตา /a:ta:/ พอเป็นลังเลปดังต่อไปนี้

แผนภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงสรีรสัทศาสตร์ กับลักษณะเชิงกล ของคำว่า "อาตา" /a:ta:/



จากแผนภาพข้างต้นสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ในช่วงเริ่มปิดกักลม ลิ้นซึ่งอยู่ในตำแหน่งในการออกเสียงสระจะ เริ่มเคลื่อนที่เข้ามาหาจุดกักฐานปุ่มเหงือกเพื่อที่จะออกเสียง /t/ การเปลี่ยนขนาดของช่องกำทอนจากสระ /a:/ มา เป็น /t/ เป็นการเปลี่ยนจากกว้างไปสู่แคบ ความถี่กำทอนของ F2 จึงเปลี่ยนจากความถี่ต่ำเป็นความถี่สูง F2-trans ที่ปรากฏในแผ่นภาพคลื่นเสียงมีเบนจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ /a:/ ขึ้นไปหาความถี่กำทอนของเสียง /t/ จนฐานกรณ์ที่ใช้ในการออกเสียง /t/ ในที่นี้คือลิ้นส่วนปลาย กับ ฟัน+ปุ่มเหงือก เคลื่อนเข้ามาติดกัน

- ในช่วงกักลม ฐานและกรณ์ในชวงเริ่มปิดกักลม กักลมไว้ระยะหนึ่ง ในช่วงนี้จะไม่มีสัญญาณใด ๆ ปรากฏบนแผ่นภาพคลื่นเสียง คือปรากฏเป็น ความเงียบเชิงกล (Acoustic silence) บนแผ่นภาพคลื่นเสียง

- ในช่วงระบายลม ฐานกรณ์จะแยกจากกันอย่างรวดเร็ว อากาศที่ถูกกักไว้ในช่องปากหลังจุดกักก็นจะเคลื่อนออกสู่ภายนอก ในช่วงนี้จะปรากฏสัญญาณเป็นเส้นสีดำในแนวดิ่ง ซึ่งเป็นเสียงที่เกิดจากการระบายลมที่จุดกักอย่างรวดเร็ว (Transient) ที่ความถี่หนึ่ง ๆ สัญญาณนี้แสดงว่ามีการระบายลมออกจากช่องปากสู่บรรยากาศภายนอกจากช่วงกักลมสู่ช่องระบายลมในการออกเสียง /a:ta:/ ช่องกำทอนหน้าจุดกักจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดจากแคบมากว้าง ทำให้ค่าความถี่กำทอนของ F2 เปรจากสูงไปต่ำ F2 มีการปิดเบนจากความถี่กำทอนสูงเข้ามาสู่ย่านความถี่กำทอนคงที่ของสระซึ่งมีความถี่กำทอนต่ำกว่า

ตัวอย่างข้างต้นนี้ เป็นเพียงการออกเสียงพยัญชนะกัก ในคำว่า "อาตา" /a:ta:/ ซึ่งมีลักษณะดังกล่าวมาแล้ว ในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักหน่วยอื่นที่เกิดร่วมกับสระ /i:, a:, u:/ จะมีลักษณะทางกลอย่างไร และลักษณะดังกล่าวสัมพันธ์กับลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักโดยละเอียดอย่างไรจะได้อธิบายในบทที่ 3,4,5

2.3 พยัญชนะกักในภาษาไทย

พยัญชนะกักในภาษาไทยมี 11 หน่วยเสียง ได้แก่ /p, t, c, k, ?, ph, th, ch, kh, b, d/ (กาญจนา นาคสกุล 2524 : 71) แต่ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาเพียง 10 หน่วยเสียง อันได้แก่ /p, t, c, k, ph, th, ch, kh, b, d/

เหตุผลที่ไม่นำ /?/ มาใช้ในงานวิจัยนี้เพราะงานวิจัยนี้จะเกี่ยวข้องกับเรื่องความถี่กำทอน (formant frequency) และการบิดเบนของความถี่กำทอน (F-trans) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง F2-trans จากการศึกษาเบื้องต้นผู้วิจัยพบว่าเมื่อ /?/ พยัญชนะกักเส้นเสียง (Glottal stop) เกิดร่วมกับสระ ค่า F จะไม่มีการบิดเบน เสียงสระใดก็ตามที่เกิดร่วมกับ/?/ ค่า F ของสระที่เกิดจะเท่ากับค่า F ของสระเมื่อเกิดโดยลำพัง การที่ค่า F เท่ากันเช่นนี้ อธิบายได้ว่า ลักษณะของช่องกำทอนเวลาเปล่งเสียง /?/ จะมีลักษณะเดียวกันกับช่องกำทอนของสระที่ประชิด อีกประการหนึ่งหน่วย /?/ ยังมีข้อกำหนดในการเกิดอีกหลายประการ เช่น เรื่องของการลงเสียงหนักเบา เรื่องของลีลา และความเร็วช้าในการพูดด้วย (Hiranburana 1974 : 111-112)

นอกจาก /?/ แล้วยังมีหน่วยเสียงบางหน่วยที่มีปัญหาว่าจะจัดให้เป็นพยัญชนะกักหรือไม่ หน่วยเสียงเหล่านี้ ได้แก่ /c, ch/ ซึ่งในระดับสัทวิทยาจัดให้เป็นเสียงกัก แต่ในระดับสัทศาสตร์จัดให้เป็นเสียงกักเสียดแทรก ผู้วิจัยคิดว่าเสียงกักเสียดแทรกก็คือเสียงกักชนิดหนึ่งซึ่งมีขั้นตอนในการเปล่งเสียงเหมือนพยัญชนะกัก ทั้งในช่วงเริ่มบิดกักลม และช่วงกักลม แต่จะต่างกับพยัญชนะกักธรรมดาในช่วงระบายลม คือในพยัญชนะกัก ฐานกรณ์จะแยกจากกันทันที คือช่วงระบายลมตอนต้นอากาศจะเสียดแทรกผ่านช่องแคบ ๆ ก่อน แล้วฐานกรณ์จึงจะแยกออกจากกันเต็มที่ดังแสดงไว้ในแผนภาพแสดงการเปรียบเทียบระหว่างการเกิดเสียงกักและเสียงกักเสียดแทรก

แผนภาพที่ 7 เปรียบเทียบขั้นตอนการเปล่งเสียงพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรก

พยัญชนะกัก พยัญชนะกักเสียดแทรก

จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยจึงจัดให้ /c, ch/ เป็นหน่วยเสียงในกลุ่มพยัญชนะกัก เมื่อตัดหน่วยเสียง /ʔ/ ออกไปแล้ว ก็จะเหลือหน่วยเสียงพยัญชนะกักที่จะศึกษาในงานวิจัยนี้ 10 หน่วยเสียง ได้แก่ /p, t, c, k, ph, th, ch, kh, b, d/

2.4 พยัญชนะกักในพยางค์

พยางค์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นแก่นพยางค์ (nucleus) และส่วนขอบพยางค์ (marginal sound) ส่วนที่เป็นแก่นพยางค์โดยปกติมักจะได้แก่เสียงสระ และส่วนขอบพยางค์ได้แก่เสียงพยัญชนะที่มาประชิดกับสระในตำแหน่งต่าง ๆ*

---

* บางภาษามีเสียงพยัญชนะ เช่น เสียงข้างลิ้น เสียงนาสิกหรือเสียงลิ้นรัว เป็นแก่นพยางค์และเสียงสระในบางครั้งก็ทำหน้าที่เป็นส่วนขอบพยางค์ซึ่งเราเรียกกันว่า อัฒสระ (สุดาพร ลักษณียนาวิน, 2529)

ในการเปล่งเสียงพูดในชีวิตประจำวัน ผู้พูดมิได้เปล่งเสียงออกมาทีละเสียง แต่จะเปล่งออกมาเป็นพยางค์ต่อเนื่องกัน ในการเปล่งเสียงชนิดเสียงต่อเนื่อง (continuants) เราอาจเปล่งเสียงให้ได้ยินทีละเสียงได้ แต่ในการเปล่งเสียงที่มีการกักลม (obstruents) เราไม่อาจเปล่งเสียงให้ได้ยินทีละเสียงได้ แต่จะต้องเปล่งเป็นพยางค์ คือ อาศัยเสียงสระที่ตามมาเป็นตัวเกาะ

พยัญชนะและสระที่ประชิดกันต่างมีอิทธิพลต่อกันทำให้เกิดช่วงเชื่อมต่อ (transitional stage) ช่วงเชื่อมต่อนี้จะมีความกลมกลืนกันระหว่างหน่วยที่มาประชิดจนไม่สามารถที่จะแบ่งแยกเด็ดขาดได้ว่าส่วนใดเป็นพยัญชนะหรือสระ

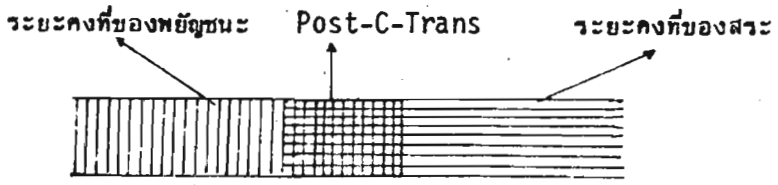
ช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะและสระมี 2 แบบ คือ ช่วงเชื่อมต่อหน้าพยัญชนะ (Pre-C-Trans) และช่วงเชื่อมต่อหลังพยัญชนะ (Post-C-Trans)

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจึงพอสรุปได้ว่า พยางค์แต่ละพยางค์ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ ในกรณีที่พยางค์ประกอบด้วยพยัญชนะและสระ (CV) พยางค์จะประกอบด้วยช่วงเชื่อมต่อ และระยะคงที่ของสระ พยางค์จะประกอบด้วยส่วนใดบ้างขึ้นอยู่กับโครงสร้างของพยางค์

ในภาษาไทยพยัญชนะกัก สามารถปรากฏได้ในพยางค์ที่มีโครงสร้าง ดังแผนภาพที่ ๘,๙ และ ๑๐

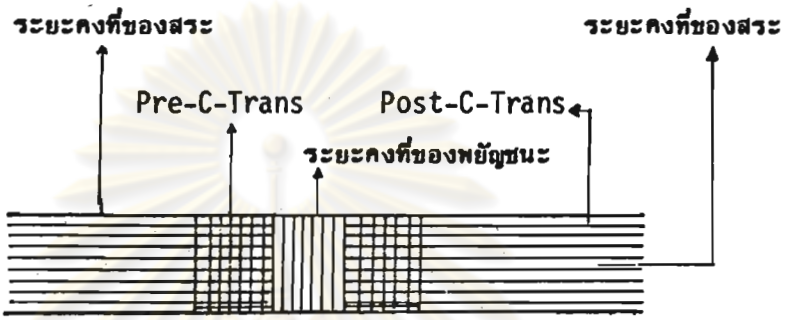
- โครงสร้างพยางค์แบบ #. CV:. # พยัญชนะปรากฏในตำแหน่งหน้าสระ

แผนภาพที่ ๘ ส่วนประกอบของพยางค์ต้นคำทดสอบในคำว่า "ตา"



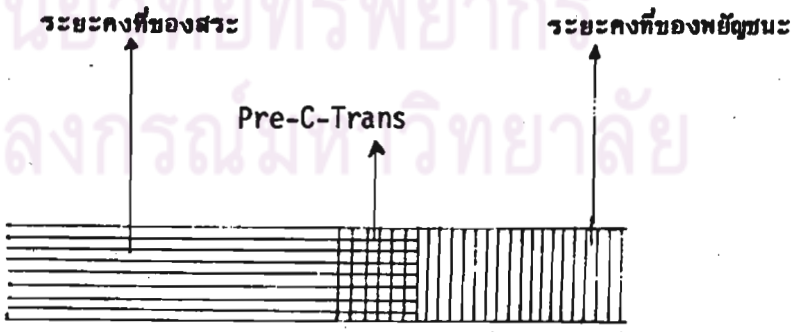
- โครงสร้างแบบ # V:. CV:. # พยัญชนะปรากฏในตำแหน่งหน้าพยางค์แต่อยู่ตรงกลางระหว่างสระ (intervocalic) ในคำทดสอบ

<u>แผนภาพที่ 9</u> ส่วนประกอบของพยางค์ในคำว่า "อาตา"



- โครงสร้างพยางค์แบบ #.V:C.# ซึ่งเป็นโครงสร้างที่พยัญชนะปรากฏในตำแหน่งท้ายคำหลังสระ (word-final)

<u>แผนภาพที่ 10</u> ส่วนประกอบของพยางค์ในคำว่า "อาด"



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักก้องและกักไม่ก้องในภาษาไทย

พยัญชนะกักในภาษาไทยทั้ง 10 หน่วยเสียง ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้มีลักษณะทางกลสัทศาสตร์ แตกต่างกันหลายรูปแบบซึ่งสามารถจำแนกเป็นกลุ่ม ๆ โดยจัดให้พยัญชนะที่มีลักษณะทางกลสัทศาสตร์เหมือนกันเป็นกลุ่มเดียวกัน ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ในที่นี้ได้แก่ ลักษณะคลื่นเสียง (wave form) ระยะเวลา (duration) และความเข้มของเสียง (Intensity)

การจำแนกพยัญชนะออกเป็นประเภทต่าง ๆ สามารถใช้เกณฑ์ในการจำแนกหลายประการในการจำแนกพยัญชนะกักได้ดังนี้

- <u>ลักษณะเส้นเสียง</u> (states of the glottis) สามารถจำแนกพยัญชนะกัก ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ พยัญชนะกักก้อง พยัญชนะกักไม่ก้อง ไม่พ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม

- <u>ลักษณะคัดแปลงลมในช่องปาก</u> (manner of articulation) จำแนกพยัญชนะออกเป็นกลุ่ม ๆ 2 ลักษณะด้วยกันคือ 1) พยัญชนะกักระเบิด กับ พยัญชนะกักเสียดแทรก 2) พยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักอุบ (Non-plosives)

- <u>ตำแหน่งของฐานกรณ์</u> จำแนกพยัญชนะออกเป็น 4 ฐาน ได้แก่ฐานริมฝีปาก ฐานปุ่มเหงือก ฐานปุ่มเหงือกเพดานแข็ง และฐานเพดานอ่อน

ในเชิงสรีรสัทศาสตร์อาจจำแนกดังในตารางสัทศาสตร์ (phonetic chart) ต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงการจำแนกเสียงพยัญชนะกัก ซึ่งมีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน

ลักษณะในการเปล่งเสียง	ฐาน / ลักษณะเส้นเสียง		ริมฝีปาก labial	ปุ่มเหงือก alveolar	ปุ่มเหงือก-เพดานแข็ง alveo palatal	เพดานอ่อน velar
กัก	ก้อง		b	d		
	ไม่ก้อง	ไม่พ่นลม	p	t		k
		พ่นลม	ph	th		kh
กักเสียดแทรก	ไม่ก้อง	ไม่พ่นลม			tɕ*	
		พ่นลม			tɕh*	

/ch/ และ /c/ มีลักษณะทางสัทศาสตร์เป็น [tɕh] และ [tɕ] ตามลำดับ คือเป็นเสียงกักเสียดแทรกฐานปุ่มเหงือก-เพดานแข็ง ส่วนหน้า (alveolopalatal) (ดู Harris 1972 : 12)

ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักซึ่งจำแนกตามลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ข้างต้นนี้ มีรายละเอียดซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 3 บทที่ 4 และบทที่ 5

ในบทที่ 3 นี้ จะกล่าวเฉพาะรายละเอียดของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักซึ่งจำแนกฎกยเกณฑ์การทำงานของเส้นเสียง ในบทที่ 4 ลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์และลักษณะทางกลสัทศาสตร์ ของพยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักเสียดแทรก และพยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักอุบ บทที่ 5 ลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ และลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักซึ่งจำแนกตามตำแหน่งของฐานกรณ์

การจำแนกพยัญชนะกักตามลักษณะเส้นเสียง

พยัญชนะกักทั้ง 10 หน่วยในภาษาไทยหากจำแนกตามลักษณะเส้นเสียง จะแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

ก. พยัญชนะกักก้อง (voiced stop consonants) 2 หน่วยคือ /b,d/

ข. พยัญชนะกักไม่ก้อง (voiceless stop consonants) 8 หน่วย ซึ่งยังจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

- พยัญชนะกักพ่นลม (aspirated stops) 4 หน่วย คือ /ph, th, ch, kh/

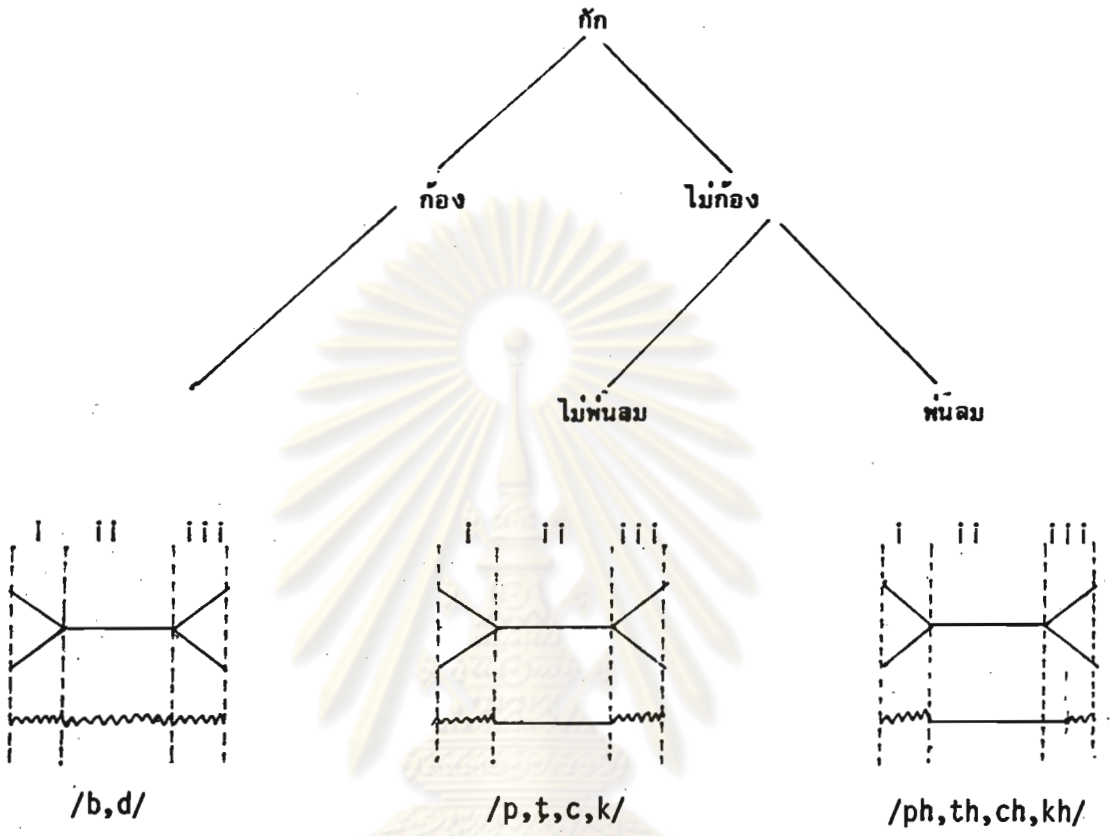
- พยัญชนะกักไม่พ่นลม (unaspirated stops) 4 หน่วย คือ /p, t, c, k/

ในเชิงสรีรสัทศาสตร์ มีคำอธิบายว่าในพยัญชนะพ่นลม ช่องเส้นเสียงจะปิดอยู่ระยะหนึ่งหลังการกักลม แต่ในพยัญชนะไม่พ่นลมนั้น หลังจากกักลมแล้วเส้นเสียงจะเริ่มสั่นทันที ซึ่งข้อนี้อธิบายได้ในแง่ของ ช่วงเวลาของการสั่นของเส้นเสียงที่สัมพันธ์กับการระบายลม ณ จุดกัก (VOT) ในพยัญชนะกักแบบต่าง ๆ (ดู Lisker & Abramson 1964 :396)

พยัญชนะกักที่จำแนกออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วสามารถแสดงให้เห็นโดยแผนภาพที่ 11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 11 แสดงการจำแนกพยัญชนะกัก ตามลักษณะเส้นเสียง



เส้นเสียงไม่มีการสั่น

เส้นเสียงมีการสั่น

i ช่วงเริ่มปิดกักลม

ii ช่วงกักลม

iii ช่วงระบายลม

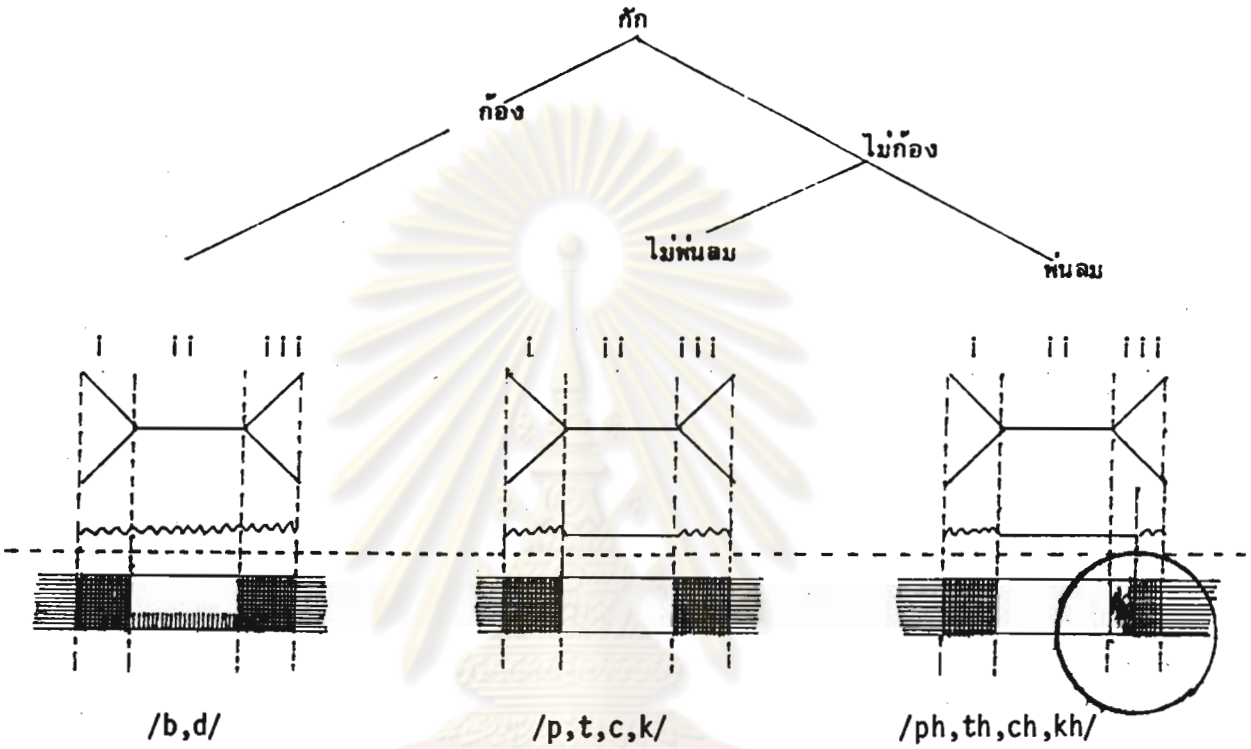
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พยัญชนะกักทั้ง 3 กลุ่มข้างต้น มีลักษณะเชิงกลอันได้แก่ ลักษณะคลื่นเสียง (wave form) ค่าระยะเวลา (duration) และค่าความเข้มของเสียง (intensity) แตกต่างกันดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ความต่างระหว่างลักษณะคลื่นเสียง (wave form) ของพยัญชนะกักก้อง และพยัญชนะไม่ก้อง พยัญชนะก้องและพยัญชนะไม่ก้อง มีลักษณะเชิงกลแตกต่างกัน ดังแสดงในแผนภาพที่ 12

I17618584

แผนภาพที่ 12 เปรียบเทียบลักษณะคลื่นเสียงของพยัญชนะกักที่มีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน



เส้นเสียงไม่มีการสั่น

เส้นเสียงมีการสั่น

i ช่วงเริ่มปิดกักลม

ii ช่วงกักลม

iii ช่วงระบายลม

ช่วงเชื่อมต่อ

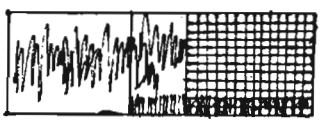
ความเงียบเชิงกล

คลื่นเสียงซ่าที่ไม่มีการสั่นของเส้นเสียง

คลื่นเสียงซ่าที่มีการสั่นของเส้นเสียง

ความถี่กำทอนคงที่ของสระ

ภาพขยายการเปล่งเสียงช่วงระบายลม(iii) ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม



จากการเปรียบเทียบลักษณะคลื่นเสียงดังแสดงในแผนภาพที่ 12 จะอธิบายความต่างระหว่างพยัญชนะกัก แต่ละกลุ่มได้ดังนี้

- ช่วงเริ่มบิดกักลม ในพยัญชนะก้อง และพยัญชนะไม่ก้อง มีลักษณะคลื่นเสียงเหมือนกัน คือ เป็นความถี่กำทอนที่มีการบิดเบน (formant transition) ในช่วงเชื่อมต่อที่สระปรากฏหน้าพยัญชนะ (Pre-C-Trans)

- ช่วงกักลม ลักษณะคลื่นเสียงของพยัญชนะก้องและพยัญชนะไม่ก้องจะต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ในพยัญชนะก้องจะปรากฏ voiced bar ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นสีดำ ๆ ในแนวดิ่ง ในย่านความถี่ต่ำที่ติดกับเส้นฐาน (base line) แต่ในพยัญชนะไม่ก้องจะไม่ปรากฏคลื่นสัญญาณใด ๆ ซึ่งเป็นลักษณะที่เรียกว่า ความเงียบเชิงกล

- ช่วงระบายลม ในช่วงนี้พยัญชนะก้องจะปรากฏเป็นความถี่กำทอนที่มีการบิดเบน ณ ช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะกับสระที่ตามมา (Post-C-Trans) แต่ในพยัญชนะไม่ก้องลักษณะคลื่นเสียงที่ปรากฏจะมีความต่างเป็น 2 ลักษณะ อันเป็นลักษณะเชิงกลที่ต่างกันระหว่างพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม ลักษณะต่างดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้คือ พยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม จะมี Post-C-Trans (การบิดเบนของค่า F หลังพยัญชนะ) เกิดขึ้นทันที พยัญชนะที่มีลักษณะคลื่นเสียงเช่นนี้ได้แก่ /p, t/ แต่ในพยัญชนะพ่นลมจะมีคลื่นเสียงซ่า (noise) ก่อนถึงช่วง Post-C-Trans ลักษณะคลื่นเสียงเช่นนี้จะพบในพยัญชนะพ่นลมทุกหน่วย คือ /ph, th, ch, kh/ รวมทั้งในพยัญชนะไม่พ่นลมฐานปุ่มเหงือก เพดานแข็ง และเพดานอ่อน /c, k/ ด้วย ข้อนี้จะให้รายละเอียดในตอนที่เปรียบเทียบลักษณะเชิงกลของพยัญชนะกัก และพยัญชนะกักเสียดแทรก (ดูบทที่ 4) ต่อไป

3.2 <u>ค่าระยะเวลา</u> (Duration)

ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงของการเปล่งเสียงพยัญชนะกักก้อง พยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม และ พยัญชนะไม่ก้องพ่นลม จะแตกต่างกันดังข้อมูลที่จะเสนอในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียง ช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และ กักไม่ก้อง

ขั้นตอนเปล่งเสียง / ลักษณะเส้นเสียง	ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่ม(หน่วย : มิลลิวินาที, ตร)							
	ช่วงเริ่มปิดกักลม		ช่วงกักลม		ช่วงระบายลม		รวม	
	$\bar{x}$ ค่าจริง	สัดส่วน %	$\bar{x}$ ค่าจริง	สัดส่วน %	$\bar{x}$ ค่าจริง	สัดส่วน %	$\bar{x}$ ค่าจริง	สัดส่วน %
ก้อง	27.2	17.90	63.8	34.21	54.3	23.16	145.3	25.36
ไม่ก้อง ไม่พ่นลม	63.4	41.70	80.9	43.38	60.6	25.84	204.9	35.77
ไม่ก้อง พ่นลม	61.3	40.36	41.8	22.41	119.6	51.00	222.7	38.87
		100.00		100.00		100.00		100.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของพยัญชนะกัก ดังรายละเอียดในตารางที่ 3 สามารถอธิบายข้อแตกต่างได้ดังนี้

3.2.1 ค่าระยะเวลารวมทั้งหมดของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม (222.7 ms) สูงที่สุด รองลงมาคือ พยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม (204.9 ms) และในพยัญชนะกักก้องมีค่าระยะเวลาต่ำที่สุด (145.3 ms) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนลำดับจากสูงไปต่ำเท่ากับ 38.87 : 35.77 : 25.36 ตามลำดับ (ดูตารางที่ 3)

3.2.2 ค่าระยะเวลาของการเปล่งเสียง ในแต่ละช่วงของพยัญชนะกักทั้ง 3 ชุด มีความแตกต่างกันดังนี้

- ช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลมสูงที่สุด (63.4 ms) รองลงมาคือ พยัญชนะไม่ก้องพ่นลม (61.3 ms) และในพยัญชนะก้องมีค่าระยะเวลาต่ำที่สุด (27.2 ms) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนจลกค่าสูงไปต่ำ เท่ากับ 41.74 : 40.36 : 17.90 ตามลำดับ

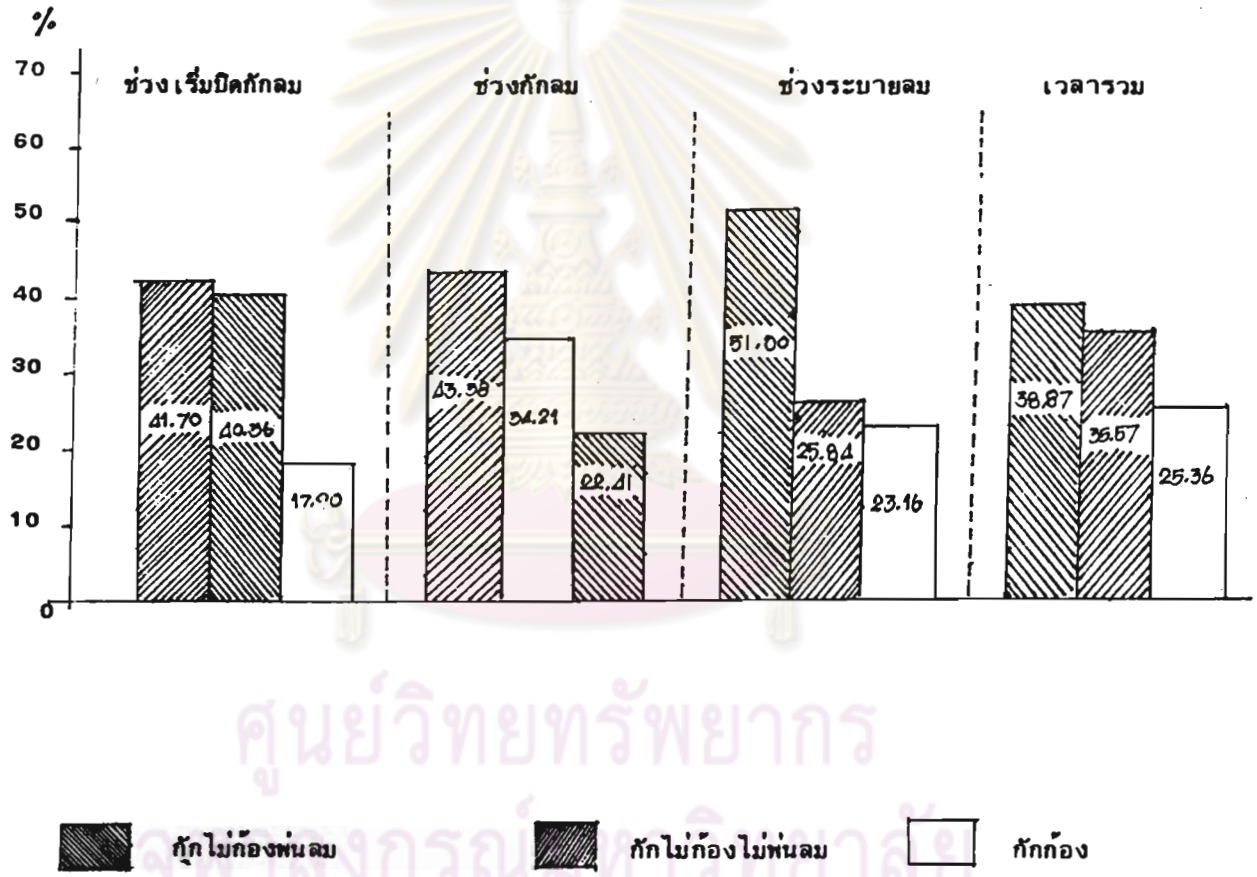
- ช่วงกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลมสูงที่สุด (80.9 ms) รองลงมาคือ พยัญชนะกักก้อง (63.8 ms) และในพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมมีค่าระยะเวลาต่ำสุด (41.8 ms) ทั้งนี้คิด เป็นสัดส่วนลำดับจากค่าสูงไปต่ำ เท่ากับ 43.38 : 34.21 : 22.41 ตามลำดับ

- ช่วงระบายลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม (119.6 สูงที่สุด รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม (60.6 ms) และในพยัญชนะกักก้องมีค่าระยะเวลาต่ำที่สุด (54.3 ms) ทั้งนี้คิด เป็นสัดส่วนลำดับจากค่าสูงไปต่ำ เท่ากับ 51.00 : 25.84 : 23.16 ตามลำดับ

ความต่างของค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักทั้ง 3 กลุ่มข้างต้น สามารถแสดงให้เห็นได้ดังแผนภูมิที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าระยะเวลารวมและค่าระยะเวลาของการเปล่งเสียงในช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักที่มีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาในตารางข้างต้น อาจจะตั้งข้อสังเกตได้ว่า ในช่วงเริ่มปิดกักลมสัดส่วนของค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักก้อง และกักไม่ก้องไม่พ่นลม จะใกล้เคียงกัน ส่วนพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม จะมีค่าระยะเวลาน้อยกว่า 2 กลุ่มแรก กว่า 2 เท่า

ในช่วงระบายลม สัดส่วนของค่าระยะเวลาของพยัญชนะไม่ก้องไม่ พ่นลม กับ พยัญชนะก้องจะใกล้เคียงกัน (25.84% และ 23.16% ตามลำดับ) ต่างจากค่าระยะเวลา ของพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 51%

เมื่อรวมค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงทั้ง 3 ช่วงของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม จะพบว่าค่าเวลารวมของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม (38.87%) กับเวลาของพยัญชนะ กักไม่ก้องไม่พ่นลม (35.77%) ใกล้เคียงกัน ส่วนของพยัญชนะกักก้องจะน้อยกว่ามาก (25.36%)

3.2.3 ค่าระยะเวลาในช่วงต่าง ๆ ของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม (ดูตารางที่ 4)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักทั้ง 3 กลุ่ม คือพยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และกักไม่ก้องพ่นลม

ขั้นตอนเปล่งเสียง / ลักษณะเส้นเสียง	ค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม							
	ช่วงเริ่มปิดกักลม		ช่วงกักลม		ช่วงระบายลม		รวม	
	ค่าจริง $\bar{X}$	สัดส่วน X	ค่าจริง $\bar{X}$	สัดส่วน X	ค่าจริง $\bar{X}$	สัดส่วน X	ค่าจริง $\bar{X}$	สัดส่วน X
ก้อง	27.2	18.72	63.8	43.91	54.3	37.37	145.3	100.00
ไม่ก้อง ไม่พ่นลม	63.4	30.94	80.9	39.48	60.6	29.58	204.9	100.00
ไม่ก้อง พ่นลม	61.3	27.53	41.8	18.77	119.6	53.73	222.7	100.00

จากค่าระยะเวลาในตารางที่ 4 สามารถอธิบายได้ดังนี้

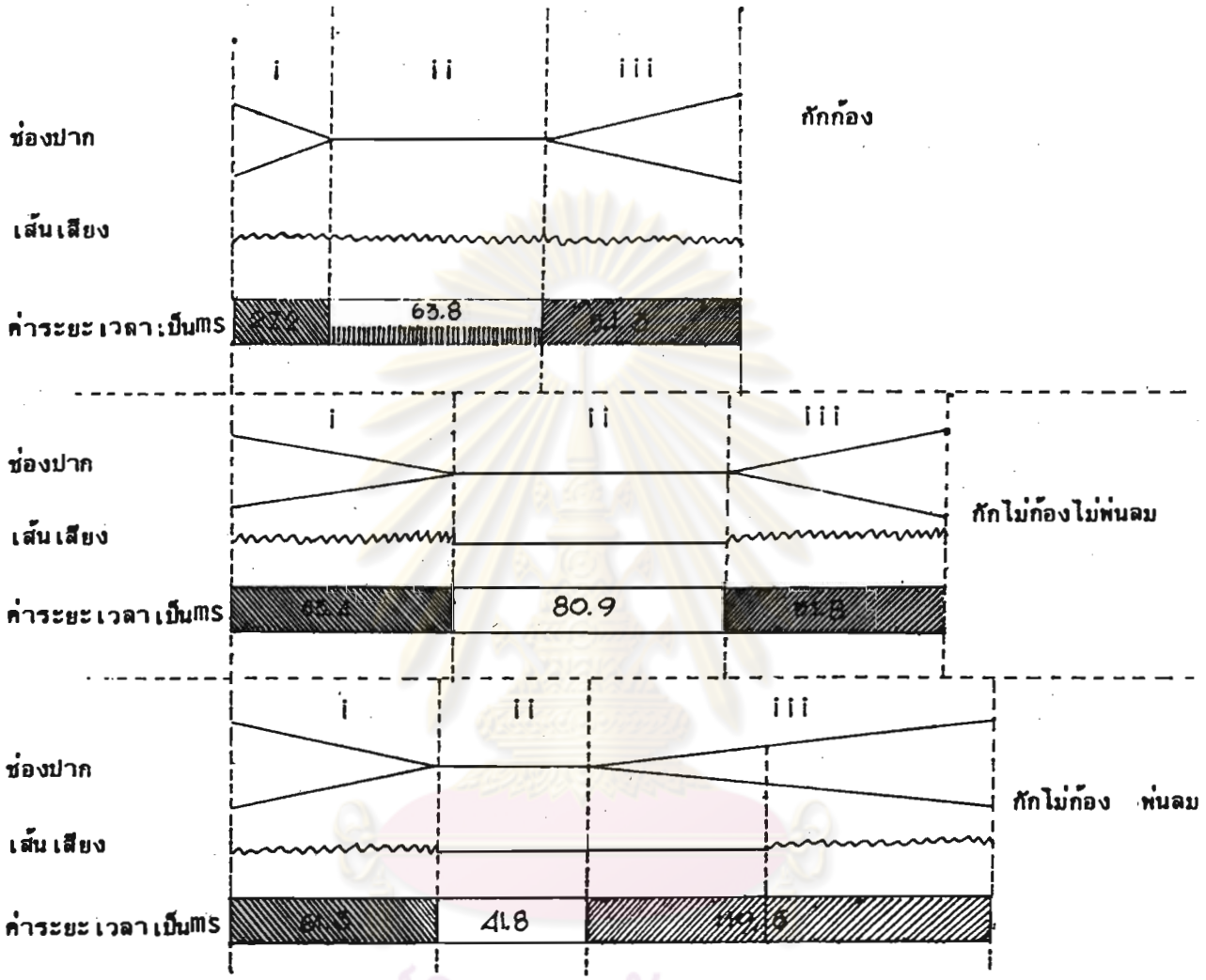
- พยัญชนะกักก้อง มีค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงกักลม (63.8 ms) รองลงมาคือช่วงระบายลม (54.3 ms) และมีค่าระยะเวลาต่ำที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (27.2 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลมและช่วงระบายลมเท่ากับ 18.72 : 43.91 : 37.37 ตามลำดับ

- พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม มีค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงกักลม (80.9 ms) รองลงมาช่วงเริ่มปิดกักลม (63.4 ms) และมีค่าระยะเวลาต่ำที่สุดในช่วงระบายลม (51.8 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมเท่ากับ 30.94 : 39.48 : 29.58 ตามลำดับ

- พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม มีค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงระบายลม (119.6 ms) รองลงมาในช่วงเริ่มปิดกักลม (61.3 ms) และค่าระยะเวลาต่ำที่สุดในช่วงกักลม (41.8 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมเท่ากับ 27.53 : 18.77 : 53.75 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 2 แสดงระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม คือ พยัญชนะกักก้อง, พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม



i ช่วงเริ่มปิดกักลม

ii ช่วงกักลม

iii ช่วงระบายลม

เส้นเสียงไม่สั่น

เส้นเสียงสั่น

Pre-C-Trans

ความเงียบเชิงกล

voiced bar

Post-C-Trans

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 2 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักต่างกลุ่มกัน เรียงลำดับจากสูงไปต่ำต่างกัน ซึ่งพอจะจำแนกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้คือ

- กลุ่มที่มีค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงกักลม ได้แก่ พยัญชนะกักก้อง และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม

- กลุ่มที่มีค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงระบายลม ได้แก่ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม

ข้อที่น่าสังเกตก็คือพยัญชนะกักในกลุ่มแรกเป็นพยัญชนะที่ไม่มีการพ่นลม ส่วนพยัญชนะกักกลุ่มหลัง เป็นพยัญชนะพ่นลม และที่น่าสนใจอีกจุดหนึ่ง คือ ในกลุ่มพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม ซึ่งมีค่าระยะเวลาในช่วงระบายลมมากเป็นอันดับ 1 จะมีค่าระยะเวลาในช่วงระบายลมมากเป็น 3 เท่า ของค่าระยะเวลาในช่วงกักลม ความสัมพันธ์อันนี้อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พยัญชนะกลุ่มหลังต่างจากพยัญชนะกลุ่มแรก

เมื่อพิจารณาโดยรวม ๆ แล้ว อาจจะสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ของค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงของการเปล่งเสียงพยัญชนะกัก ทั้งต่างกลุ่มและภายในกลุ่มเดียวกัน อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พยัญชนะกักก้องและกักไม่ก้อง มีความแตกต่างกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 ความเข้มของเสียง (Intensity)

3.3.1 ความเข้มของเสียงพยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และกักไม่ก้องพ่นลม แตกต่างกันดังข้อมูลในตารางที่ 5,6

ในตารางจะให้ข้อมูลความเข้มของเสียงพยัญชนะกัก ทั้งในช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม และให้ข้อมูลความเข้มของเสียงสระประชิดด้วย ค่าความเข้มที่ให้นี้เป็นค่าสูงสุด (peak) ของความเข้มแต่ละช่วง

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง และความเข้มของเสียงสระที่เกิดร่วมของพยัญชนะกัก 3 ชุด คือ พยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และกักไม่ก้องพ่นลม

	ค่าความเข้มของเสียง (หน่วย : dB)							
ช่วงเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะกัก	เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม		สระประชิด	
	ค่าจริง	%	ค่าจริง	%	ค่าจริง	%	ค่าจริง	%
ก้อง	13.7	36.24	2.6	96.30	14.9	42.21	15.2	33.41
ไม่ก้อง ไม่พ่นลม	10.2	26.98	0	0.00	10.6	30.03	15.6	34.29
ไม่ก้อง พ่นลม	13.9	36.78	0.1	3.70	9.8	27.76	14.7	32.30
		100.00		100.00		100.00		100.00

จากการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกัก ทั้ง 3 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 5 สามารถอธิบายข้อแตกต่างได้ดังนี้

- ในช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะไม่ก้องพ่นลมสูงที่สุด (13.9 dB) รองลงมาคือพยัญชนะก้อง (13.7 dB) และค่าความเข้มของเสียงต่ำที่สุดในพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม (10.2 dB) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 36.78 : 36.24 : 26.98

- ในช่วงกักลม ค่าความเข้มของเสียงจะมีเฉพาะในพยัญชนะก้อง (2.6 dB) กับ พยัญชนะไม่ก้องพ่นลม (.1 dB) ส่วนพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลมไม่มีความเข้มของเสียง (0 dB) สัดส่วนของพยัญชนะที่มีความเข้มมากต่อพยัญชนะที่มีความเข้มน้อยเท่ากับ 96.30 : 3.70 : 0 ตามลำดับ

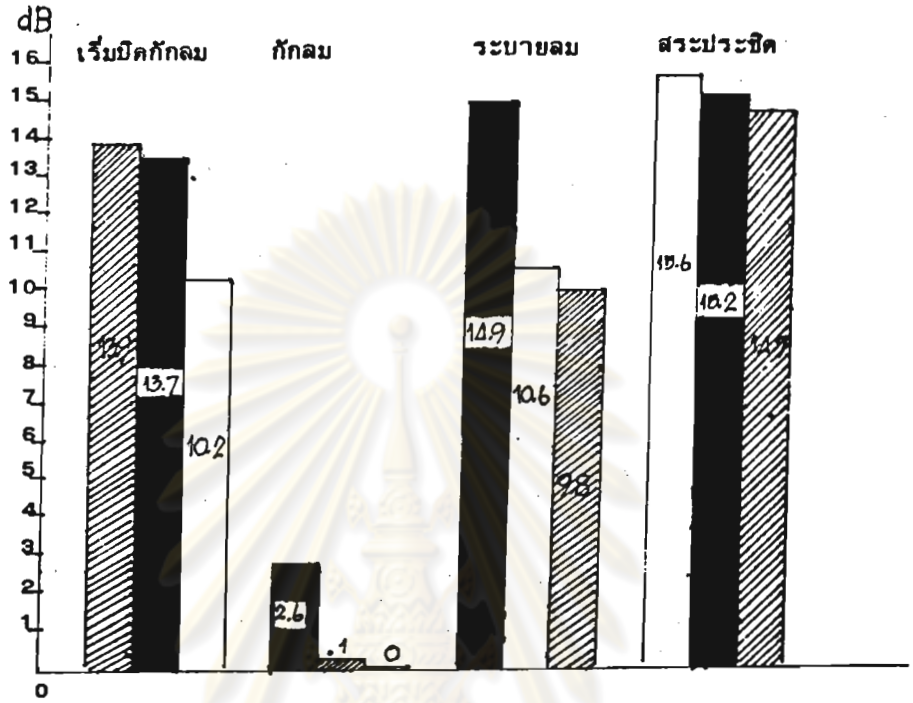
- ในช่วงระบายลม ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักก้อง สูงที่สุด (14.9 dB) รองลงมาในพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม (10.6 dB) และน้อยที่สุดในพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม (9.8 dB) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 42:21 : 30.03 : 27.76 ตามลำดับ

- ในสระประชิด ค่าความเข้มของเสียงสระสูงที่สุดเมื่อประชิดหลังพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม (15.6 dB) รองลงมาเมื่อประชิดหลังพยัญชนะกักก้อง (15.2 dB) และต่ำที่สุดเมื่อประชิดหลังพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม (14.7) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 34.29 : 33.41 : 32.30 ตามลำดับ

ความต่างของค่าความเข้มเหล่านี้สามารถเปรียบเทียบให้เห็นได้ดังแผนภูมิที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 3 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม และกักไม่ก้องไม่พ่นลม



3.3.2 ค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะ และค่าความเข้มของเสียงสระที่เกิดร่วม ของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่มคือ ก้อง ไม่ก้องไม่พ่นลม ไม่ก้องพ่นลม จะมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 แสดงค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ทั้ง 3 ช่วง และความเข้มของเสียงสระประชิด ของพยัญชนะกลุ่มเดียวกัน ทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละ

	ค่าความเข้มของเสียง (หน่วย : เดซิเบล, dB)							
ช่วงเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะกัก	เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม		สระประชิด	
	$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%
ก้อง	13.7	29.53	2.6	5.60	14.9	32.11	15.2	32.76
ไม่ก้อง ไม่พ่นลม	10.2	28.02	0	0.00	10.6	29.12	15.6	42.86
ไม่ก้อง พ่นลม	13.9	36.10	x	0.26	9.8	25.45	14.7	38.18

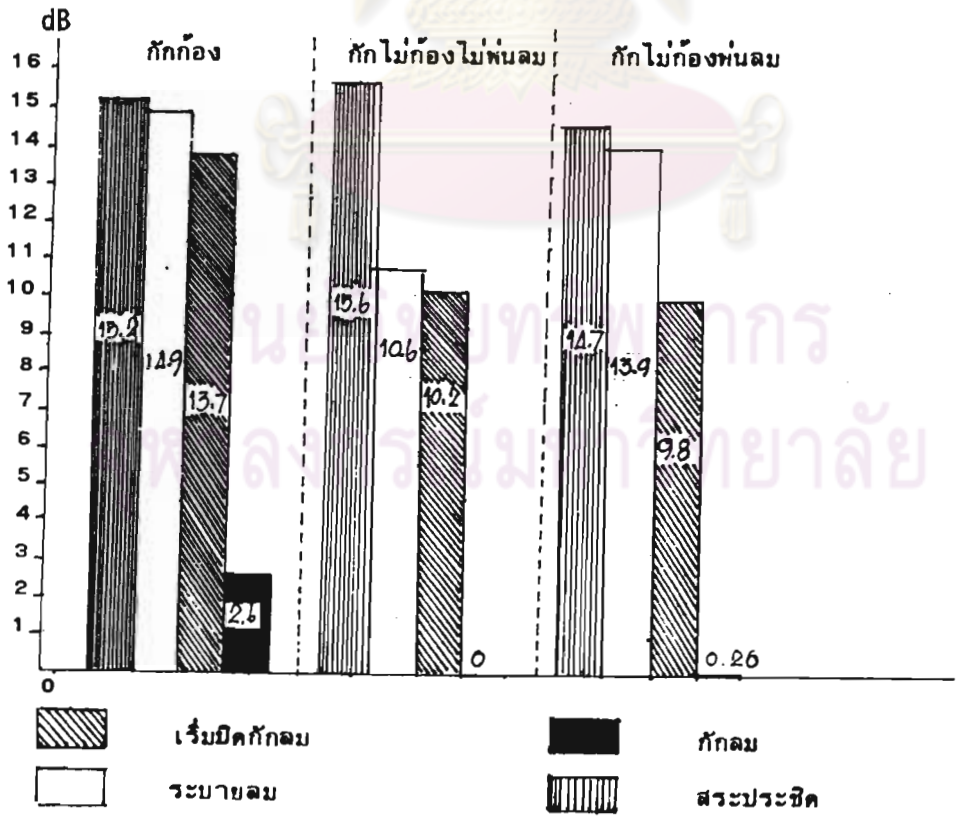
จากการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักและสระที่เกิดร่วมดังรายละเอียดที่ได้แสดงในตารางที่ 6 สามารถจะอธิบายข้อแตกต่างได้ดังนี้

- พยัญชนะกักก้อง ค่าความเข้มที่สูงที่สุดคือ ค่าความเข้มของเสียงสระที่ประชิดหลังพยัญชนะ (15.2 dB) รองลงมาคือความเข้มในช่วงระบายลม (14.9 dB) รองลงมาในช่วงที่เริ่มปิดกักลม (13.7 dB) และจะมีความเข้มต่ำสุดในระยะกักลม (2.6 dB) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม และสระประชิดเท่ากับ 29.53 : 5.60 : 32.11 : 32:76 ตามลำดับ (ดูแผนภูมิที่ 4)

- พยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม ไม่มีความเข้มปรากฏในระยะกักลม ค่าความเข้มสูงที่สุดในสระที่ประชิดหลังพยัญชนะ (15.6 dB) รองลงมาในช่วงระบายลม (10.6 dB) และต่ำที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (10.2 dB) (ดูแผนภูมิที่ 4) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม และความเข้มของสระที่ประชิด เท่ากับ 28.02 : 0 : 29.12 : 42.86 ตามลำดับ

- พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม มีค่าความเข้มสูงสุดในสระที่ตามหลังพยัญชนะ (14.7 dB) รองลงมาในช่วงเริ่มปิดกักลม (13.9 dB) รองลงมาในช่วงระบายลม (9.8 dB) และค่าความเข้มต่ำสุดในช่วงกักลม (0.26 dB) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนระหว่างความเข้มของช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม และความเข้มของสระที่เกิดร่วมเท่ากับ 36.20 : 0.26 : 25.52 : 38.28 ตามลำดับ (ดูตารางที่ 6)

แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าความเข้มของเสียงทั้ง 4 ช่วง เมื่อพยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้องไม่พ่นลม, กักไม่ก้อง พ่นลม ปรากฏร่วมกับสระ



บทที่ 4

ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักระเบิด, กักเสียดแทรกและกักอุบ

ในการกล่าวถึงการจำแนกพยัญชนะกักในภาษาไทยโดยความต่างของลักษณะการคัดแปลงลมในช่องปาก จะหมายความเฉพาะพยัญชนะกักไม่ก้องเท่านั้น ทั้งนี้เพราะในกลุ่มพยัญชนะกักก้องในภาษาไทยไม่มีความต่างในแง่ของการคัดแปลงลมในช่องปาก

พยัญชนะกักไม่ก้องในภาษาไทยสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยความต่างของการคัดแปลงลมในช่องปากได้ 2 แบบ ดังนี้คือ 1) พยัญชนะกักระเบิด กับ พยัญชนะกักเสียดแทรก 2) พยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักอุบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 พยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก (plosives & affricates)

พยัญชนะกักไม่ก้องทั้ง 8 หน่วยเสียงในภาษาไทย สามารถจำแนกโดยความต่างของการคัดแปลงลมในช่องปาก เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

ก. พยัญชนะกักระเบิด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

- กักระเบิดไม่พ่นลม 3 หน่วย ได้แก่ /p,t,k/
- กักระเบิดพ่นลม 3 หน่วย ได้แก่ /ph,th, kh/

ข. พยัญชนะกักเสียดแทรก แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

- กักเสียดแทรกไม่พ่นลม 1 หน่วย คือ /c/
- กักเสียดแทรกพ่นลม 1 หน่วย คือ /ch/

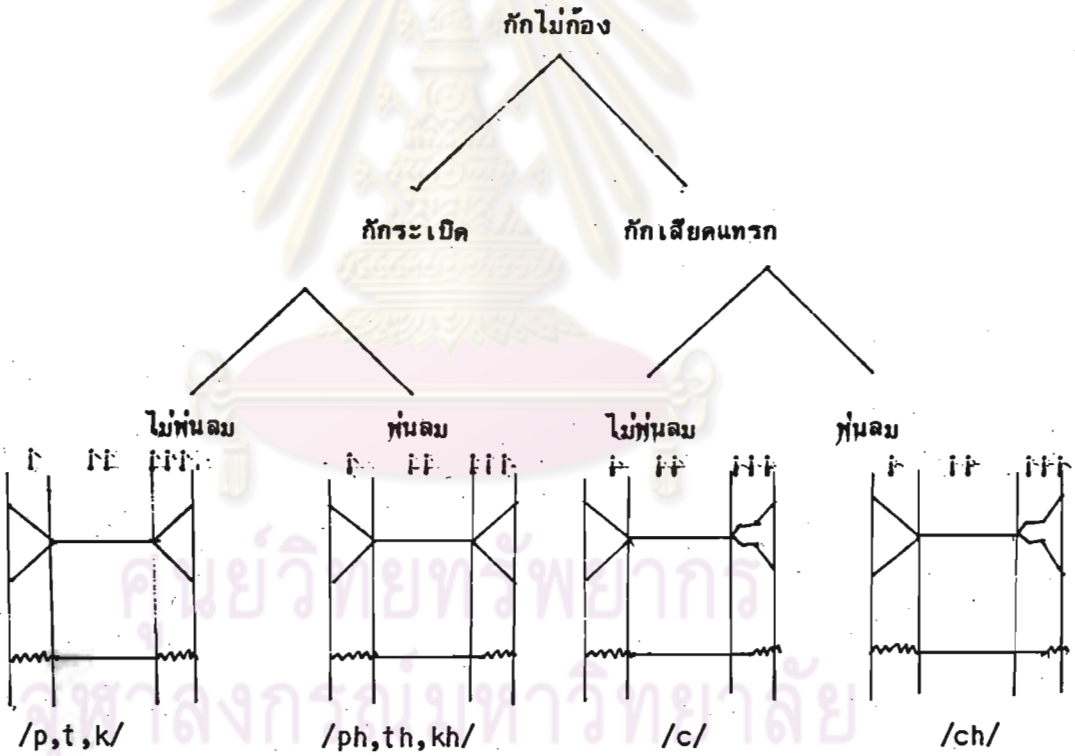
ในเชิงสรีรสัทศาสตร์ทั้งพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกมีการเปล่งเสียงในช่วงเริ่มปิดกักลม และช่วงกักลมเหมือนกัน ในช่วงระบายลม พยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกแต่ละกลุ่มจะมีการเปล่งเสียงต่างกันดังนี้คือ

- พยัญชนะกักระเบิด ฐานกรณ์แยกจากกันทันที ทั้งในพยัญชนะไม่พ่นลมและพยัญชนะพ่นลม แต่การสั่นของเส้นเสียงจะต่างกัน คือในพยัญชนะไม่พ่นลมจะมีการสั่นของ

เส้นเสียงเกิดขึ้น ทันทีที่ฐานกรณ์แยกจากกัน แต่ในพยัญชนะพ่นลม เมื่อฐานกรณ์แยกจากกัน จะมีกลุ่มลมออกมาก่อนที่จะมีการสั่นของเส้นเสียง

- พยัญชนะกักเสียดแทรก ในตอนต้นของช่วงระบายลม ทั้งในพยัญชนะไม่พ่นลมและพยัญชนะพ่นลม ฐานกรณ์จะแยกจากกันช้า ๆ ทำให้อากาศต้องเสียดแทรกผ่านช่องที่แคบ แล้วฐานกรณ์จึงจะแยกจากกันเต็มที่ เมื่อถึงช่วงนี้ในพยัญชนะกักไม่พ่นลม จะมีการสั่นของเส้นเสียงเกิดขึ้นทันที แต่ในพยัญชนะกักระเบิดพ่นลม และกักเสียดแทรกทั้ง 2 ชนิด จะมีกลุ่มลมออกมาก่อนที่เส้นเสียงจะสั่น (ดูแผนภาพที่ 13)

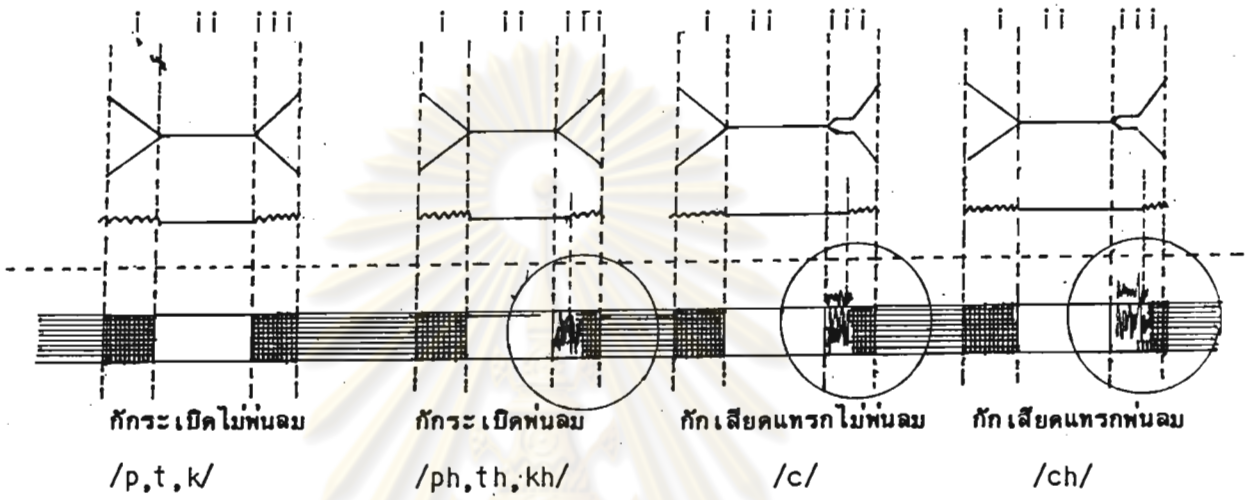
แผนภาพที่ 13 แสดงการจำแนกพยัญชนะกักตามความแตกต่างของการดัดแปลงลมในช่องปาก



ลักษณะคลื่นเสียง ระยะเวลา และความเข้มของเสียงแตกต่างกัน ดังแสดงในแผนภาพที่ 14

4.1.1 ลักษณะคลื่นเสียง (wave form) มีความต่างกันดังนี้

แผนภาพที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบทางสรีรสัทศาสตร์และกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรก



เครื่องหมายแสดงลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์

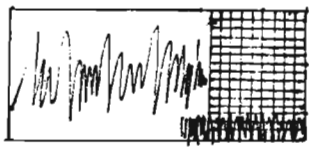
~~	เส้นเสียงมีการสั่น
_____	เส้นเสียงไม่มีการสั่น
i	ช่วงเริ่มปิดกักลม
ii	ช่วงกักลม
iii	ช่วงระบายลม

เครื่องหมายแสดงลักษณะทางกลสัทศาสตร์

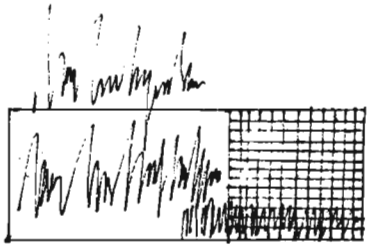
▮	ช่วงเชื่อมต่อ
▭	ความเงียบเชิงกล
▭	คลื่นเสียงช่วที่ไม่มีการสั่นของเส้นเสียง
▭	คลื่นเสียงช่วที่มีการสั่นของเส้นเสียง
▭	ความถี่กำทอนคงที่ของสระ

ระยะเชื่อมต่อของพยัญชนะกักระเบิดพ่นลม กักเสียดแทรกไม่พ่นลม กักเสียดแทรกพ่นลมขยายให้เห็นชัดเจน

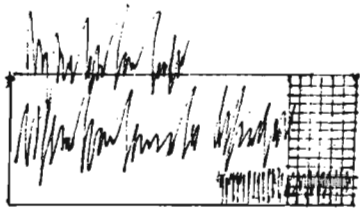
กักระเบิดพ่นลม



กักเสียดแทรกไม่พ่นลม



กักเสียดแทรกพ่นลม



ความต่างระหว่างลักษณะคลื่นเสียงของพยัญชนะกักในแผนภาพที่ 14 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ในช่วงเริ่มปิดกักลมและช่วงกักลม ทั้งในพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกมีลักษณะคลื่นเสียงเหมือนกัน คือ ในช่วงเริ่มปิดกักลมจะเป็น Pre-C-Trans ส่วนในช่วงกักลมจะเป็นความเงียบเชิงกล แต่ลักษณะคลื่นเสียงในช่วงระบายลม จะแตกต่างกันดังนี้ คือ ในพยัญชนะกักเสียดแทรก ทั้งในพยัญชนะพ่นลม และพยัญชนะไม่พ่นลม ในตอนเริ่มช่วงระบายลมจะปรากฏคลื่นเสียงซ่ำในย่านความถี่เหนือ F_3 ของสระประชิด แต่ต่อจากนั้นลักษณะคลื่นเสียงจะต่างกัน ในพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลมจะเป็น Post-C-Trans แต่ในพยัญชนะพ่นลมจะปรากฏเสียงซ่ำในระดับความถี่ใกล้เคียงกับ F ของสระที่ประชิด แล้วตามด้วย Post-C-Trans ส่วนในพยัญชนะกักระเบิดจะมีลักษณะคลื่นเสียงในช่วงระบายลมต่างกันดังนี้ คือ ในพยัญชนะไม่พ่นลมจะเป็น Post-C-Trans แต่ในพยัญชนะพ่นลมในตอนต้นของช่วงระบายลม จะเป็นคลื่นเสียงซ่ำในย่านความถี่ที่ใกล้เคียงกับความถี่กำทอนของสระที่ประชิด แล้วตามด้วย Post-C-Trans

4.1.2 <u>ระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก</u>

จะนำเสนอข้อมูลใน 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

4.1.2.1 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่ม (ดูข้อมูลในตารางที่ 7)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียง ช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลมของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก

กลุ่มพยัญชนะกัก / ช่วงเปล่งเสียง		ค่าระยะเวลา (หน่วย : มิลลิวินาที ms)							
		เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม		รวม	
		$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%
กักระเบิด	ไม่พ่นลม	61.7	24.15	84.0	35.65	55.1	12.87	195.8	22.24
	พ่นลม	60.1	23.52	43.7	18.55	108.3	27.80	212.1	24.10
กักเสียดแทรก	ไม่พ่นลม	68.7	26.89	71.7	30.43	92.0	23.84	232.4	26.40
	พ่นลม	85.0	25.44	36.2	13.37	138.8	35.66	240.0	27.26
			100.00		100.00		100.00		100.00

จากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลารวมทั้งหมดและค่าระยะเวลาในช่วงเดียวกันของการเปล่งเสียงพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรกในตารางที่ 7 สามารถอธิบายข้อแตกต่างได้ดังนี้

4.1.2.1.1 ค่าระยะเวลารวมทั้ง 3 ช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลมสูงที่สุด (240.0 ms) รองลงมาคือ พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม (232.4 ms) รองลงมา พยัญชนะกักพ่นลม(212.1 ms) และน้อยที่สุดในพยัญชนะกักไม่พ่นลม

(195.8 ms) คิดเป็นสัดส่วนจากค่าระยะ เวลามากไปหาน้อย เท่ากับ 27.26: 26.40 24.10 : 22.24

4.1.2.1.2 ค่าระยะ เวลาในการเปล่ง เสียงช่วง เริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลมของพยัญชนะระ เบิด และพยัญชนะกัก เสียดแทรกต่างกลุ่ม

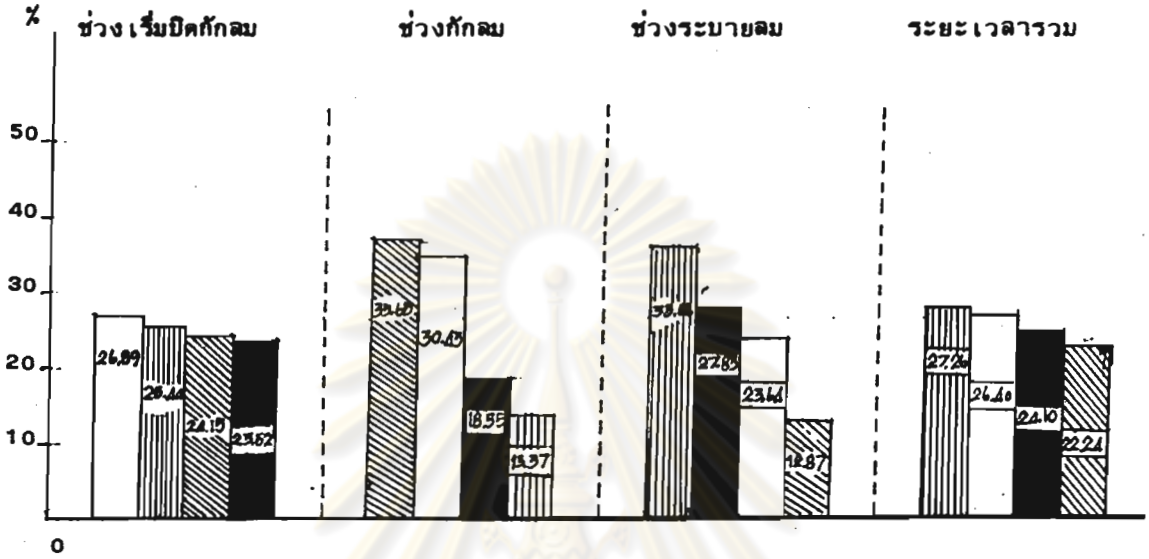
- ช่วง เริ่มปิดกักลม ค่าระยะ เวลาสูงที่สุดใน พยัญชนะกัก เสียดแทรกไม่พ่นลม (67.7 ms) รองลงมาคือพยัญชนะกัก เสียดแทรกพ่นลม (65.0 ms) รองลงมาคือ พยัญชนะกักไม่พ่นลม(61.7 ms) และค่าระยะ เวลาน้อยที่สุดในพยัญชนะกักระ เบิดพ่นลม (60.1 ms) คิด เป็นสัดส่วนจากค่าระยะ เวลามากที่สุดไปหาน้อยที่สุด เท่ากับ 26.89 : 25.44 : 24.15 : 23.52 ตามลำดับ จะ เห็นได้ว่าค่าระยะ เวลาใกล้ เคียงกันมาก

- ช่วงกักลม ค่าระยะ เวลาสูงที่สุดในพยัญชนะกักระ เบิดไม่พ่นลม (84.0 ms)รองลงมาคือพยัญชนะกัก เสียดแทรกไม่พ่นลม (71.7 ms) รองลงมาในพยัญชนะกักระ เบิดพ่นลม (43.7 ms) และน้อยที่สุดในพยัญชนะกัก เสียดแทรกพ่นลม (32.2 ms) คิด เป็นสัดส่วนจากค่าระยะ เวลามากที่สุดไปหาน้อยที่สุด เท่ากับ 35.65 : 30.43 : 18: 55 : 13.37 ตามลำดับ จะ เห็นได้ว่าค่าระยะ เวลาของพยัญชนะไม่พ่นลมจะสูงกว่าค่าระยะ เวลาของพยัญชนะพ่นลมถึงประมาณ 2 เท่า

- ช่วงระบายลม ค่าระยะ เวลาสูงที่สุดในพยัญชนะกัก เสียดแทรกพ่นลม (138.8 ms) รองลงมาคือพยัญชนะกักระ เบิดพ่นลม (108.3 ms) รองลงมาในพยัญชนะกัก เสียดแทรกไม่พ่นลม (92.0 ms) และค่าระยะ เวลาน้อยที่สุดในพยัญชนะกักระ เบิดไม่พ่นลม (50.1 ms) คิด เป็นสัดส่วนจากค่าระยะ เวลามากไปหาน้อย เท่ากับ 35.60 : 28.83 : 23.64 : 12.87 ตามลำดับ จากการเปรียบ เทียบข้างต้นนี้จะ เห็นได้ชัด เจนว่าค่าระยะ เวลาของพยัญชนะพ่นลม มากกว่าค่าระยะ เวลาของพยัญชนะไม่พ่นลมและพยัญชนะกัก เสียดแทรกพ่นลม จะมีค่าระยะ เวลาในช่วงนี้มากกว่าพยัญชนะกักระ เบิดพ่นลมและพยัญชนะกัก เสียดแทรกไม่พ่นลม จะมีค่าระยะ เวลามากกว่าพยัญชนะกักระ เบิดไม่พ่นลม

ความต่างของค่าระยะ เวลาในการเปล่ง เสียงพยัญชนะกักระ เบิดและพยัญชนะกัก เสียดแทรก สามารถแสดงได้ดังแผนภูมิที่ 5

แผนภูมิที่ 5 เปรียบเทียบสัดส่วนของค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันและระยะเวลารวมของพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ



กักระเบิดไม่พ่นลม

กักระเบิดพ่นลม

กักเสียดแทรกไม่พ่นลม

กักเสียดแทรกพ่นลม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2.1.3 ค่าระยะเวลาในการเปลี่ยงเสียงแต่ละช่วงที่ต่างกันของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรกแต่ละกลุ่ม มีความต่างกันสามารถอธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงค่าระยะเวลาในการเปลงเสียงแตละชวงทีตางกันของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ ทั้งค่าจริงและค่าร้อยละ

กลุ่มพยัญชนะกัก / ช่วงเปลี่ยงเสียง		ค่าระยะเวลา (หน่วย : มิลลิวินาที ms)							
		เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม		รวม	
		$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%	$\bar{x}$ ค่าจริง	%
กักระเบิด	ไม่พ่นลม	61.7	31.51	84.0	42.90	50.1	25.59	195.8	100.00
	พ่นลม	60.1	28.34	43.7	20.60	108.3	51.06	212.1	100.00
กักเสียดแทรก	ไม่พ่นลม	68.7	29.58	71.7	30.85	92.0	39.59	232.4	100.00
	พ่นลม	65.0	27.08	36.2	15.08	138.0	57.83	240.0	100.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- พยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม ค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงกักลม (84.0 ms) รองลงมาในช่วงเริ่มปิดกักลม (61.7 ms) และน้อยที่สุดในช่วงระบายลม (50.1 ms) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนของค่าระยะเวลาในช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลมและช่วงระบายลม เท่ากับ 31.51 : 42.90 : 25.59 ตามลำดับ ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงจะต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงกักจะต่างไปจากช่วงอื่นอย่างเห็นได้ชัด

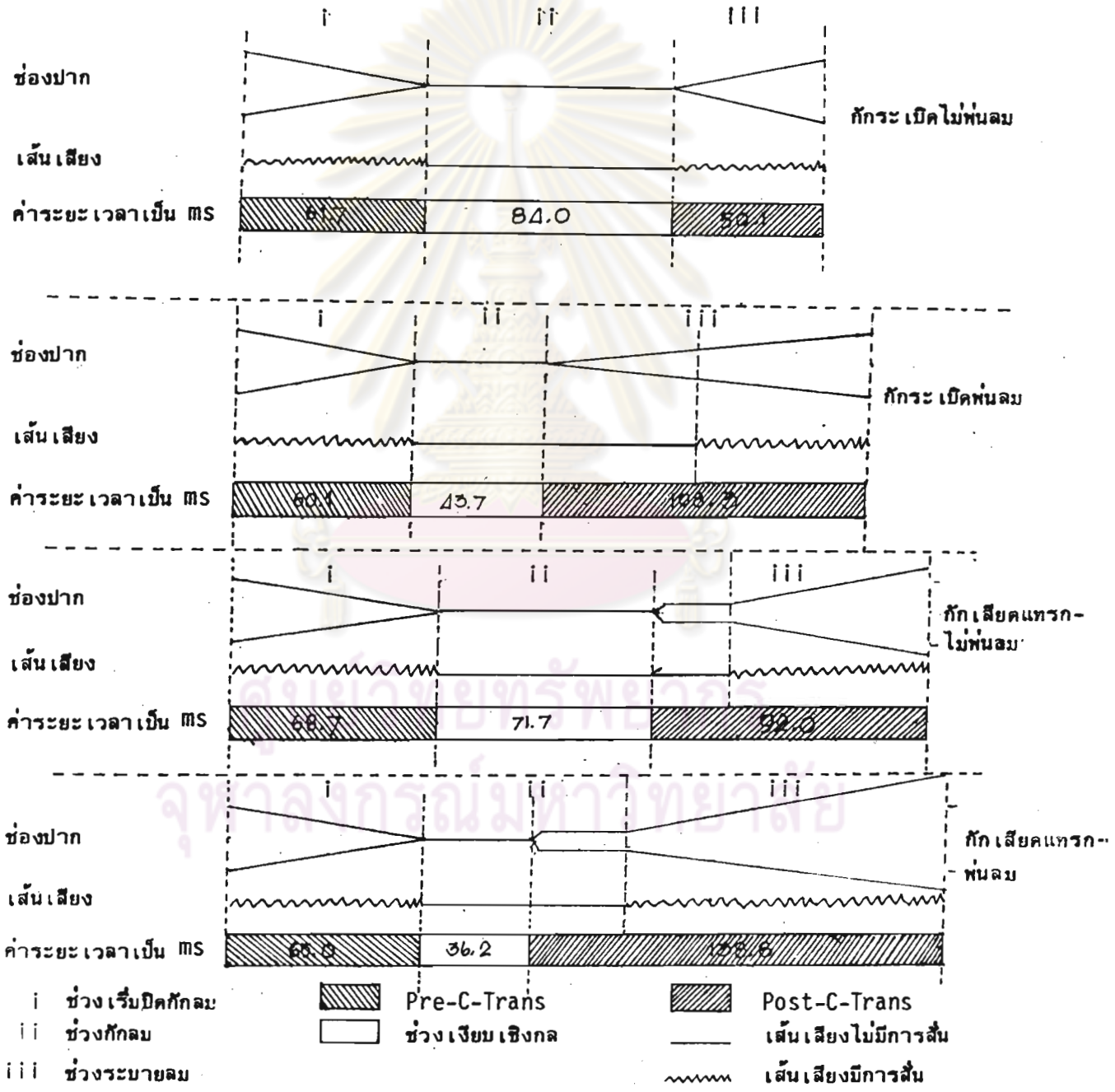
- พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม ค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงระบายลม (108.3 ms) รองลงมาคือช่วงเริ่มปิดกักลม (60.1 ms) และน้อยที่สุดในช่วงกักลม (43.7 ms) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนของค่าระยะเวลาในช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม เท่ากับ 28.34 : 20.60 : 51.06 ตามลำดับ ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงในช่วงระบายลมจะมากเป็น 2 เท่า (โดยประมาณ) ของช่วงเริ่มปิดกักและช่วงกักลม

- พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม ค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงระบายลม (92.0 ms) รองลงมาคือช่วงกักลม (71.7 ms) และน้อยที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (68.7 ms) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม เท่ากับ 29.56 : 30.85 : 39.59 ตามลำดับ ค่าระยะเวลาช่วงเริ่มปิดกักลม และช่วงกักลมใกล้เคียงกันมาก แต่ในช่วงระบายลมค่าระยะเวลาจะมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด

- พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม ค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงระบายลม (138.8 ms) รองลงมาคือช่วงเริ่มปิดกักลม (65.0 ms) และน้อยที่สุดในช่วงกักลม (36.2 ms) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนระหว่าง ช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมเท่ากับ 27.08 : 15.08 : 57.83 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปล่งเสียงแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด และโดยเฉพาะช่วงระบายลม จะมีค่าระยะเวลาสูงกว่าช่วงเริ่มปิดกักและช่วงกักลมประมาณ 2 เท่า และ 4 เท่า ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นความแตกต่างได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้สรุปค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงพยัญชนะทุกช่วง โดยนำเสนอในแผนภูมิที่ 6

แผนภูมิที่ 6 แสดงระยะเวลาทั้ง 3 ช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกแต่ละกลุ่ม



จากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปล่งเสียง พบว่า พยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกทุกกลุ่มมีค่าระยะเวลาในช่วงเริ่มปิดกักลมใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่าระยะเวลาในช่วงกักลมและช่วงระบายลมต่างกันอย่างชัดเจน คือ

ในพยัญชนะไม่พ่นลมจะมีค่าระยะเวลาในช่วงกักลมมาก ส่วนในพยัญชนะพ่นลมจะมีค่าระยะเวลาในช่วงกักลมน้อยกว่าเวลาในช่วงเดียวกันของพยัญชนะไม่พ่นลมประมาณ 2 เท่า

ในช่วงระบายลมของพยัญชนะกักพ่นลม และพยัญชนะกักเสียดแทรก ซึ่งจะมีคลื่นเสียงซ่าเกิดขึ้นก่อนการสั่นของเส้นเสียง มีความยาวของระยะเวลาของคลื่นเสียงซ่าเหล่านี้ ต่าง ๆ กัน คือ ถ้าเรียงลำดับจากค่ามากไปหาน้อยพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม (68.0 ms) จะมีระยะเวลาของคลื่นเสียงซ่ายาวที่สุด รองลงมาคือ พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม (51.6 ms) รองลงมาในพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม (25.2 ms) และน้อยที่สุดในพยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม (0.6 ms)

4.1.3 ความเข้มของเสียงพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรก

การกล่าวถึงค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกในที่นี้ จะนำเสนอทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละ ดังรายละเอียดที่จะแสดงในตารางที่ 9 และแผนภูมิที่ 7

4.1.3.1 ค่าความเข้มของเสียงของพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรกในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่ม มีความต่างกันดังนี้ (ดูตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 แสดงค่าความเข้มในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ ทั้งค่าจริงและค่าร้อยละ

ช่วงการเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะ		ค่าความเข้มของเสียง (หน่วย : dB)					
		เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม	
		$\bar{X}$ ค่าแท้จริง	%	$\bar{X}$ ค่าแท้จริง	%	$\bar{X}$ ค่าแท้จริง	%
กักระเบิด	ไม่พ่นลม	13.7	24.50	0	0.0	12.4	29.31
	พ่นลม	13.8	24.69	0.01	12.50	8.6	20.33
กักเสียดแทรก	ไม่พ่นลม	14.3	25.58	0	0.0	8.1	19.15
	พ่นลม	14.1	25.22	0.07	87.50	13.2	31.21
			100.00		100.00		100.00

ค่าความเข้มของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกในตารางที่ 9 มีความแตกต่างกันอธิบายได้ดังนี้

- ช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าความเข้มของเสียงของพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม (14.3 dB) สูงที่สุด รองลงมาคือพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม (14.1 dB) รองลงมาคือพยัญชนะกักระเบิดพ่นลม (13.8 dB) และค่าความเข้มของเสียงจะต่ำที่สุดในพยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม (13.7 dB) ทั้งนี้คิดเป็นอัตส่วนของค่าความเข้มของเสียงจากสูงไปหาต่ำเท่ากับ 25.58 : 25.22 : 24.69 : 24.50 ตามลำดับ ซึ่งไม่ต่างกันมากนัก

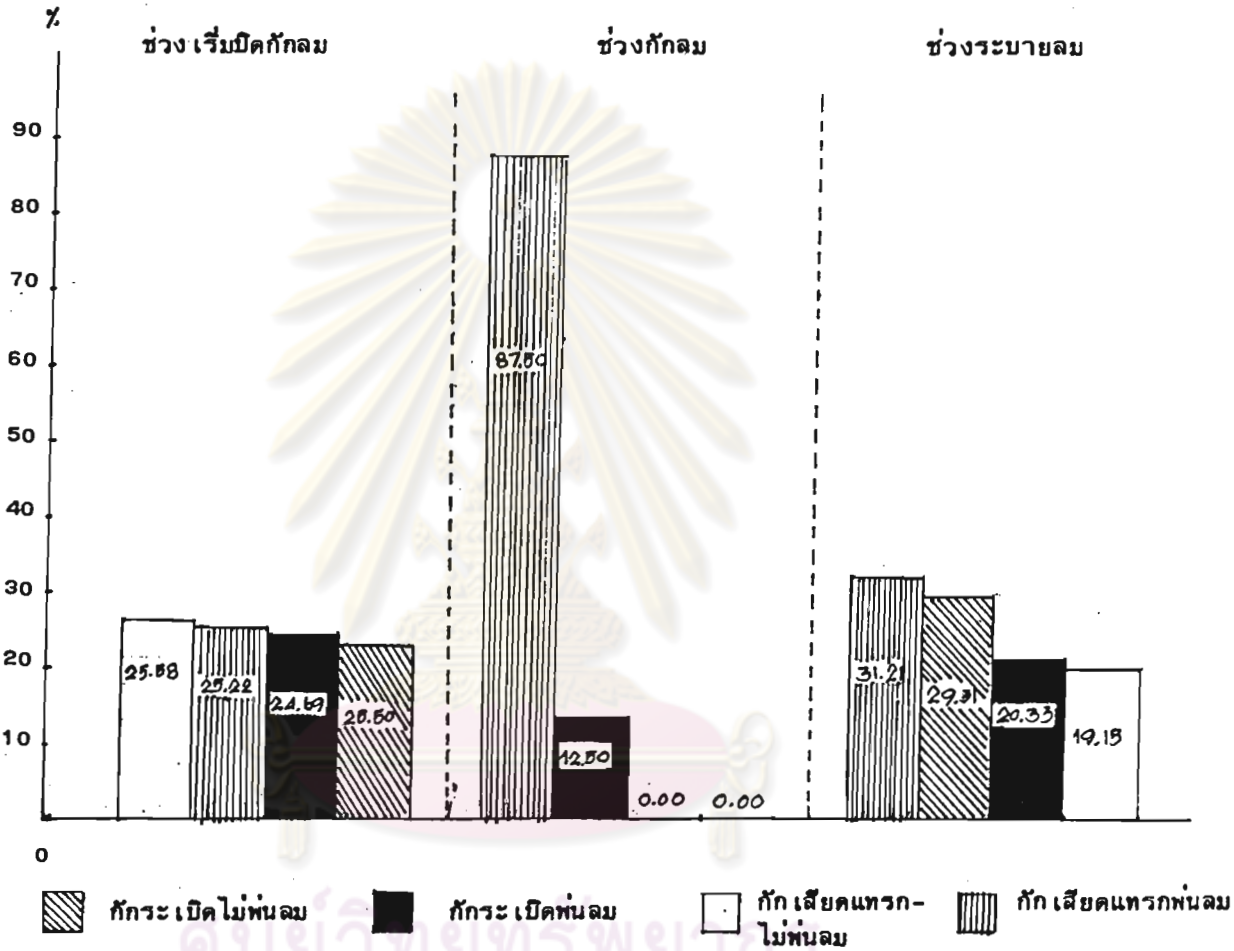
- ช่วงกักลม ค่าความเข้มของพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม (0.07 dB) สูงที่สุด รองลงมาคือ พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม (0.01 dB) ส่วนในพยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม และพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลมจะไม่มีค่าความเข้มของเสียง (0 dB) คิดเป็นสัดส่วนจากค่าความเข้มสูงไปต่ำเท่ากับ 87.50 : 12.50 : 0 : 0 ตามลำดับ กล่าวอีกแง่หนึ่งคือ ในพยัญชนะกลุ่มพ่นลมจะไม่มีความเข้มของเสียงในช่วงกักลม แต่ในพยัญชนะกลุ่มไม่พ่นลมจะไม่มีค่าความเข้มของเสียงในช่วงกักลม

- ช่วงระบายลม ค่าความเข้มของพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม (13.2 dB) รองลงมาคือพยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม (12.4 dB) รองลงมาคือ พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม (8.6 dB) และค่าความเข้มของพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม (8.1 dB) ต่ำที่สุด ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนจากค่าสูงไปหาต่ำเท่ากับ 31.21 : 29.31 : 20.33 : 19.15 ตามลำดับ

เพื่อให้เห็นความแตกต่างได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ดูแผนภูมิที่ 7 ซึ่งเปรียบเทียบสัดส่วนของค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกทุกกลุ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 7 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ



เมื่อพิจารณาสัดส่วนของค่าความเข้มในแผนภูมิที่ 7 พอจะสรุปค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงได้ดังนี้ คือ

- ในช่วงเริ่มปิดกักลม พยัญชนะกักเสียดแทรก มีค่าความเข้มมากกว่าพยัญชนะกักระเบิด แต่ก็ไม่ต่างกันมากนัก และมีที่น่าสังเกตคือค่าความเข้มของพยัญชนะกักเสียดแทรก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้วยกันจะใกล้เคียงกัน คือ พยัญชนะไม่พ่นลม มีค่าร้อยละ 25.58 และพยัญชนะพ่นลม ร้อยละ 25.22 และในพยัญชนะกักระเบิดก็เช่นเดียวกัน มีค่าความเข้มของพยัญชนะพ่นลม (ร้อยละ 24.69) ใกล้เคียงกับค่าความเข้มของพยัญชนะไม่พ่นลม (ร้อยละ 24.50)

- ในช่วงกักลม ค่าความเข้มของเสียงจะมีเฉพาะในพยัญชนะพ่นลม ทั้งพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก ส่วนในพยัญชนะไม่พ่นลม ทั้งกักระเบิดและกักเสียดแทรกจะไม่มีค่าความเข้มของเสียง

- ในช่วงระบายลม ค่าความเข้มของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่มจะแตกต่างกัน ค่าความเข้มของพยัญชนะทั้งกักระเบิดและกักเสียดแทรกจะมีลักษณะเฉพาะตัว ไม่สามารถจัดระบบได้เหมือนในช่วงเปล่งเสียงช่วงอื่น

4.1.3.2 ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรกในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกลุ่มเดียวกัน มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ

ช่วงการเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะกัก		ค่าความเข้มของเสียง (หน่วย : เดซิเบล, dB)						
		เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม		
		$\bar{x}$ ค่าแท้จริง	%	$\bar{x}$ ค่าแท้จริง	%	$\bar{x}$ ค่าแท้จริง	%	%
กักระเบิด	ไม่พ่นลม	13.7	52.49	0.00	0.00	12.4	47.51	100.00
	พ่นลม	13.8	61.58	0.00	0.0	8.6	38.38	100.00
กักเสียดแทรก	ไม่พ่นลม	14.3	63.84	0.00	0.00	8.1	36.16	100.00
	พ่นลม	14.1	51.52	0.07	0.26	13.2	48.22	100.00

จากการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรกแต่ละกลุ่ม สามารถอธิบายความต่างของค่าความเข้มได้ดังนี้

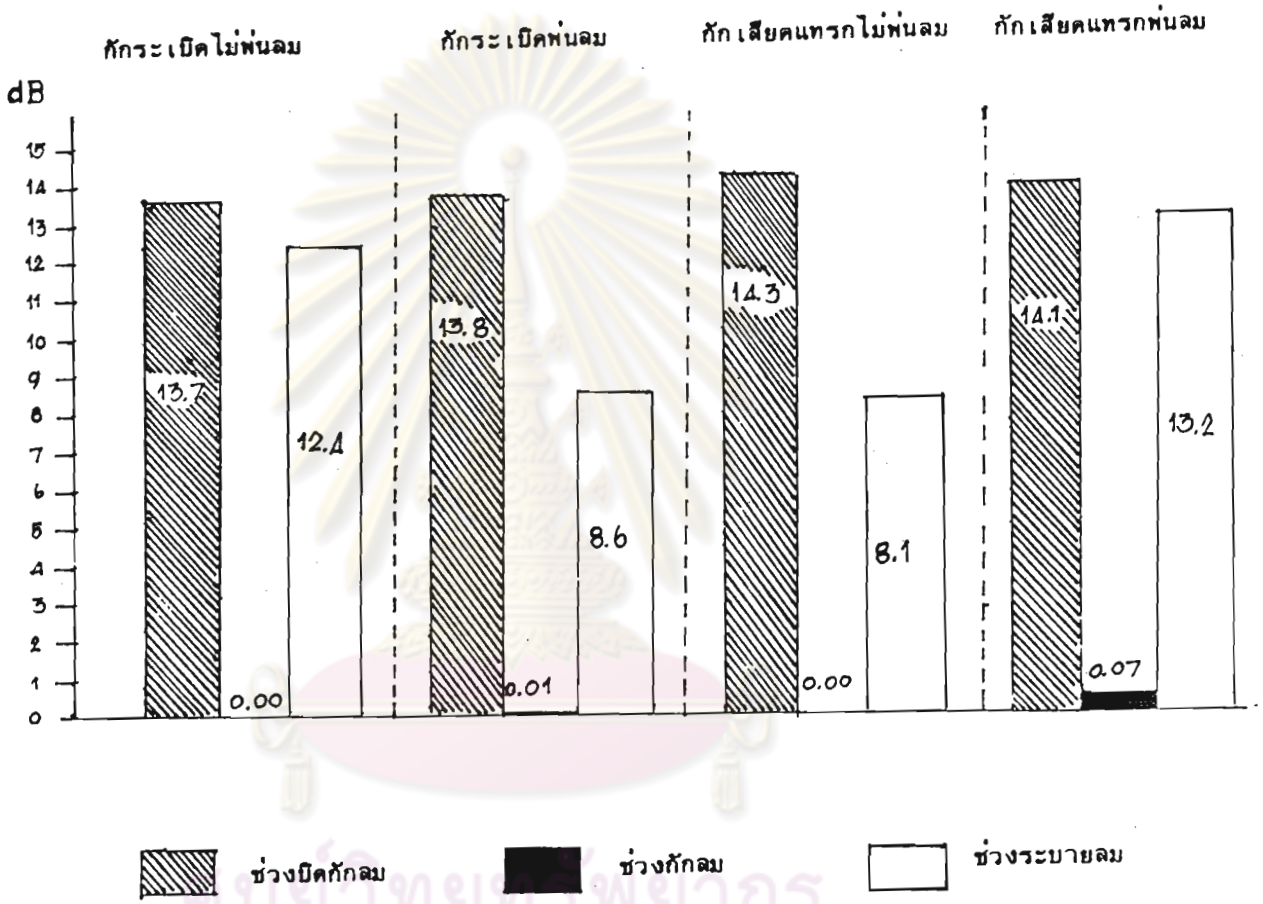
- พยัญชนะกักระเบิด มีค่าความเข้มสูงที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (13.7 dB) รองลงมาในช่วงระบายลม (12.4 dB) ส่วนในช่วงกักลมไม่มีความเข้มของเสียง 0.00 dB) ทั้งนี้คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมเท่ากับ 52.49 : 0 : 41.51 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลม กับ ช่วงระบายลมไม่ต่างกันมากนัก

- พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (13.8 dB) รองลงมาในช่วงระบายลม (8.6 dB) และมีค่าความเข้มน้อยที่สุดในช่วงกักลม (0.01 dB) คิดเป็นสัดส่วนของค่าความเข้มระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม เท่ากับ 61.58 : 0.04 : 38.38 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มแต่ละช่วงจะต่างกันอย่างมาก เช่น ค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลมจะสูงกว่าในช่วงระบายลมถึง 2 เท่า โดยประมาณ

-พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม มีค่าความเข้มสูงที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (14.3 dB) รองลงมาในช่วงระบายลม (8.1 dB) ส่วนในช่วงกักลม ไม่มีค่าความเข้มของเสียง (0.00 dB) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างค่าความเข้มช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมเท่ากับ 63.84 : 0.00 : 36.16 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าความเข้มแต่ละช่วงเปล่งเสียงต่างกันมาก ดังเช่นค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลมจะมากกว่าค่าความเข้มในช่วงระบายลมถึงประมาณ 2 เท่า

-พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (14.1 dB) รองลงมา ในช่วงระบายลม (13.2 dB) และมีความเข้มน้อยที่สุดในช่วงกักลม (0.07 dB) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมเท่ากับ 51.52 : 0.26 : 48.22 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลม และในช่วงระบายลมใกล้เคียงกันมาก เพื่อให้เห็นความแตกต่างเหล่านี้ชัดเจนยิ่งขอให้ดู แผนภูมิที่ 8

แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าความเข้มของเสียง (ค่าจริง) ในทุกช่วงการเปล่งเสียง พยัญชนะกักระเบิด และ พยัญชนะกักเสียดแทรกชนิดต่าง ๆ



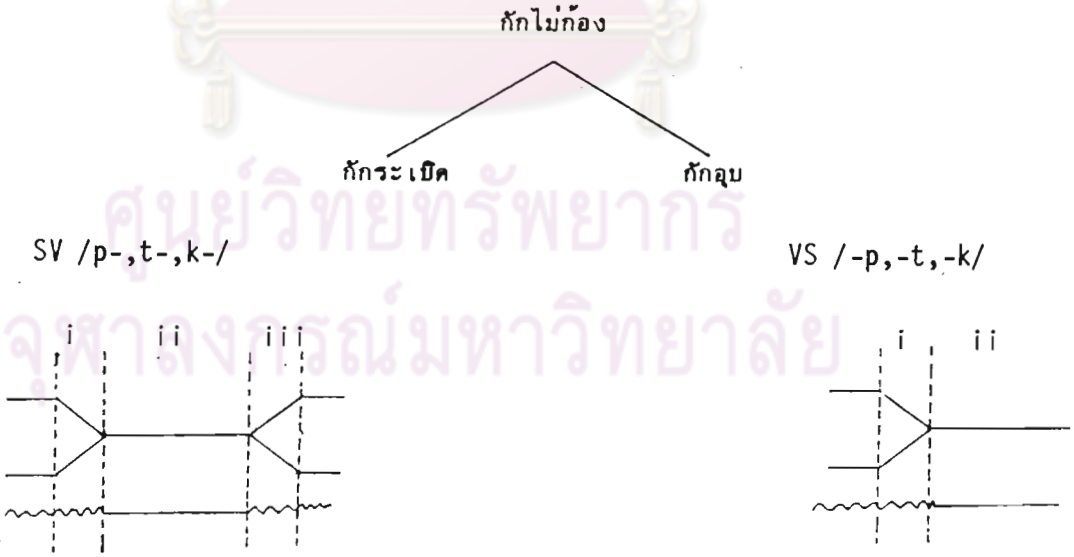
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 พยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักอุบ (Plosives & Non-Plosives)

พยัญชนะกักในภาษาไทยจำแนกตามเกณฑ์การระบายลม ณ จุดกักในกระบวนการเปล่งเสียงได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เป็นพยัญชนะกักระเบิด จะมีขั้นตอนในกระบวนการเปล่งเสียงที่สำคัญ คือ ช่วงระบายลมอยู่ด้วย และอีกกลุ่มหนึ่งคือ พยัญชนะกักอุบ จะไม่มีการเปล่งเสียงช่วงระบายลม พยัญชนะกักในภาษาไทยจะเป็นพยัญชนะกักระเบิด หรือ พยัญชนะกักอุบ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขทางสัทวิทยาที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ตำแหน่งที่พยัญชนะกักปรากฏในคำทดสอบ พยัญชนะกักในภาษาไทยมีข้อจำกัดในการปรากฏแตกต่างกัน คือ พยัญชนะกักทุกหน่วยสามารถปรากฏได้ในตำแหน่งต้นคำหน้าสระ และในตำแหน่งระหว่างสระ แต่ในตำแหน่งท้ายคำทดสอบจะมีพยัญชนะกักไม่ก้อง ไม่พ่นลม /-p, -t, -k/ เท่านั้นที่จะปรากฏได้ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ระหว่างพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักอุบ ในงานวิจัยนี้จะเปรียบเทียบลักษณะเชิงกล ของ/ p, t, k/ เมื่อปรากฏหน้าสระ และเมื่อปรากฏท้ายคำหลังสระ

ดังแสดงในแผนภาพที่ 15 และ * ในตารางที่ 11

แผนภาพที่ 15 แสดงกระบวนการทางสรีรสัทศาสตร์ ในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ



i ช่วงเริ่มปิดกักลม
ii ช่วงกักลม
iii ช่วงระบายลม

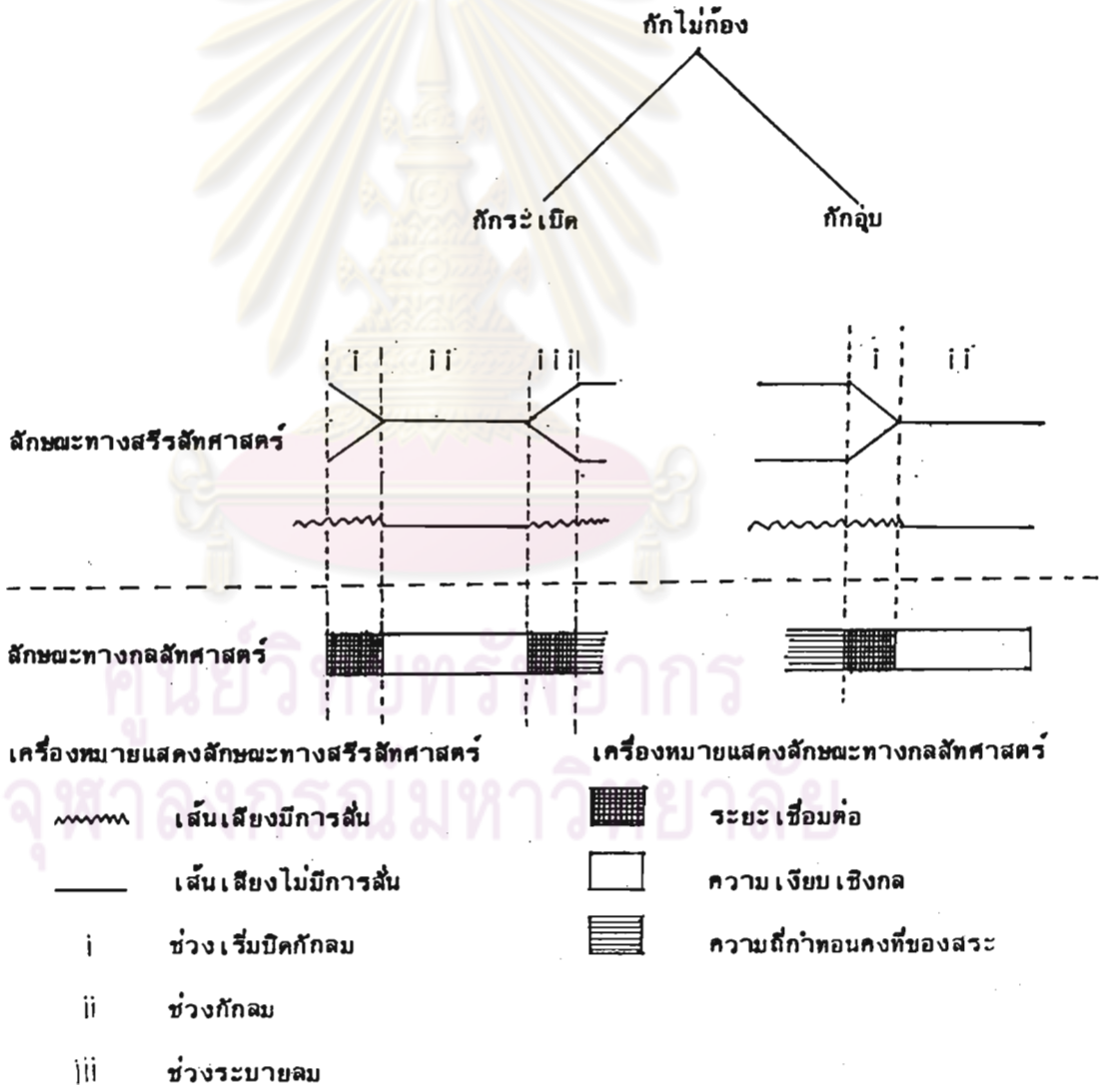
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ จะมีความแตกต่างของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ อันได้แก่ ลักษณะคลื่นเสียง ระยะเวลา และความเข้มของเสียง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.1 ลักษณะคลื่นเสียง (wave form)

ลักษณะคลื่นเสียงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ จะมีความแตกต่างกัน ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในแผนภาพที่ 16

แผนภาพที่ 16 เปรียบเทียบลักษณะคลื่นเสียงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบกับกระบวนการเปล่งเสียงทางสรีรสัทศาสตร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ

การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ จะนำเสนอใน 2 ลักษณะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ คือ

4.2.2.1 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมของพยัญชนะต่างกลุ่ม (ดูข้อมูลในตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 แสดงค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละของค่าระยะเวลาของพยัญชนะระเบิดและพยัญชนะกักอุบ ในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่ม

ช่วงเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะ	ค่าร้อยละและค่าที่แท้จริงของค่าระยะเวลา (หน่วย : มิลลิวินาที, ms)							
	เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม		รวม	
	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%
กักระเบิด	61.7	51.55	71.6	60.23	50.1	*	183.6	63.53
กักอุบ	58.0	48.45	47.4	39.77	**		105.4	36.47
		100.00		100.00				100.00

* มีข้อมูลเฉพาะพยัญชนะกักระเบิด จึงไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบด้วยสัดส่วน

** พยัญชนะกักอุบ ไม่มีการเปล่งเสียงในช่วงนี้

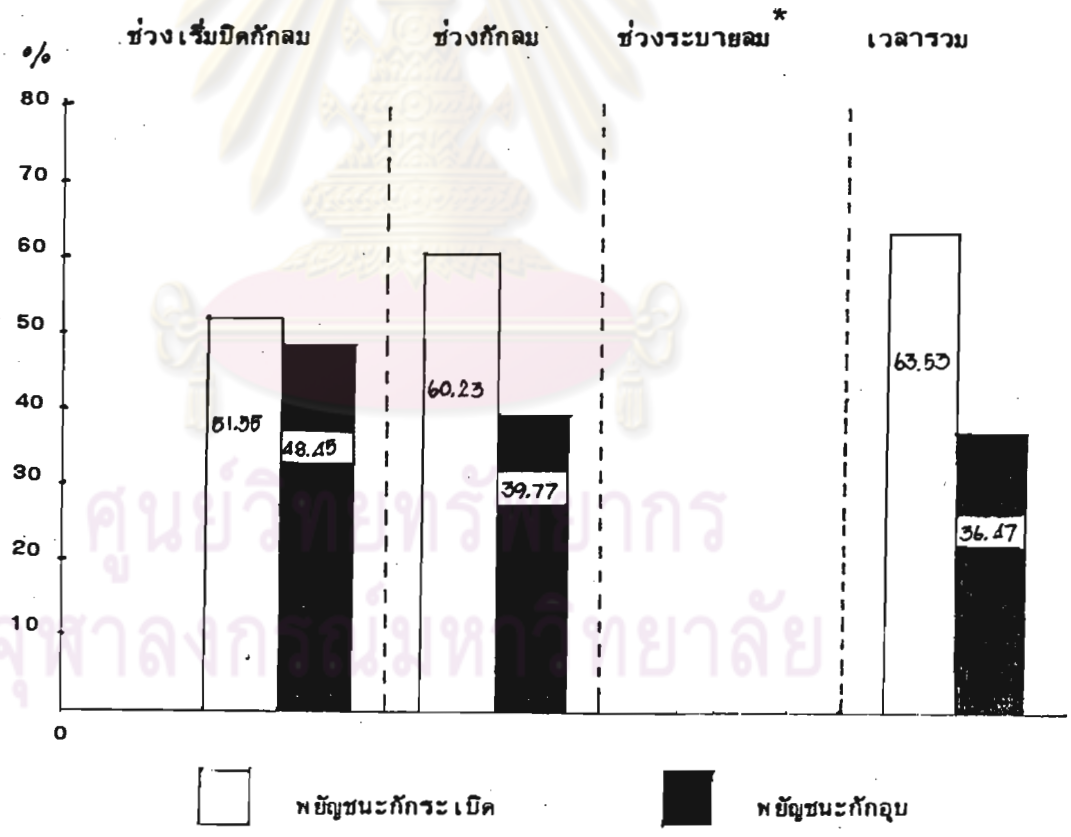
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วงกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิด (71.8 ms) สูงกว่าค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักอุบ (47.4 ms) คิดเป็นสัดส่วน 60.23 : 39.77 จะเห็นได้ว่าค่าระยะเวลาต่างกันมาก

- ช่วงระบายลม จะมีเฉพาะค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดเท่านั้น (50.1 ms) ส่วนในพยัญชนะกักอุบจะไม่มีการเปล่งเสียงในช่วงนี้

เพื่อให้เห็นความแตกต่างของค่าระยะเวลาดังกล่าวข้างต้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ดูแผนภูมิที่ 9

แผนภูมิที่ 9 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลมของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ และเวลารวมพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ



*การเปล่งเสียงในช่วงระบายลมมีเฉพาะในพยัญชนะกักระเบิดเท่านั้นจึงไม่มีข้อมูลของพยัญชนะกักอุบเปรียบเทียบสัดส่วน

เมื่อพิจารณาค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ พบว่าค่าระยะเวลาในช่วงเริ่มปิดกักลมของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบจะใกล้เคียงกันมาก แต่ในช่วงกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิด จะแตกต่างจากพยัญชนะกักอุบอย่างเห็นได้ชัด ส่วนช่วงระบายลมจะมีเฉพาะในพยัญชนะกักระเบิดเท่านั้น ความแตกต่างกันในจุดนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดมากกว่าค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักอุบเกือบ 2 เท่า (ดูตารางที่ 9)

4.2.2.2 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ (ดูข้อมูลในตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 แสดงค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของพยัญชนะกลุ่มเดียวกัน

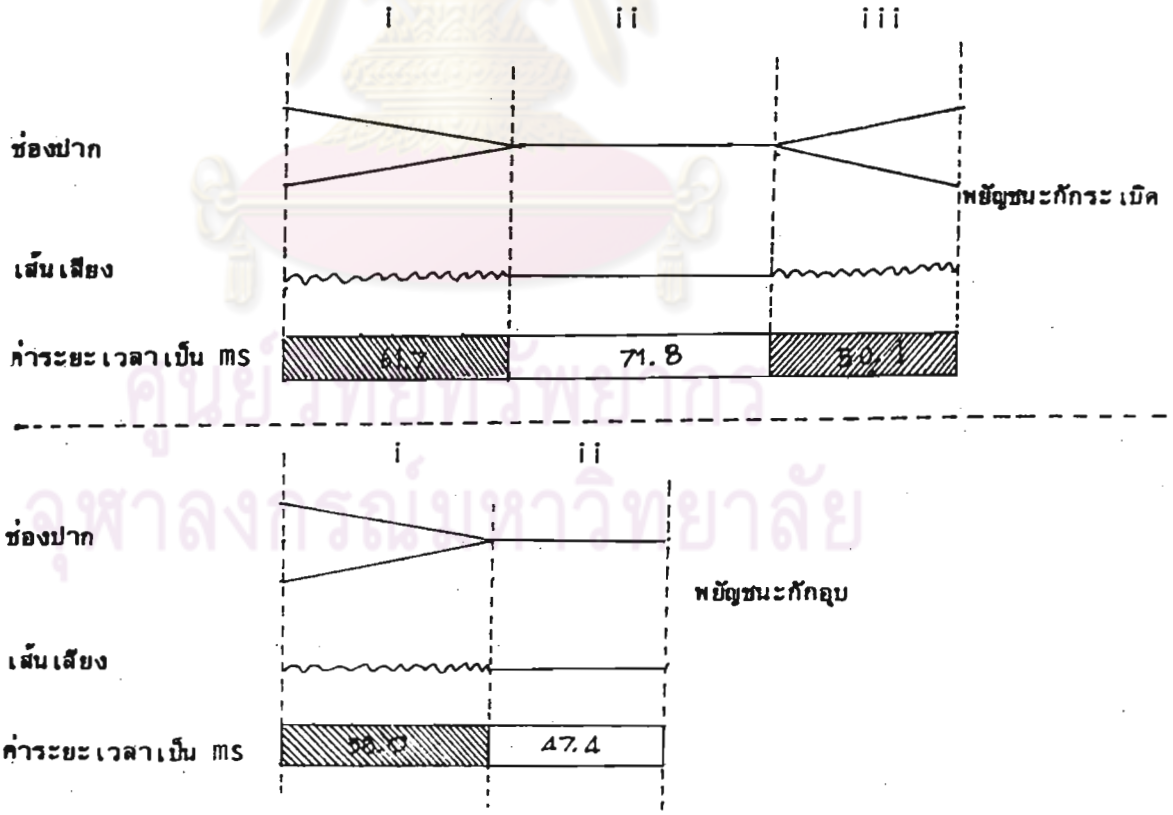
ช่วงเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะ	ค่าร้อยละและค่าระยะเวลาที่แท้จริง (หน่วย . มิลลิวินาที, ms)							
	เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม		รวม	
	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%
กักระเบิด	61.7	33.30	71.8	39.11	50.1	27.29	183.6	100
กักอุบ	58.0	55.03	47.4	44.97	*	-	105.4	100

จากข้อมูลในตารางข้างต้น สามารถอธิบายข้อแตกต่างได้ดังนี้

- พยัญชนะกักระเบิด มีค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงกักลม (71.8 ms) รองลงมาในช่วงเริ่มปิดกักลม (61.7 ms) และค่าระยะเวลาต่ำสุดในช่วงระบายลม (50.1 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมเท่ากับ 33.60 : 39.11 : 27.29 ช่วงเริ่มปิดกักลมและช่วงกักลมจะมีค่าระยะเวลาไม่ต่างกันมากนัก ส่วนในช่วงระบายลมจะมีค่าระยะเวลาต่างออกไปมาก

- พยัญชนะกักอุบ มีค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงเพียง 2 ช่วง ค่าที่มากกว่าคือ ช่วงเริ่มปิดกักลม (58.0 ms) ค่าที่น้อยกว่าคือช่วงกักลม (47.4 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลมและช่วงกักลมเท่ากับ 55.03 : 44.97 ความแตกต่างของค่าระยะเวลาดังกล่าวนี้สามารถแสดงได้ดังแผนภูมิที่ 10

แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.3 ค่าความเข้มของเสียง

ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบที่จะนำเสนอในที่นี้มี 2 ลักษณะ ดังนี้ คือ

4.1.3.1 ค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่ม ดูข้อมูลในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียง(ค่าจริง) ในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่ม คือกักระเบิดและกักอุบ (เปรียบเทียบข้อมูลในแนวตั้ง)

	ค่าความเข้มของเสียง (หน่วย . เดซิเบล, dB)		
ช่วงเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะกัก	เริ่มปิดกักลม	กักลม	ระบายลม
กักระเบิด	13.7	0	12.4
กักอุบ	14.8	2	-*

* พยัญชนะกักอุบไม่มีการระบายลม

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลในตารางที่ 13 สามารถอธิบายข้อแตกต่างได้ดังนี้

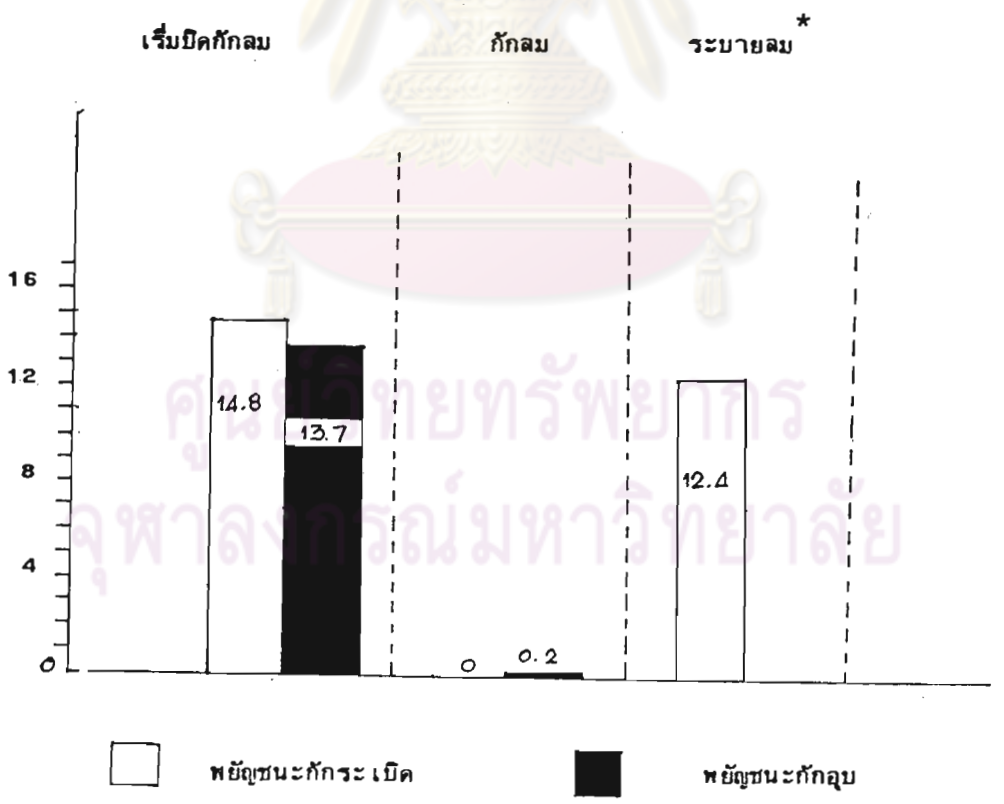
- ในช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าความเข้มของพยัญชนะกักอุบ (14.8 dB) สูงกว่าค่าความเข้มของพยัญชนะกักระเบิด (13.7 dB)

- ในช่วงกักลม ค่าความเข้มของเสียงมีในพยัญชนะกักอุบ เท่านั้น (0.2 dB) ในพยัญชนะกักระเบิดไม่มีความเข้มของเสียง

- ในช่วงระบายลม ค่าความเข้มของเสียงมีเฉพาะพยัญชนะกักระเบิด (12.4 dB) ส่วนในพยัญชนะกักอุบไม่มีการเปล่งเสียงในช่วงนี้ ทั้งนี้เพราะการเปล่งเสียงพยัญชนะกักอุบ สิ้นสุดลงในช่วงกักลม

ความต่างของค่าความเข้มของเสียงดังกล่าวข้างต้นนี้สามารถสรุปได้ดังแผนภูมิที่ 11

แผนภูมิที่ 11 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียง ในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ (หน่วย : dB)



*ในพยัญชนะกักอุบ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

4.1.3.2 ค่าความเข้มในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักกลุ่มเดียวกัน (ดูข้อมูลในตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 แสดงค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกลุ่มเดียวกัน (ข้อมูลในแนวนอน)

	ค่าความเข้มของเสียง (หน่วย . เดซิเบล, dB)		
ช่วงเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะกัก	เริ่มปิดกักลม	กักลม	ระบายลม
กักระเบิด	13.7	0	12.4
กักดูด	14.8	.2	-*

เมื่อพิจารณาค่าความเข้มของเสียงในตารางที่ 14 สามารถอธิบายข้อแตกต่างได้ดังนี้

- พยัญชนะกักระเบิด มีค่าความเข้มสูงที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (13.7 dB) รองลงมาคือช่วงระบายลม (12.4 dB) ส่วนในช่วงกักลมไม่ปรากฏความเข้มของเสียง (0.0 dB)

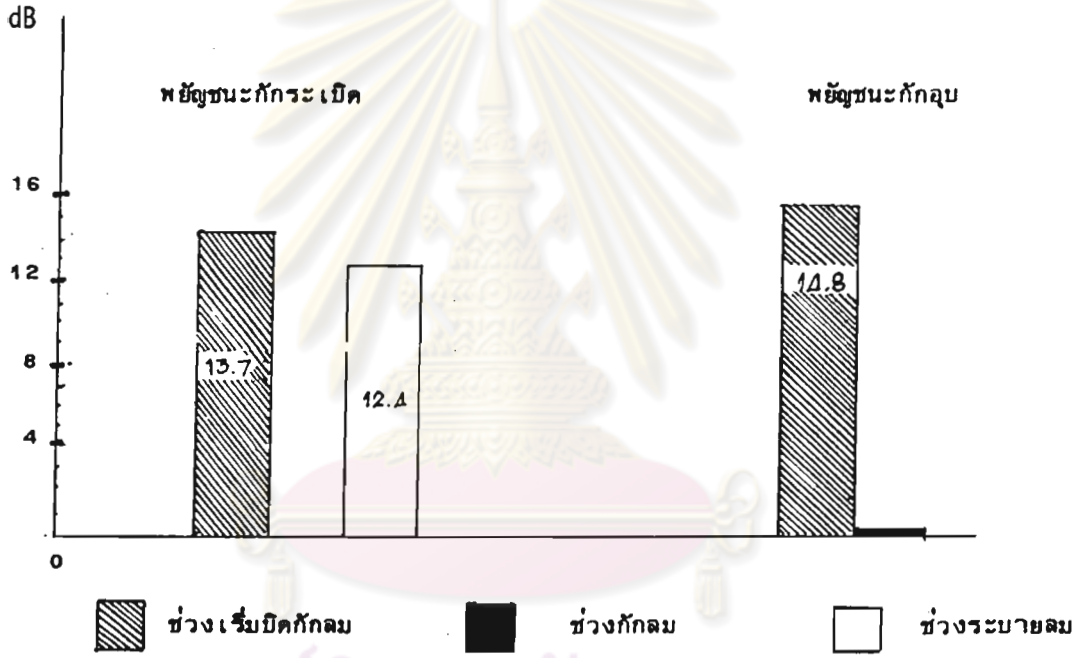
---

*กระบวนการเปล่งเสียงช่วงนี้ไม่มี

- พยัญชนะกักอุบ มีค่าความเข้มของเสียงเพียง 2 ช่วง คือ ช่วงเริ่มปิดกักลมกับช่วงกักลม โดยที่ค่าความเข้มช่วงที่มากกว่า คือช่วงเริ่มปิดกักลม (14.8 dB) และ ค่าความเข้มน้อยกว่าในช่วงกักลม (.2 dB)

เพื่อให้เห็นความแตกต่างของความเข้มของเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบในแต่ละช่วงของการเปล่งเสียงให้ดีขึ้น ขอให้ดูแผนภูมิที่ 12

แผนภูมิที่ 12 แสดงค่าความเข้มของเสียงแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ



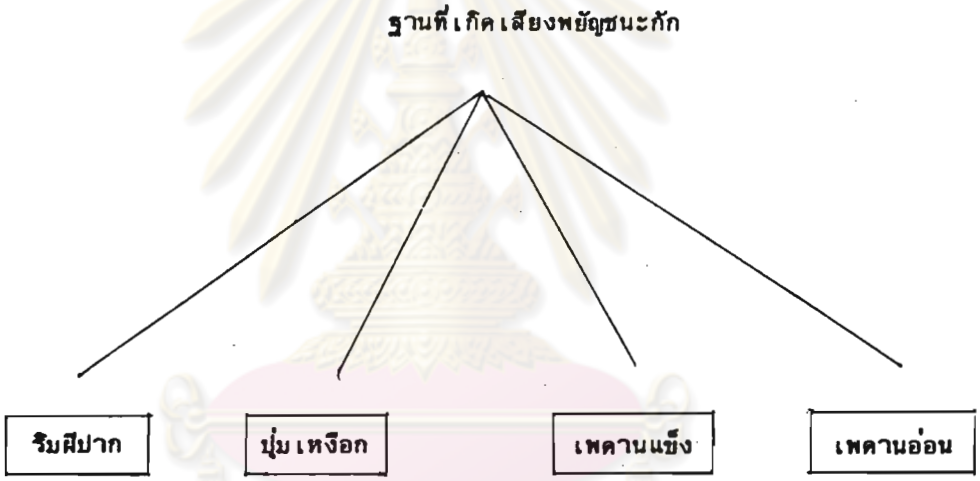
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักฐานกรณ์ต่าง ๆ

พยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกันในภาษาไทยจำแนกตามฐานที่เกิดได้ 4 ฐาน เริ่มจากฐานนอกสุด คือริมฝีปาก ปุ่มเหงือก เพดานแข็งและเพดานอ่อนตามลำดับ ซึ่งแต่ละฐานประกอบด้วยหน่วยเสียงพยัญชนะกักดังแสดงในแผนภาพที่ 17

แผนภาพที่ 17 แสดงฐานที่เกิดเสียงพยัญชนะกัก



ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ มีความแตกต่างกันดังนี้

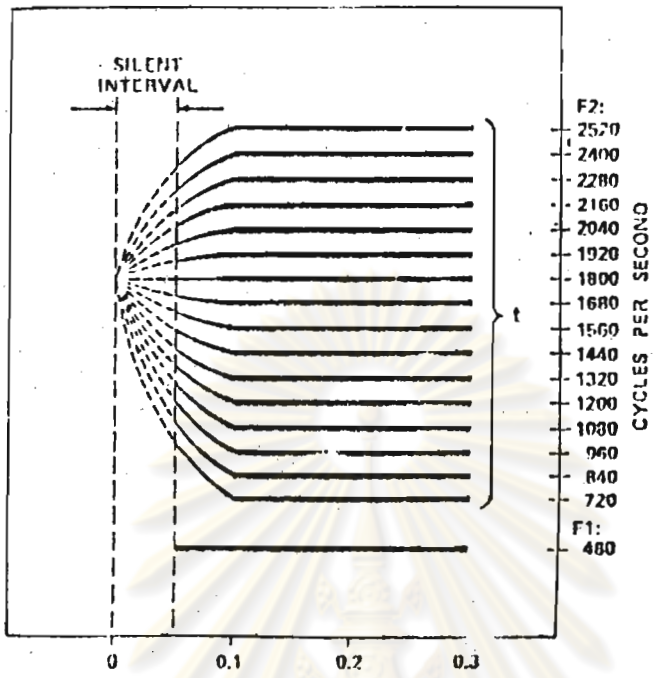
5.1 ลักษณะคลื่นเสียง ลักษณะคลื่นเสียงที่สำคัญที่ใช้ในการจำแนกพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ได้แก่ การปิดเบนของความถี่กำทอนของช่วงเชื่อมต่อ ระหว่างพยัญชนะกับสระ (F-trans)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง F2-trans ซึ่งการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการบิดเบนของมันใช้บ่งฐานของพยัญชนะได้*

จากการศึกษาเกี่ยวกับการบิดเบนของความถี่กำทอน นักสัทศาสตร์ พบว่า เมื่อพยัญชนะกักฐานเดียวกันประชิดกับเสียงสระต่างกัน F2-trans จะบิดเบนไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง คือ บิดเบนขึ้น ลง หรือคงระดับในกรณีที่ไม่มีการบิดเบนของ F2-trans ค่าความถี่กำทอนของช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะและสระ เท่ากับความถี่กำทอนของสระที่ประชิด F2-trans จะบิดเบนไปในทิศทางใดมากหรือน้อย สามารถอธิบายโดยหลักการทางสรีรสัทศาสตร์ ได้ว่า การบิดเบนของ F2-trans ขึ้นอยู่กับฐานกรณ์ของเสียงที่มาประชิดกัน ฐานกรณ์ของเสียงที่ประชิดกันเป็นตัวกำหนดให้ขนาดและรูปร่างของช่องกำทอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่องหน้าจุดกักแปรไปได้ 2 แบบ คือ ถ้าช่องกำทอนหน้าจุดกักเปลี่ยนจากแคบเป็นกว้าง ค่า F2 จะแปรจากค่าสูงไปต่ำ F2-trans บิดเบนขึ้น (ค่าความถี่กำทอนของช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะกับสระ สูงกว่าความถี่กำทอนคงที่ของสระประชิด) ถ้าช่องกำทอนหน้าจุดกักเปลี่ยนจากกว้างเป็นแคบ ค่า F2 ของช่วงต่อระหว่างพยัญชนะกับสระจะแปรจากต่ำเป็นสูง F2-trans บิดเบนลง (ค่าความถี่กำทอนของช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะกับสระต่ำกว่าความถี่กำทอนคงที่ของสระประชิด) และถ้าช่องกำทอนหน้าจุดกักไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด ค่าความถี่กำทอนของช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะกับสระจะเท่ากับความถี่กำทอนของสระประชิด (ดูบทที่ 2 หน้า 28 ข้อ 2.3 F2-trans จะไม่มีการบิดเบนและนักกลสัทศาสตร์ได้ค้นพบอีกว่า การบิดเบนของ F2-trans ของพยัญชนะกักฐานเดียวกันจะบิดเบนเข้าสู่ย่านความถี่กำทอนที่ใกล้เคียงกัน บริเวณย่านความถี่กำทอนนี้เรียกว่า โลคัส (Locus) แนวคิดในเรื่องโลคัสมี 2 แนวคือ แนวคิดที่ 1 มีความเห็นว่าโลคัสของพยัญชนะกักแต่ละฐานเป็นบริเวณความถี่ที่ค่อนข้างจะแน่นอนตายตัว และ F2-Trans จะบิดเบนเข้าหาโลคัส (ดังแสดงในแผนภาพที่ 18) ถ้าโลคัสของพยัญชนะมีความถี่สูงกว่าค่า F ของสระประชิด F2-Trans จะบิดเบนขึ้น ถ้าโลคัสของพยัญชนะต่ำกว่าค่า F ของสระประชิด F2-Trans จะบิดเบนลง โลคัสของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกันจะอยู่ในย่านความถี่สูงต่ำต่างกัน ถ้าโลคัสของพยัญชนะสูงกว่าค่าของ F ของสระประชิด F2-Trans จะบิดเบนขึ้น ถ้าโลคัสของพยัญชนะต่ำกว่าค่า F ของสระประชิดหรือบางครั้งเรียกว่า Hub Theory

แผนภาพที่ 18 แสดงไลคัสของพยัญชนะกักฐานปุ่ม เหงือก /t/



จากแผนภาพจะเห็นว่าไลคัสของ /t/ ซึ่งเป็นพยัญชนะฐานปุ่ม เหงือกจะอยู่ที่ความถี่ประมาณ 1800 Hz ส่วนไลคัสของพยัญชนะกักฐานอื่น ๆ มีดังนี้คือ /p/ ซึ่งเป็นพยัญชนะกักฐานริมฝีปาก มีไลคัสที่ประมาณ 700 Hz และไลคัสของ /k/ ซึ่งเป็นพยัญชนะกักฐานเพดานอ่อนจะอยู่ประมาณ 3000 Hz (Denes & Pinson, 1963)

ส่วนอีกแนวความคิดหนึ่งมีความเห็นว่าไลคัสของพยัญชนะกักแต่ละฐานไม่ใช่บริเวณความถี่กำหนดที่แน่นอนตายตัว แต่จะเป็นบริเวณย่านความถี่ ซึ่งมีพิสัยมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างพยัญชนะกักกับสระประชิด (Ladefaged, 1975)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการปฏิบัติจริง เราไม่สามารถจะระบุค่า F ของโลคัสของพยัญชนะกักให้แน่นอนได้ ทั้งนี้เพราะสัญญาณของคลื่นเสียงพยัญชนะที่ปรากฏบนแผ่นภาพคลื่นเสียง ไม่เป็นลักษณะความถี่กำทอนที่ชัดเจน* เพราะเป็นสัญญาณที่เกิดจากคลื่นเสียงที่สั่นไม่เป็นจังหวะ (aperiodic waveform) ดังนั้นสิ่งที่จะทำได้ในงานวิจัยนี้ คือ หาค่า F ของ F2-trans

F2-trans มี 2 ส่วน คือ F2-trans หน้าพยัญชนะ (Pre-C-F2-Trans) และ F2-trans หลังพยัญชนะ (Post-C-F2-Trans) แต่ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึง Post-C-F2-Trans เท่านั้น** โดยจะศึกษาค่าความถี่กำทอนของ Post-C-F2-Trans โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่าความถี่กำทอน ที่จุด 0% ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของ F2-trans และเป็นจุดที่ค่า F2 มีการบิดเบนมากที่สุด กับค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระประชิด ซึ่งเป็นค่าความถี่กำทอนที่จุดที่ 100% (เป็นจุดสุดท้ายของ F2-trans และเป็นจุดเริ่มของค่าความถี่กำทอนคงที่ (ดูตารางที่ 15)

---

*เราสามารถวัดค่า F ที่แน่นอน ของพยัญชนะที่มีสัญญาณเป็นความถี่กำทอนที่ชัดเจนได้ พยัญชนะเหล่านี้คือพยัญชนะไม่กัก (Non-Stops Consonants) อันได้แก่ พยัญชนะนาสิก (nasals) พยัญชนะเปิด (approximants) พยัญชนะข้างลิ้น (laterals) และพยัญชนะลิ้นรัว (trills) (ดูในธนานันท์ ตรงดี 2530)

**เหตุที่ใช้ความถี่กำทอน ณ จุดเริ่มต้นของ F2-trans ของ Post-C-F2-Trans เพราะค่าF2 ส่วนนี้ เป็นส่วนที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะคลื่นเสียง และการบิดเบนได้มากกว่า Pre-C-F2-Trans

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 แสดงค่า F ณ จุดที่ F2 มีการบิดเบนมากที่สุด (จุดที่ 0%) และค่า F ของความถี่ก้าทอนคงที่ของสระ (จุดที่ 100%) และค่าพิสัยของการบิดเบน เมื่อพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/,/a:/ และ /u:/

ฐานของพยัญชนะกัก	ค่าความถี่ก้าทอนของ F2 - Trans หน่วย : ms.								
	สระประชิด								
	i:			a:			u:		
		F2 - Trans			F2 - Trans			F2 - Trans	
	ที่ 0%	ที่ 100%	Range	ที่ 0%	ที่ 100%	Range	ที่ 0%	ที่ 100%	Range
ริมฝีปาก	1919	2247	-328	1079	1453	-374	765	621	+144
ปุ่มเหงือก	2041	2306	-265	1799	1455	-344	1342	669	+673
เพดานแข็งปุ่มเหงือก	2210	2301	-91	2042	1527	+515	1346	639	+707
เพดานอ่อน	2380	2300	+80	1759	1467	+292	684	609	+75

หมายเหตุ

- เครื่องหมาย +, - หน้าค่า Range ไม่ใช่ค่าทางคณิตศาสตร์ แต่เป็นตัวแสดงทิศทางการบิดเบนของ F2-trans

เครื่องหมาย + หมายถึง F2-trans บิดเบนขึ้น

เครื่องหมาย - หมายถึง F2-trans บิดเบนลง

- ค่า F2 ที่ 0% หมายถึง ค่า F ที่จุดเริ่มต้นของ F2-trans เป็นจุดที่ F2 บิดเบนมากที่สุด เป็นจุดที่ 1 (ดูผนวก)

- ค่า F2 ที่ 100% หมายถึง ค่า F ที่จุดสุดท้ายของ F2-trans เป็นจุดเริ่มของความถี่ก้าทอนคงที่ของสระ เป็นจุดที่ 5 ของ F2-trans (ดูภาคผนวก)

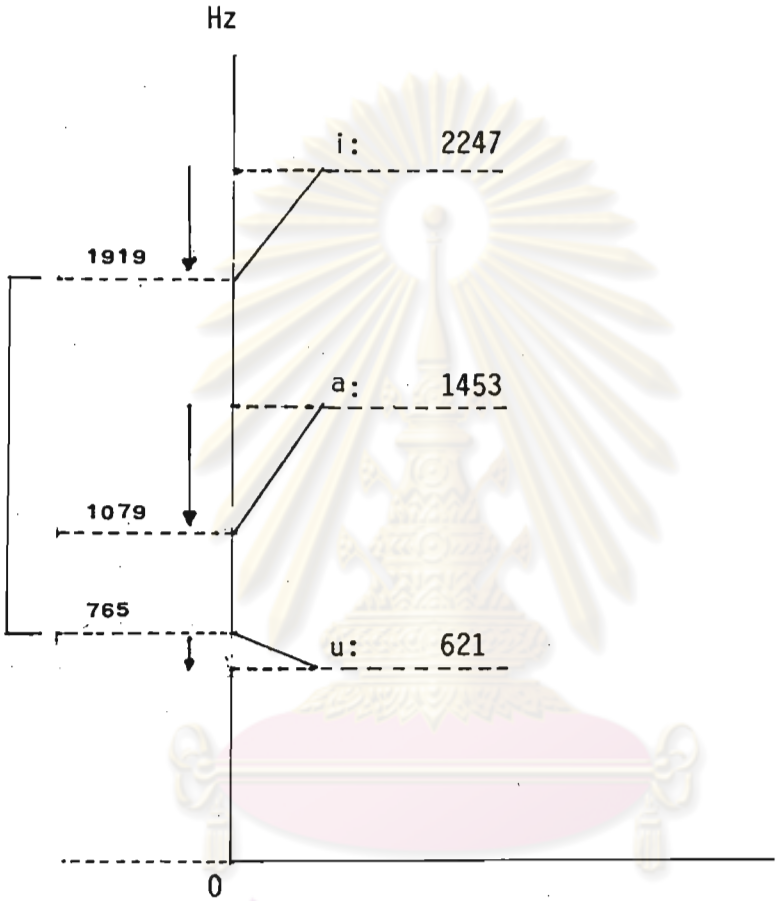
จากการเปรียบเทียบการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานต่างกันปรากฏร่วมกับสระที่ใช้ในการทดสอบ /i:,a:,u:/ สามารถอธิบายความแตกต่างได้ดังนี้

- พยัญชนะกักฐานริมฝีปาก มีการบิดเบนมากที่สุดเมื่อประชิดกับเสียงสระ /a:/ คือบิดเบนลงต่ำจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (1453 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 1079 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 374 Hz มีการบิดเบนรองลงมาเมื่อประชิดกับเสียงสระ /i:/ คือบิดเบนลงต่ำจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (2247 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 1919 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 328 Hz และมีการบิดเบนน้อยที่สุดเมื่อประชิดกับสระ /u:/ คือบิดเบนขึ้นจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (621 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 765 Hz มีพิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 144 Hz

จากการเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้น พอจะสรุปความแตกต่างได้ดังนี้คือ ทิศทางการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานริมฝีปากประชิดกับสระ /u:/ (บิดเบนขึ้น) ต่างจากทิศทางการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะประชิดกับสระ /i:/ และสระ /a:/ (บิดเบนลง) และมีที่น่าสังเกตอีกว่า พิสัยของการบิดเบนเมื่อพยัญชนะประชิดกับสระ /u:/ จะน้อยกว่าพิสัยของการบิดเบนเมื่อ ประชิดกับสระ /a:/ และ /i:/ ประมาณ 2 เท่า (ดูแผนภูมิที่ 13)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 13 แสดงค่า F ณ จุดที่ 0% และจุดที่ 100% และค่าพิสัยของการบิดเบน ของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานริมฝีปาก (b, p, ph) ปรากฏร่วมกับสระแต่ละหน่วย /i:/, /a:/ และ /u:/



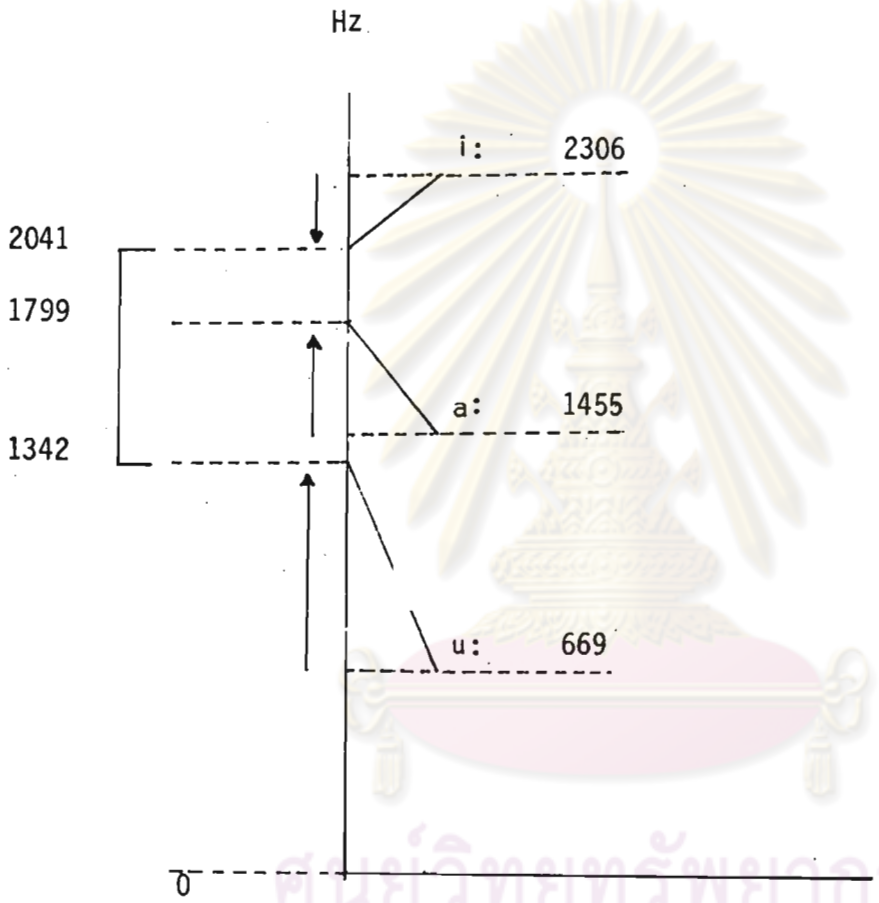
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- พยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือก ค่า F2 มีการบิดเบนมากที่สุด เมื่อประชิดกับเสียงสระ /u:/ คือบิดเบนขึ้นจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (669 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 1342 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 673 Hz มีการบิดเบนรองลงมาเมื่อพยัญชนะประชิดกับเสียงสระ /a:/ คือบิดเบนขึ้นจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (1455 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 1799 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 344 Hz และมีการบิดเบนน้อยที่สุด เมื่อพยัญชนะประชิดกับสระ /i:/ คือบิดเบนลงต่ำจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (2306 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 2041Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 265 Hz

จากการเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้นพอจะสรุปความแตกต่างได้ดังนี้คือ ทิศทางการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือกประชิดกับสระ /i:/ (บิดเบนลง) ต่างจากเวลาที่มันปรากฏร่วมกับสระ /a:/ และ /u:/ (บิดเบนขึ้น) และมีที่น่าสังเกตอีกว่า พิสัยของการบิดเบนเมื่อพยัญชนะประชิดกับสระ /u:/ จะมากกว่าเมื่อพยัญชนะประชิดกับสระ /a:/ และ /i:/ ประมาณ 2 เท่า และ 3 เท่า ตามลำดับ (ดูแผนภูมิที่ 14)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 14 แสดงค่า F2 ณ จุดที่ 0% และจุดที่ 100% และค่าพิสัยของการบิดเบน ของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือก / d , t , th / ประชิดกับสระแต่ละหน่วย /i:/, /a:/, /u:/



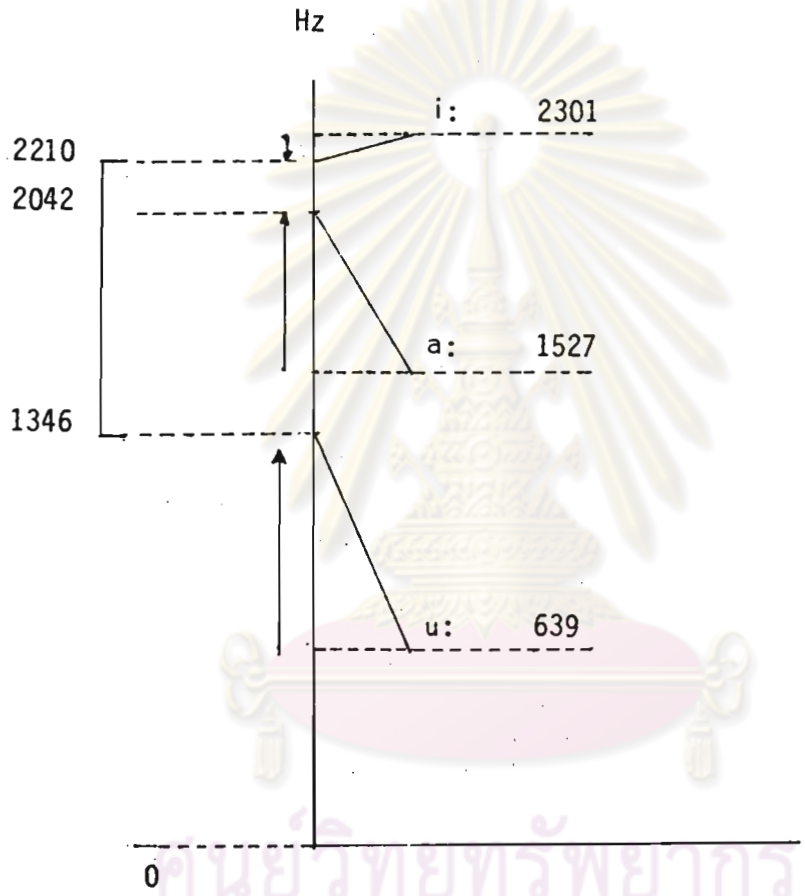
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- พยัญชนะกักฐานเพดานแข็ง-ปุ่มเหงือก ค่า F2 มีการบิดเบนมากที่สุดเมื่อประชิดกับสระ /u:/ คือบิดเบนขึ้นจากค่าความถี่กำทอนคงที่ (639 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 1346 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 707 Hz มีการบิดเบนรองลงมาเมื่อประชิดกับสระ /a:/ คือบิดเบนขึ้นจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (1527 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 2042 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 515 Hz และมีการบิดเบนน้อยที่สุดเมื่อประชิดกับสระ /i:/ คือบิดเบนลงต่ำจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (2301 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 2210 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 91 Hz

จากการเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้นพอจะสรุปความแตกต่างได้ดังนี้คือ ทิศทางการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานเพดานแข็ง-ปุ่มเหงือกประชิดกับสระ /i:/ (บิดเบนลง) ต่างจากเวลาที่มันปรากฏร่วมกับสระ /a:/ และ /u:/ (บิดเบนขึ้น) และมีที่น่าสังเกตคือ พิสัยการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานนี้ประชิดกับสระ /i:/ จะน้อยกว่าเวลาที่มันประชิดกับสระ /a:/ และ /u:/ 5 เท่า และ 7 เท่าตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากฐานที่เกิดเสียงพยัญชนะฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือกอยู่ใกล้ชิดกับฐานที่เกิดของสระ /i:/ มากกว่า ฐานที่เกิดของสระ /a:/ และ/u:/ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของช่องกำทอนจากของพยัญชนะไปยังสระจึงเป็นไปได้น้อยกว่าในกรณีที่พยัญชนะกักฐานนี้ประชิดกับสระอื่นที่มีฐานที่เกิดเสียงซึ่งห่างไกลออกไปกว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 15 แสดงค่า F2 ณ จุดที่ 0% และจุดที่ 100% และค่าพิสัยของการขึดเยน เมื่อพยัญชนะกักฐาน เพดานแข็ง-ปุ่มเหงือก (c, ch) ประชิดกับสระแต่ละหน่วย /i:/ /a:/ และ /u:/



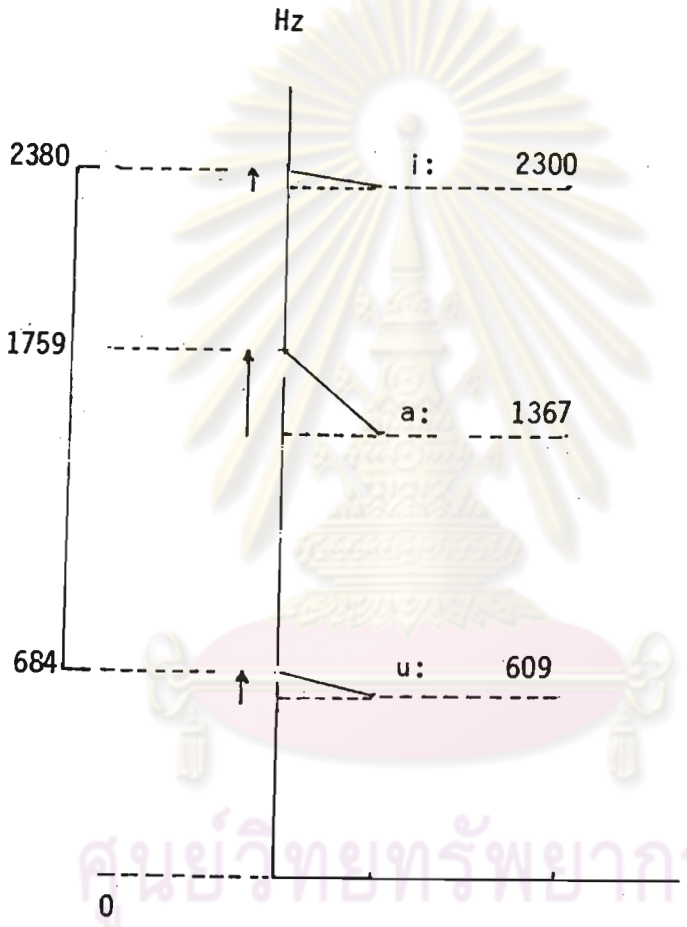
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- พยัญชนะกักฐาน เพดานอ่อน ค่า F2 มีการบิดเบนมากที่สุดเมื่อประชิดกับสระ /a:/ คือบิดเบนขึ้นจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (1467 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 1759 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 292 Hz มีการบิดเบนรองลงมาเมื่อประชิดกับสระ /i:/ คือบิดเบนขึ้นจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (2300 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 2380 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 80 Hz และมีการบิดเบนน้อยที่สุดเมื่อประชิดกับสระ /u:/ คือบิดเบนขึ้นจากค่าความถี่กำทอนคงที่ของสระ (609 Hz) ไปยังย่านความถี่กำทอนที่ 684 Hz พิสัยของการบิดเบนเท่ากับ 75 Hz

จากการเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้นพอจะสรุปได้ว่าทิศทางการบิดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานเพดานอ่อนประชิดกับสระทุกหน่วยคือ / i:, a:, u / มีการบิดเบนไปในทิศทางเดียวกันคือบิดเบนขึ้น ค่าพิสัยของการบิดเบนจำแนกได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีค่าพิสัยของการบิดเบนต่ำ (+75 Hz และ +80Hz) ตามลำดับ เมื่อพยัญชนะกักฐานนี้ประชิดกับสระ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง จะมีพิสัยของการบิดเบนสูง (292 Hz) เมื่อพยัญชนะประชิดกับสระ /a:/ ค่าพิสัยของการบิดเบนที่สูงกว่าจะมากกว่าพิสัยของการบิดเบนที่มีค่าต่ำกว่า ประมาณ 3.5 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

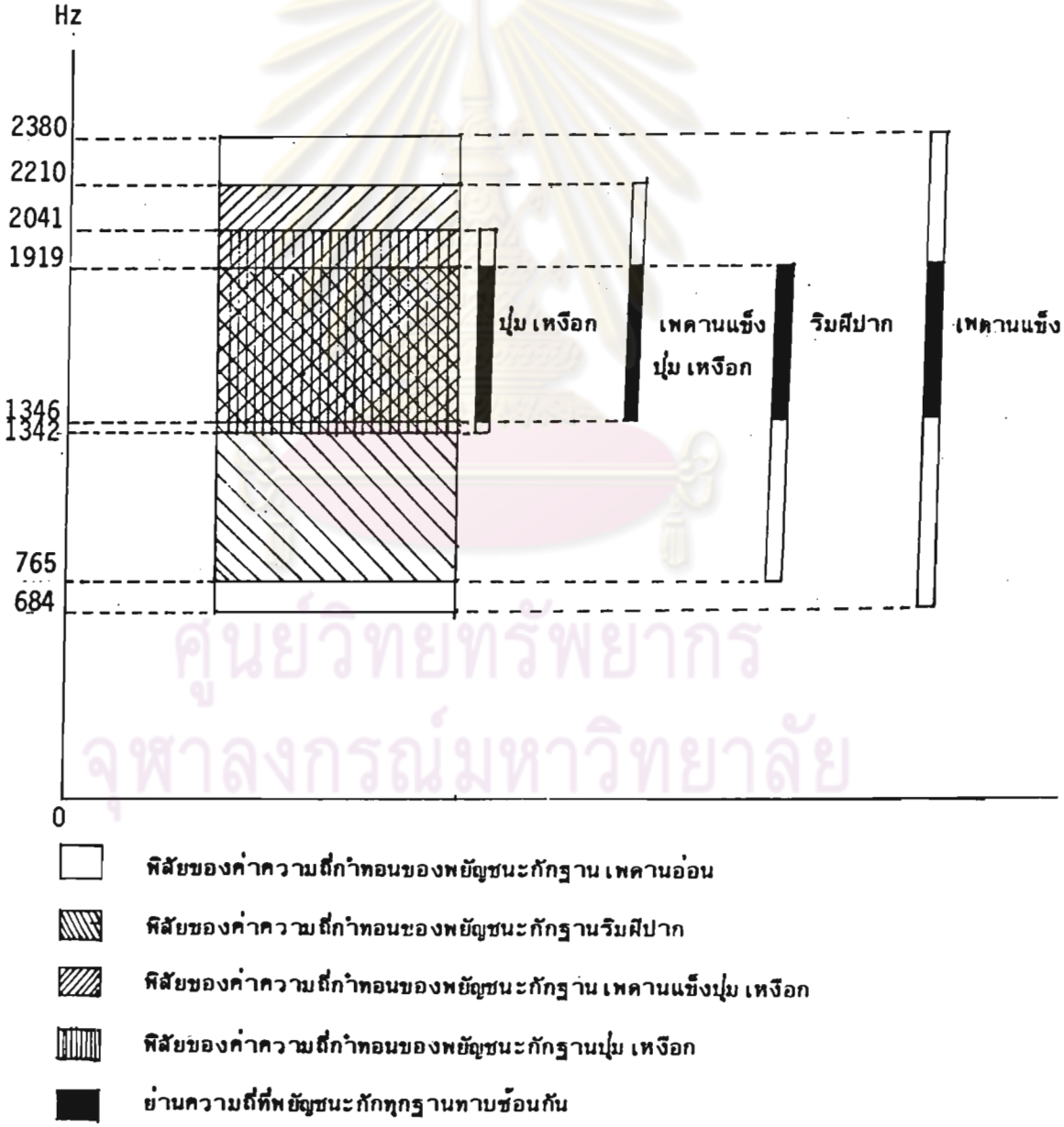
แผนภูมิที่ 16 แสดงค่า F2 ณ จุดที่ 0% และจุดที่ 100% และพิสัยของการมีดเบนของ F2-trans เมื่อพยัญชนะกักฐานเพดานอ่อน (k,kh) ประชิดกับสระแต่ละหน่วย /i:/, /a:/ และ /u:/



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากลักษณะการบิดเบนของ F2 ในช่วงเชื่อมต่อเมื่อพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/, /a:/, /u:/ สามารถสรุปได้ดังข้อมูลในตารางที่ 16 และแผนภูมิที่ 17

แผนภูมิที่ 17 แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุดของค่า F บนจุดที่ 0% ของ F2-trans และค่าพิสัย เมื่อพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ปรากฏร่วมกับสระ/i:,a:, u:/



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด และค่าพิสัยของ F2 ณ จุดที่ 0% และค่า S.D. เมื่อพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ปรากฏร่วมกับสระ /i:, a:, u:/

ฐานของพยัญชนะกัก	ค่า F2 และค่า S.D. ณ จุดที่ 0%			
	ค่า F2 ที่ 0% (Hz)			S.D.
	สูงสุด	ต่ำสุด	พิสัย	
ริมฝีปาก	1919	765	1154	596.65
ปุ่มเหงือก	2041	1342	699	357.97
เพดานแข็งปุ่มเหงือก	2210	1346	864	458.10
เพดานอ่อน	2380	684	1696	858.07

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าเฉลี่ยทั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของค่าความถี่กำทอน ที่จุดเริ่มต้นของ F2-trans (จุดที่ 0%) เมื่อพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/,/a:/,/u:/ เรียงลำดับจากฐานที่มีค่าพิสัยของความถี่กำทอน (จากแผนภูมิที่ 17) จากสูงไปต่ำ ได้ดังนี้

- พยัญชนะกักที่มีค่าพิสัยของความถี่กำทอนสูงที่สุด คือ พยัญชนะกักฐานเพดานอ่อน มีค่าพิสัยความถี่กำทอน 1696 Hz ค่า F ที่จุดเริ่มต้นของ F2-trans สูงที่สุด 2380 Hz และต่ำที่สุด 686 Hz

- พยัญชนะกักที่มีค่าพิสัยมากรองลงมา คือ พยัญชนะกักฐานริมฝีปาก (1154 Hz) โดยมีค่า F ที่จุดเริ่มต้นของ F2-trans สูงที่สุด 1919 Hz และต่ำที่สุด 765 Hz รองลงมา คือ พยัญชนะกักฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือก มีพิสัยของความถี่กำทอน 864 Hz ค่า F ที่จุดเริ่มต้นของ F2-trans สูงที่สุด 2210 Hz และต่ำที่สุด 1346 Hz พยัญชนะที่มีพิสัยของความถี่กำทอนที่จุดเริ่มต้นของ F2-trans ต่ำที่สุด คือ พยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือก มีพิสัยของค่าความถี่กำทอน 669 ซึ่งมีค่า F ที่จุดเริ่มต้นของ F2-trans สูงที่สุด 2041 Hz และต่ำสุด 1342 Hz ตามลำดับ

จากคำอธิบายข้างต้น พอจะสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของ F ที่สูงที่สุดอยู่ที่จุด 0% ของ F2-transของพยัญชนะกักแต่ละฐาน จะลำดับจากค่าสูงไปต่ำตามความลึกของฐานที่เกิด คือจากฐานเพดานอ่อนซึ่งเป็นฐานในสุดออกมาหาฐานนอกสุดคือฐานริมฝีปาก ส่วนการกระจายของข้อมูล (ในที่นี้คือ ค่า F2) จากสูงสุดไปต่ำสุดเมื่อพยัญชนะกัก แต่ละฐานประชิดกับสระทดสอบ /i:,a:,u:/ ซึ่งแสดงโดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviationหรือ S.D.) มีการกระจายมากในพยัญชนะกักที่มีฐานที่เกิดอยู่ในส่วนขอบ (peripheral)ของช่องทางเดินเสียงอันได้แก่ ริมฝีปาก และ เพดานอ่อน ซึ่งมีค่า S.D. 595.65 และ 857.07 ตามลำดับ ส่วนพยัญชนะที่มีฐานที่เกิดส่วนกลางได้แก่ ฐานปุ่มเหงือก และ ฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือก จะมีค่า S.D. น้อยกว่า คือมีค่า S.D. เท่ากับ 354.97 และ 458.10 ตามลำดับ และค่ามากน้อยของค่า S.D. จะสอดคล้อง

กับค่าพิสัยของค่า F2 เหล่านี้ด้วย(ดูค่าพิสัยในตารางที่ 16))ที่เป็น เช่นนี้อาจตั้งข้อสังเกต ได้ว่า ความห่างระหว่างพยัญชนะกักที่มีฐานอยู่ที่ส่วนขอบไปยังฐานของสระ มีมากกว่าจาก ฐานของพยัญชนะส่วนกลางไปยังฐานของสระ จึงทำให้ค่า F2 มีการแปรไปได้มากกว่า

เมื่อพิจารณาแผนภูมิที่ 17 อย่างละเอียดจะพบว่าพิสัยของค่า F2 ของพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ เมื่อประชิดกับสระจะมีการทาบซ้อนกัน (overlapping) ดังนี้

-ย่านความถี่กำทอนที่ทาบซ้อนกันทุกฐานคือตั้งแต่ย่านความถี่กำทอนที่ 1346 Hz ถึง 1919 Hz คิดเป็นพิสัยความถี่กำทอนทาบซ้อนกัน เท่ากับ 574 Hz

- ย่านความถี่กำทอนที่ฐาน เพดานอ่อน ฐาน เพดานแข็งปุ่ม เหงือก และฐาน ปุ่ม เหงือกทาบซ้อนกัน ตั้งแต่ความถี่กำทอนที่ 1919Hz ถึง 2041 Hz คิด เป็นพิสัยความถี่ กำทอนทาบซ้อนกัน เท่ากับ 123 Hz

- ย่านความกำทอนฐาน เพดานอ่อน ฐานริมฝีปาก และฐานปุ่ม เหงือกทาบซ้อน กันตั้งแต่ความถี่กำทอนที่ 1342 Hz ถึง 1346 Hzคิด เป็นพิสัยความถี่กำทอนทาบซ้อนกัน เท่ากับ 5 Hz

- ย่านความถี่กำทอนที่ฐาน เพดานอ่อน และฐานริมฝีปากทาบซ้อนกันตั้งแต่ ความถี่กำทอนที่ 765 Hz ถึง 1342 Hz คิด เป็นพิสัยความถี่กำทอนทาบซ้อนกัน เท่ากับ 578 Hz

- ย่านความถี่กำทอนที่ฐาน เพดานอ่อน และฐาน เพดานแข็งปุ่ม เหงือกทาบ ซ้อนกันตั้แต่ความถี่กำทอนที่ 2041 Hz ถึง 2210 Hz คิด เป็นพิสัยความถี่กำทอนทาบซ้อนกัน เท่ากับ 170 Hz

- ย่านความถี่กำทอนที่ไม่มีการทาบซ้อนคือ ฐาน เพดานอ่อนซึ่งมี 2 ช่วงคือ ช่วงที่มีย่านความถี่สูงเริ่มตั้งแต่ความถี่กำทอนที่ 2210 Hz ถึง 2380 Hz คิด เป็นพิสัยความถี่ กำทอนเท่ากับ 171 Hz และในย่านความถี่กำทอนต่ำ เริ่มตั้งแต่ความถี่กำทอนที่ 684 Hz ถึง 765 Hz คิดเป็นพิสัยความถี่กำทอน เท่ากับ 82 Hz

จากแผนภูมิที่ 17 และคำอธิบายข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า พิสัยของความถี่กำทอนในย่านความถี่ที่สูงมากหรือ ในย่านความถี่ที่ต่ำมาก จะไม่มีการทาบซ้อนกัน และอาจตั้งข้อสังเกตได้ว่า ย่านความถี่กำทอนของพิสัยการกำทอนของพยัญชนะกักแต่ละฐานก็คือ โลคัสของพยัญชนะกักฐานนั้นๆ ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ F2-Trans มีแนวโน้มที่ มิดเบนเข้าหา และโลคัสของพยัญชนะกักแต่ละฐานอาจมีการทาบซ้อนกันในบางย่านความถี่ และจะไม่ทาบซ้อนกันในบางย่านความถี่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในย่านความถี่ที่สูงมากหรือต่ำมาก

5.2 ระยะเวลาของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน

พยัญชนะกักที่มีฐานเกิดต่างกัน จะมีความแตกต่างของค่าระยะเวลา ดังข้อมูลในตารางที่ 17

5.2.1 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน จะแตกต่างกันดังข้อมูลในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าระยะเวลาในช่วงการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกันทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละ

ช่วงการเปล่งเสียง / ฐาน	ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างฐาน (หน่วย : มิลลิวินาที, MS)							
	ช่วงเริ่มปิดกักลม		ช่วงกักลม		ช่วงระบายลม		รวม	
	$\bar{X}$ ค่าแท้จริง	%	$\bar{X}$ ค่าแท้จริง	%	$\bar{X}$ ค่าแท้จริง	%	$\bar{X}$ ค่าแท้จริง	%
ริมฝีปาก	56.3	22.67	72.5	29.54	68.7	19.07	197.5	23.10
ปุ่มเหงือก	65.3	26.18	56.8	23.15	81.4	22.60	203.5	23.80
เพดานแข็ง	66.8	26.78	53.9	21.96	122.5	34.01	243.2	28.44
เพดานอ่อน	61.0	24.47	62.2	25.35	87.8	24.32	210.8	24.66
		100		100		100		100

จากข้อมูลในตารางที่ 17 สามารถอธิบายความต่างของค่าระยะเวลาได้ดังต่อไปนี้ คือ

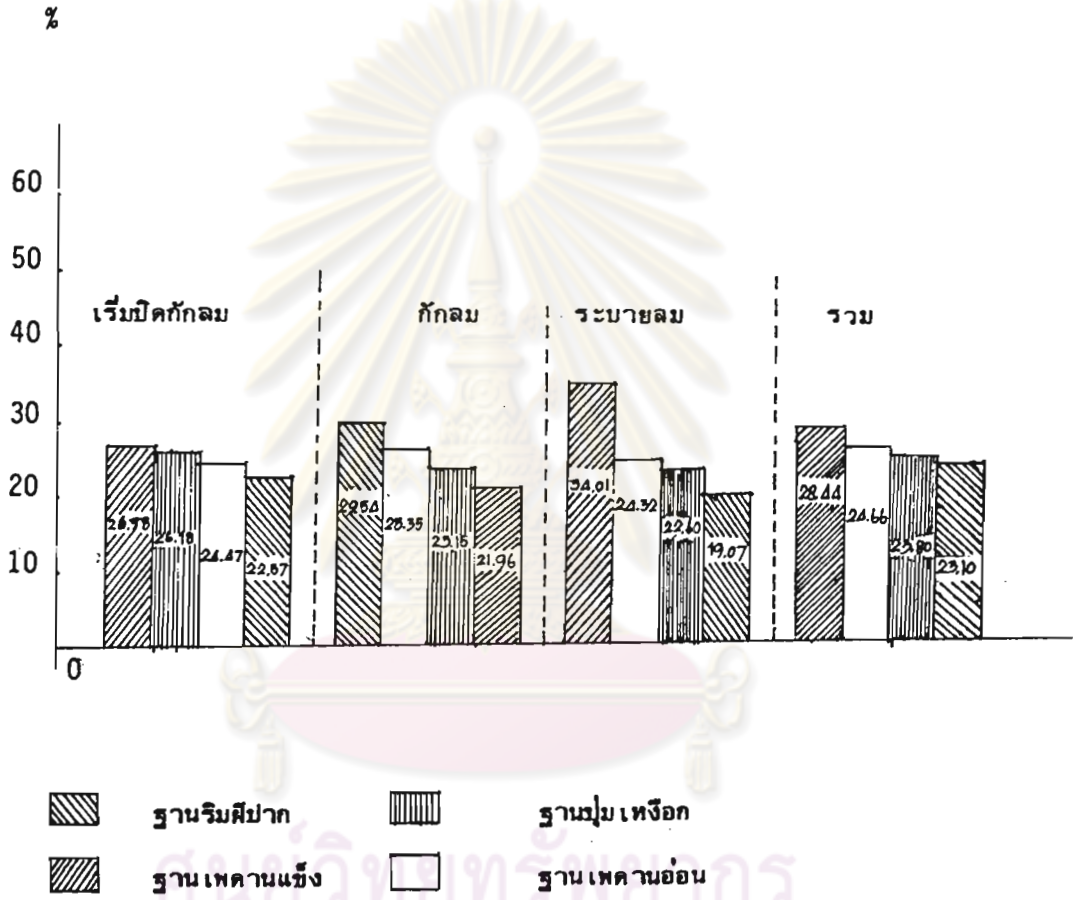
5.2.1.1 ค่าระยะเวลารวมทั้งหมด สูงที่สุดคือ พยัญชนะฐานเพดานแข็ง (243.2 ms) รองลงมาคือพยัญชนะฐานเพดานอ่อน (210.8 ms) รองลงมาคือฐานปุ่มเหงือก (203.5 ms) และมีค่าระยะเวลาต่ำที่สุดคือฐานริมฝีปาก (197.5 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างฐานที่มีค่าระยะเวลาจากสูงสุดไปหาต่ำสุด เท่ากับ 28.44 : 24.66 : 23.80 : 23.10

5.2.1.2 ค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักที่ฐานกรณ์ต่างกัน

- ในช่วงปิดกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือก (66.8 ms) สูงสุด รองลงมาคือ ฐานปุ่มเหงือก (65.3 ms) รองลงมาคือ ฐานเพดานอ่อน (61.0 ms) และค่าระยะเวลาต่ำที่สุดคือ ฐานริมฝีปาก (56.3 ms) คิดเป็นสัดส่วนของค่าระยะเวลาระหว่างพยัญชนะฐานต่าง ๆ ลำดับจากสูงไปต่ำ เท่ากับ 26.78 : 26.18 : 24.47 : 22.57
- ในช่วงกักลมค่าระยะเวลาของพยัญชนะฐานริมฝีปาก (72.5 ms) สูงที่สุด รองลงมาคือ ฐานเพดานอ่อน (62.2 ms) รองลงมาคือ ฐานปุ่มเหงือก (56.8 ms) และค่าระยะเวลาต่ำที่สุดคือ ฐานเพดานแข็ง (53.9 ms) คิดเป็นสัดส่วนของค่าระยะเวลาระหว่างพยัญชนะฐานต่าง ๆ ลำดับจากสูงไปต่ำเท่ากับ 29.54 : 25.35 : 23.15 : 21.96
- ในช่วงระบายลมค่าระยะเวลาของพยัญชนะฐานเพดานแข็งสูงที่สุด (122.5 ms) รองลงมาคือ ฐานเพดานอ่อน (87.6 ms) รองลงมาคือ ฐานปุ่มเหงือก (81.4 ms) และน้อยที่สุดในฐานริมฝีปาก (68.7 ms) คิดเป็นสัดส่วนของค่าระยะเวลาระหว่างฐานต่าง ๆ ลำดับจากสูงไปต่ำเท่ากับ 34.01 : 24.32 : 22.60 : 19.07

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 18 เปรียบเทียบสัดส่วนค่าระยะเวลารวมและค่าระยะเวลาของการเปล่งเสียงในช่วงเดียวกัน ของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภูมิข้างต้นนี้จะเห็นว่า สัดส่วนระยะเวลารวมของพยัญชนะกักฐานริมฝีปาก 23.10%), ฐานปุ่มเหงือก (23.80%) และฐานเพดานอ่อน (24.66%) ใกล้เคียงกันมาก โดยเฉพาะฐานริมฝีปากและฐานปุ่มเหงือก จะมีค่าต่างกันเพียง .70% แต่ในพยัญชนะฐานเพดานแข็งจะต่างออกไป คือมีค่าของระยะเวลา 28.44% จากข้อมูลเหล่านี้อาจตั้งข้อสังเกตได้ว่าฐานที่เกิดเสียงพยัญชนะอาจจะเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำให้ค่าระยะเวลารวมของพยัญชนะกัก แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงจะเห็นได้ชัดเจนว่า ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงในช่วงระบายลม จะมีการเรียงลำดับจากค่ามากไปหาน้อยเช่นเดียวกับค่าของเวลารวมทั้งหมด คือ เริ่มจากฐานที่มีค่าระยะเวลามากที่สุดคือฐานเพดานแข็ง รองลงมาคือฐานเพดานอ่อน รองลงมาคือฐานปุ่มเหงือก และน้อยที่สุดในฐานริมฝีปาก คิดเป็นสัดส่วนจากค่ามากไปหาน้อย เท่ากับ 34.01 : 24.32 : 22.60 : 19.07 ตามลำดับ

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า หากไม่รวมพยัญชนะกักฐานเพดานแข็ง ซึ่งเป็นพยัญชนะกักเสียดแทรกแล้ว ค่าระยะเวลาของพยัญชนะมักจะมีลำดับจากสูงไปต่ำ ตามลำดับความลึกของฐานในช่องปากคือ ลำดับจากฐานเพดานอ่อนซึ่งอยู่ลึกที่สุด มายังฐานปุ่มเหงือกและฐานริมฝีปาก ซึ่งเป็นส่วนนอกสุดของช่องปาก

5.2.2 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงที่ต่างกันของพยัญชนะกักแต่ละฐาน

ความต่างของค่าระยะเวลา สามารถจะแสดงให้เห็นได้ด้วยข้อมูลในตารางที่ 18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักฐานเดียวกัน ทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละ

ช่วงการเปล่งเสียง / ฐาน	ค่าเฉลี่ยของค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละของระยะเวลาของพยัญชนะกักแต่ละฐาน (หน่วย:มิลลิวินาที, ms)							
	ช่วงเริ่มปิดกักลม		ช่วงกักลม		ช่วงระบายลม		รวม	
	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%
ริมฝีปาก	56.3	28.51	72.5	36.71	68.7	34.78	197.7	100
ปุ่มเหงือก	85.3	32.09	56.8	27.91	81.4	40.00	203.5	100
เพดานแข็ง	66.8	27.47	53.9	22.16	122.5	50.37	243.2	100
เพดานอ่อน	61.0	28.94	62.2	29.51	87.6	41.55	210.8	100

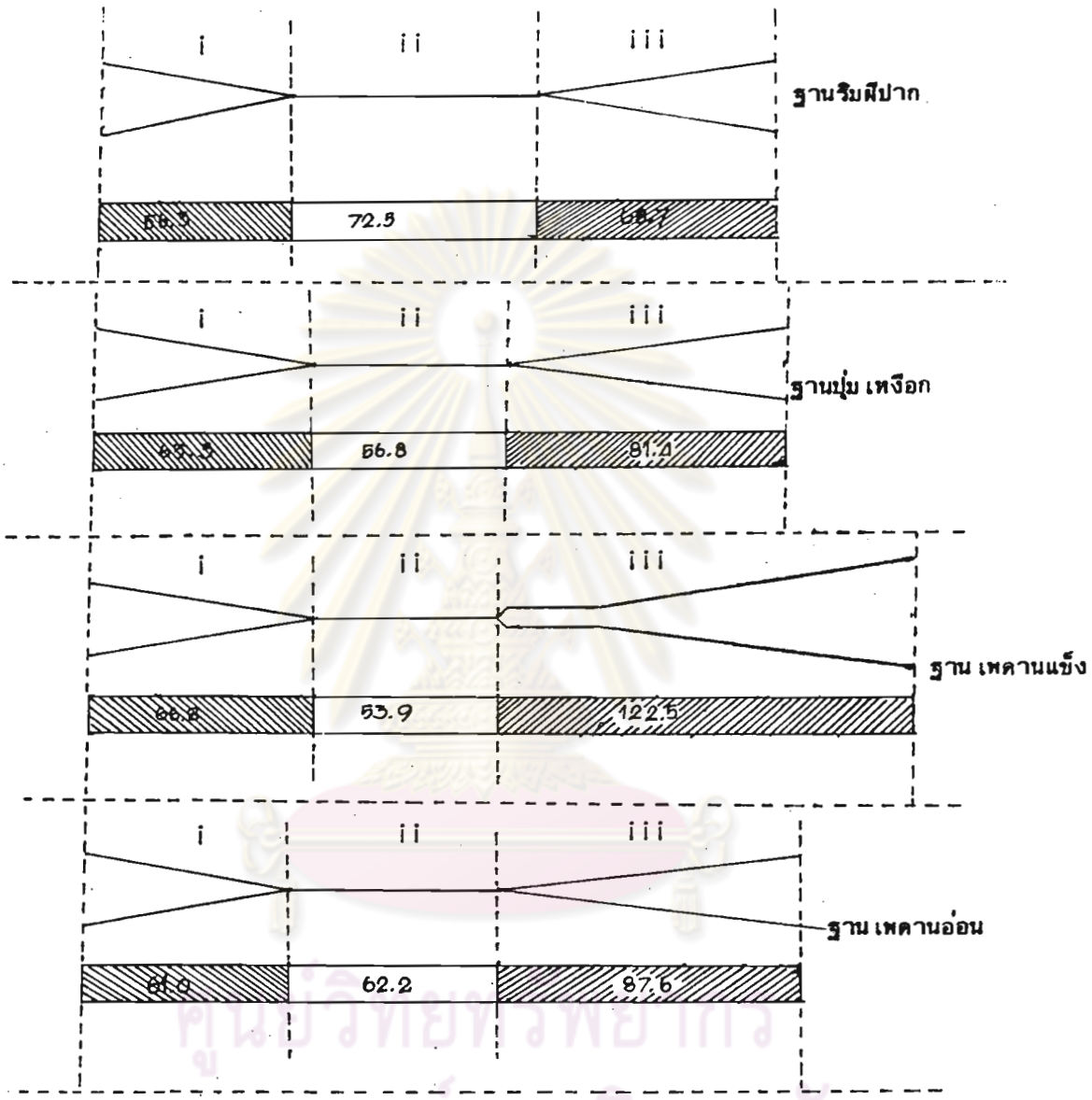
จากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลา แต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักฐานเดียวกันสามารถอธิบายความแตกต่างได้ดังนี้

- ในพยัญชนะกักฐานริมฝีปาก ค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงกักลม (72.5 ms) รองลงมาคือ ช่วงระบายลม (68.7 ms) และค่าระยะเวลาน้อยที่สุดใน ช่วงเริ่มปิดกักลม (56.3 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่าง ช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมเท่ากับ 28.51 : 36.71 : 34.78

- ในพยัญชนะฐานปุ่มเหงือก ค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงระบายลม (81.4ms)รองลงมาคือ ช่วงเริ่มปิดกักลม (65.3 ms) และค่าระยะเวลาต่ำสุดในช่วงกักลม (56.8 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงปิดกักลม ช่วงกักลม และ ช่วงระบายลมเท่ากับ 32.09 : 27.91 : 40.00 ตามลำดับ
- ในพยัญชนะฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือก ค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงระบายลม (122.5 ms) รองลงมาในช่วงเริ่มปิดกักลม (66.8 ms) และค่าระยะเวลาต่ำที่สุดในช่วงกักลม (53.9 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่าง ช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลมและช่วงระบายลมเท่ากับ 27.47 : 22.16 : 24.32 ตามลำดับ
- ในพยัญชนะกักฐานเพดานอ่อน ค่าระยะเวลาที่สูงที่สุดอยู่ในช่วงระบายลม (87.6 ms) รองลงมาคือช่วงกักลม (62.2 ms) และค่าระยะเวลาต่ำที่สุด คือช่วงเริ่มปิดกักลม (61.0 ms) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลมและช่วงระบายลมเท่ากับ 28.94 : 29.51 : 41.55 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าระยะเวลาทั้ง 3 ช่วงการเปล่งเสียง (เริ่มปิดกักลม, ช่วงกักลม, ช่วงระบายลม) ของพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ กัน



มาตราส่วน 1 mm : 2 ms

ช่วงเริ่มปิดกักลม

ช่วงกักลม

ช่วงระบายลม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน

พยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน จะมีความเข้มของเสียงแตกต่างกัน ดังข้อมูลที่จะแสดงในตารางที่ 19 และตารางที่ 20

5.3.1 ค่าความเข้มของเสียงในช่วงเดียวกันของการเปล่งเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน

ตารางที่ 19 แสดงค่าความเข้มของเสียงทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละในการเปล่งเสียงช่วง เริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน

ช่วงการเปล่งเสียง / ฐาน	ความเข้มของเสียง (หน่วย : เดซิเบล, dB)					
	เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม	
	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%
ริมฝีปาก	13.6	24.50	0.6	36.36	13.2	30.00
ปุ่มเหงือก	13.8	24.86	1.0	60.61	12.7	28.86
เพดานแข็ง	14.2	25.59	.03	1.82	10.6	24.09
เพดานอ่อน	13.9	25.05	.02	1.21	7.5	17.05
		100.00		100.00		100.00

จากการพิจารณาค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน ในตารางที่ 19 สามารถอธิบายความแตกต่างได้ดังนี้คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

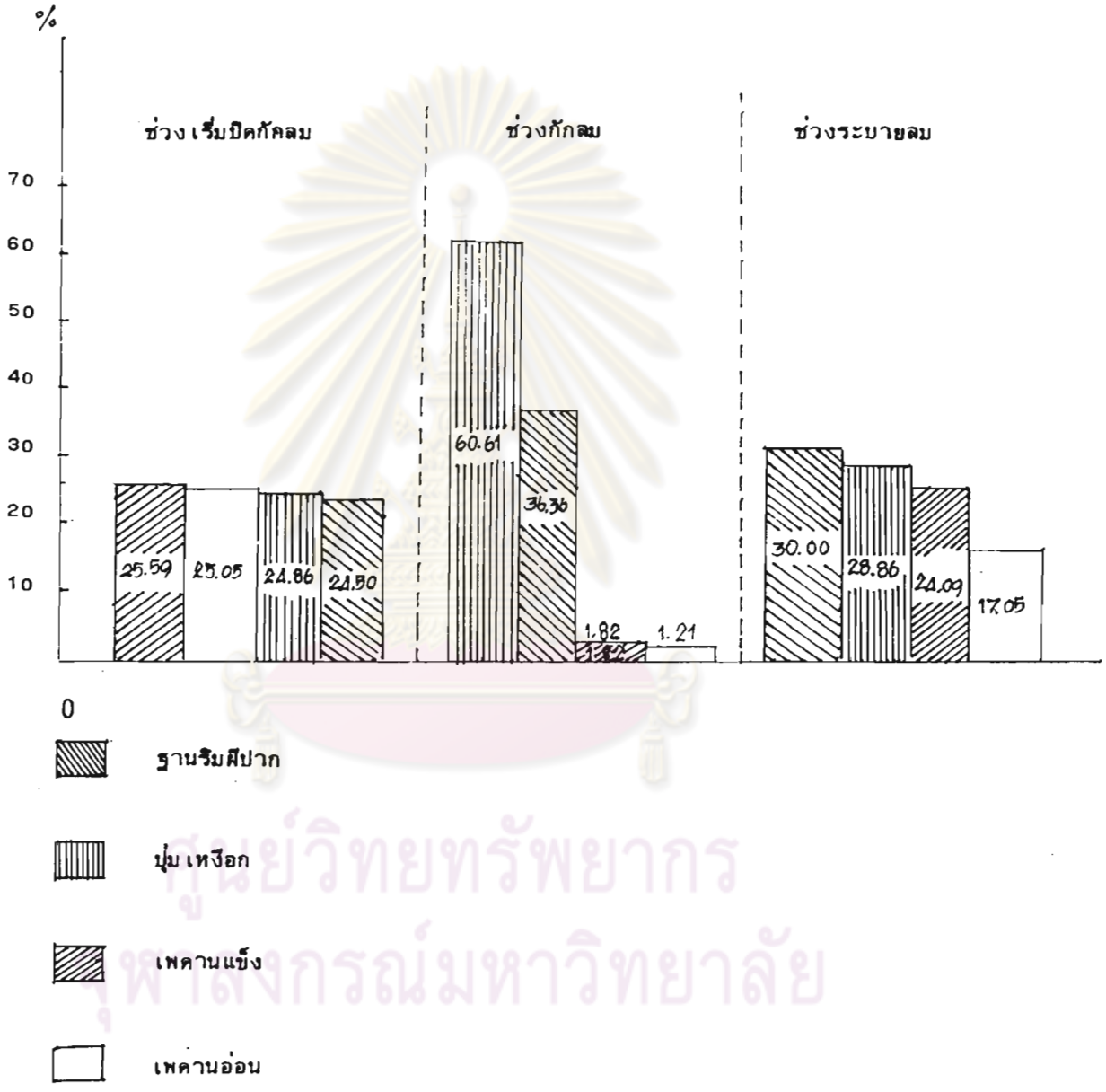
ในช่วงเริ่มปิดกักลม พยัญชนะกักฐานเพดานแข็งมีค่าความเข้มสูงที่สุด (14.2 dB) รองลงมาฐานเพดานอ่อน (13.9 dB) ฐานปุ่มเหงือก (13.8 dB) และฐานริมฝีปาก (13.6 dB) มีค่าความเข้มต่ำสุด คิดเป็นสัดส่วนความเข้มจากสูงไปหาต่ำเท่ากับ 25.59 : 25.05 : 24.86 : 24.50 ตามลำดับ ค่าความเข้มของเสียงไม่ต่างกันมากนัก

- ในช่วงกักลม ค่าความเข้มสูงที่สุดในฐานปุ่มเหงือก (1.0 db) รองลงมาฐานริมฝีปาก (0.6 dB) รองลงมาฐานเพดานแข็ง (.03 dB) ตามลำดับ และค่าความเข้มต่ำสุดในฐานเพดานอ่อน คิดเป็นสัดส่วนจากค่าความเข้มสูงสุดไปต่ำสุด เท่ากับ 60.61 : 36.36 : 1.82 : 1.21 ตามลำดับ
- ในช่วงระบายลม พยัญชนะกักฐานริมฝีปากมีค่าความเข้มสูงที่สุด (13.2 dB) รองลงมาคือพยัญชนะฐานปุ่มเหงือก (12.7 dB) ฐานเพดานแข็ง (10.6 dB) และฐานเพดานอ่อน (7.5 dB) มีค่าความเข้มของเสียงต่ำสุดคิดเป็นสัดส่วนจากค่าสูงสุดไปหาค่าต่ำสุดเท่ากับ 30.00 : 28.86 : 24.09 : 17.05 ตามลำดับ

จากข้อมูลข้างต้นสามารถแสดงค่าความต่างของความเข้มของเสียงพยัญชนะกักฐานต่างกัน ในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงได้ดังแผนภูมิที่ 20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 20 แสดงสัดส่วนค่าความเข้มของเสียง ในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.2 ค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักฐานเดียวกัน (ดูข้อมูลในตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 แสดงค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงของการเปล่งเสียง พยัญชนะกักที่มีฐานต่างกันทั้งค่าที่แท้จริงและค่าร้อยละ เมื่อพยัญชนะกักปรากฏร่วมกับสระ

ช่องการเปล่ง-เสียง / ฐาน	ค่าความเข้มของเสียง (หน่วย : เดซิเบล, dB)					
	เริ่มปิดกักลม		กักลม		ระบายลม	
	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%	ค่าแท้จริง	%
ริมฝีปาก	13.6	49.63	0.6	2.19	13.2	48.18
ปุ่มเหงือก	13.8	50.18	1.0	3.64	12.7	46.18
เพดานแข็ง	14.2	57.19	.03	0.12	10.6	42.69
เพดานอ่อน	13.9	64.89	.02	0.09	7.5	35.01

ค่าความเข้มในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะที่มีฐานต่างกัน มีความแตกต่างกันอธิบายได้ดังนี้

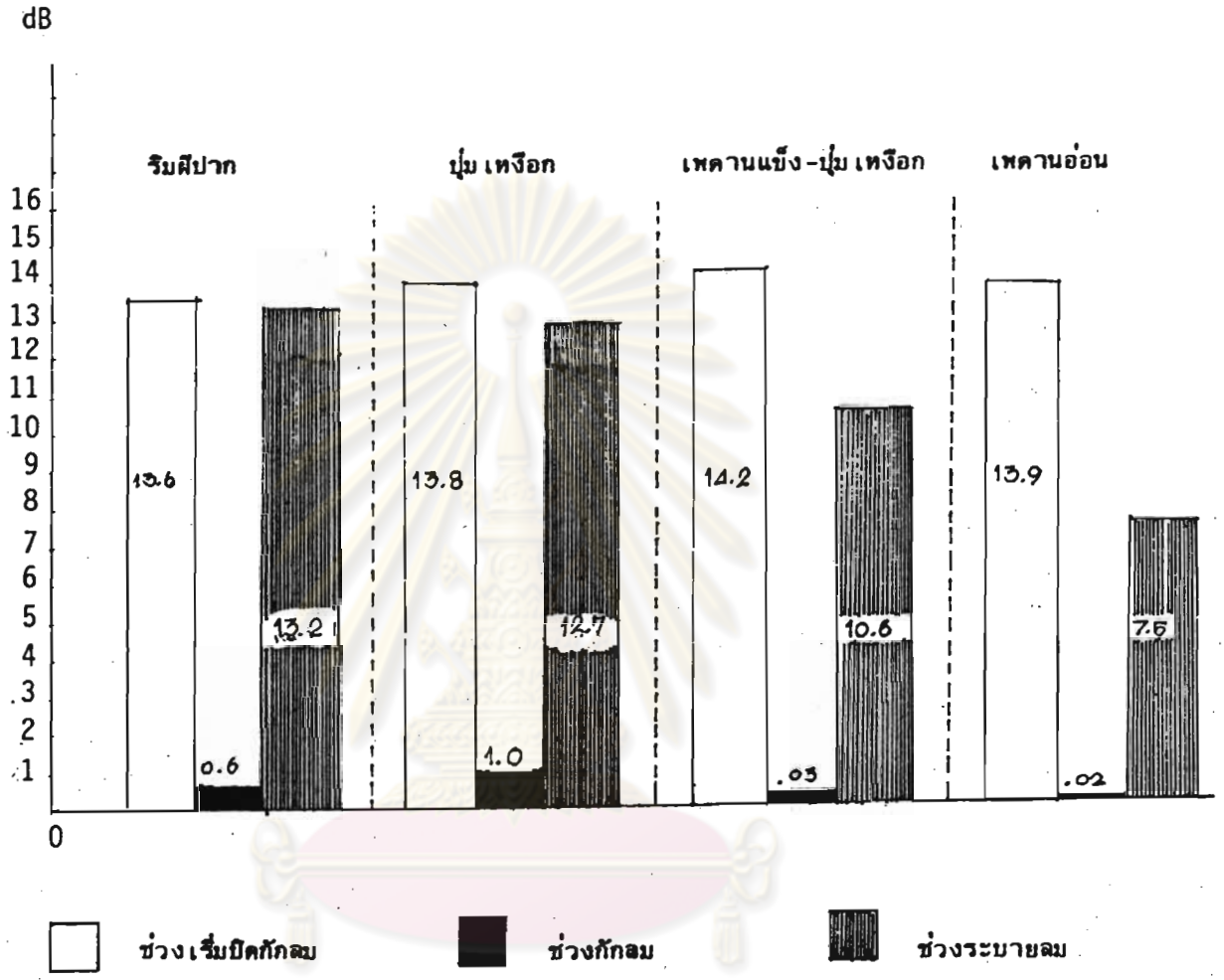
- พยัญชนะกักฐานริมฝีปาก มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (13.6 dB) รองลงมาคือ ช่วงระบายลม (12.1 dB) และค่าความเข้มต่ำสุดในช่วงกักลม (0.6 dB) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม เท่ากับ 49.63 : 2.19 : 48.18 ตามลำดับ

- พยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือก มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงปิดกักลม (13.8 dB) รองลงมาในช่วงระบายลม (12.7 dB) และมีค่าความเข้มต่ำที่สุดในช่วงกักลม (1.08 dB) คิดเป็นสัดส่วนระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม เท่ากับ 50.18 : 3.64 : 46.18 ตามลำดับ
- พยัญชนะกักฐานเพดานแข็ง-ปุ่มเหงือก มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (14.2 dB) รองลงมาในช่วงระบายลม (10.6 dB) และน้อยที่สุดในช่วงกักลม (.03 dB) คิดเป็นสัดส่วนของค่าความเข้มของเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลมและช่วงระบายลม เท่ากับ 57.19 : 0.12 : 42.69 ตามลำดับ
- พยัญชนะฐานเพดานอ่อน มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (13.9 dB) รองลงมาในช่วงระบายลม (7.5 dB) และความเข้มของเสียงต่ำที่สุดในช่วงกักลม (.02 dB) คิดเป็นสัดส่วนของค่าความเข้มของเสียง ช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม เท่ากับ 64.69 : 0.09 : 35.01 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความต่างของค่าความเข้มในแต่ละช่วงเปล่งเสียงของพยัญชนะกักแต่ละฐาน จะพบว่า ค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลมสูงที่สุด ค่าความเข้มรองลงมา คือช่วงระบายลม และมีค่าความเข้มน้อยที่สุดในช่วงกักลม ซึ่งมีค่าความเข้มต่ำกว่าช่วงอื่นมาก ความต่างของค่าความเข้มเหล่านี้ สามารถสรุปได้ดังในแผนภูมิที่ 21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 21 แสดงค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

ความสัมพันธ์เชิงลำดับของค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกักในภาษาไทย

พยัญชนะกักในภาษาไทย ซึ่งจำแนกออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยเกณฑ์ต่าง ๆ อันได้แก่ ความต่างของลักษณะเส้นเสียง ความต่างของลักษณะการดัดแปลงลมในช่องปาก และความต่างของตำแหน่งของฐานกรณ์ มีลักษณะทางกลสัทศาสตร์ คือ ลักษณะคลื่นเสียง ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียง แตกต่างกันสรุปได้ดังนี้

6.1 กลุ่มพยัญชนะกักที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน

มีลักษณะทางกลแตกต่างกันดังนี้ คือ

6.1.1 ลักษณะคลื่นเสียง

6.1.1.1 พยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้อง ต่างกันคือ ในระยะกักลมของพยัญชนะกักก้อง จะปรากฏ Voiced bar แต่ในพยัญชนะกักไม่ก้องจะเป็นช่วงเงียบ-เชิงกล

6.1.1.2 พยัญชนะไม่ก้องพ่นลม ต่างจากพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลมคือ พยัญชนะไม่ก้องพ่นลม มีคลื่นเสียงซ่าในช่วงระบายลม แต่พยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลมจะไม่มีคลื่นเสียงซ่า หรือถ้ามีก็น้อยมาก

6.1.2 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียง จะแยกสรุปใน 2 ประเด็น ดังนี้

6.1.2.1 ค่าระยะเวลาในช่วงการเปล่งเสียงช่วง เริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม ของพยัญชนะที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลมของพยัญชนะกักก้อง กักไม่ก้อง และพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม

ช่วงการเปล่งเสียง	ค่าระยะเวลาของเสียง (ร้อยละ)		
	กลุ่มพยัญชนะกักจากค่าระยะเวลาสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
เริ่มปิดกักลม	ไม่ก้องไม่พ่นลม (41.74)	ไม่ก้องพ่นลม (40.36)	ก้อง (17.90)
กักลม	ไม่ก้องไม่พ่นลม (43.36)	ก้อง (34.21)	ไม่ก้องพ่นลม (22.41)
ระบายลม	ไม่ก้องพ่นลม (51.00)	ไม่ก้องไม่พ่นลม (25.84)	ก้อง (23.16)

- ช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะพ่นลม มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักก้องจะต่างออกไป คือ มีค่าระยะเวลาน้อยกว่าค่าระยะเวลาพยัญชนะไม่ก้องพ่นลมและพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม ถึงเกือบ 3 เท่า (ดูตารางที่ 21)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วงกักลม ค่าระยะ เวลาของพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม ต่างไปจากพยัญชนะก้อง และพยัญชนะไม่ก้องพ่นลมอย่างเห็นได้ชัด มีค่าระยะ เวลาจากสูงไปต่ำ ดังนี้คือพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม พยัญชนะก้องและพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม คิด เป็นสัดส่วนจากสูง ไปต่ำ เท่ากับ 43.38 : 34.21 : 22.41 จากสัดส่วนนี้อาจตั้งข้อสังเกตได้ว่า ความต่าง ของค่าระยะ เวลาในช่วงกักลม อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะจำแนกพยัญชนะพ่นลมออกจากพยัญชนะ ไม่พ่นลมได้

- ช่วงระบายลม ค่าระยะ เวลาของพยัญชนะไม่พ่นลม (พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และ พยัญชนะกักก้อง) จะมีค่าใกล้เคียงกัน (คิด เป็นค่าร้อยละ 25.84 และ 23.16 ตามลำดับ) แต่ค่าระยะ เวลาของพยัญชนะพ่นลม ซึ่งในที่นี้คือ พยัญชนะกัก ไม่ก้องไม่พ่นลม จะมีค่าระยะ เวลาคิดเป็นร้อยละ 51.00 ซึ่งมากกว่า ค่าระยะ เวลาของ พยัญชนะไม่พ่นลมถึง 2 เท่า โดยประมาณ อาจตั้งข้อสังเกตได้ว่า ความต่างของค่าระยะ เวลา ในการเปล่งเสียงช่วงระบายลม อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำแนกพยัญชนะไม่พ่นลม ออกจาก พยัญชนะพ่นลมได้

- ค่าระยะ เวลารวมทุกช่วงการเปล่ง เสียง ของพยัญชนะไม่ก้อง (พยัญชนะไม่ก้องพ่นลม และ พยัญชนะไม่ก้อง ไม่พ่นลม) จะใกล้เคียงกันคือร้อยละ 38.77 และ 35.77 ตามลำดับ ต่างไปจากค่าร้อยละเวลาของพยัญชนะก้อง (ร้อยละ 25.36) ซึ่ง น้อยกว่าในพยัญชนะไม่ก้องมาก จากผลการเปรียบเทียบค่าระยะ เวลาข้างต้น เราพอจะสรุปได้ว่า พยัญชนะกักที่มีลักษณะการทำงานของเส้น เสียงต่างกัน มีค่าระยะ เวลารวมทุกช่วงการเปล่ง เสียง ต่างกัน โดยที่ค่าระยะ เวลาของพยัญชนะไม่ก้องจะมากกว่าค่าระยะ เวลาของพยัญชนะก้อง

6.1.2.2 ค่าระยะ เวลาในช่วงต่าง ๆ ของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่มที่มี ลักษณะการทำงานของเส้น เสียงเหมือนกัน

พยัญชนะกักซึ่งจำแนกตามลักษณะการทำงานของเส้น เสียงมี ค่าร้อยละของระยะ เวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงจากค่าสูงไปต่ำ ดังนี้ (ดูตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกัก ลำดับจากช่วงการเปล่งเสียงที่มีค่าระยะเวลาสูงไปต่ำ

กลุ่มพยัญชนะกัก	ค่าระยะเวลา (ร้อยละ)		
	ช่วงการเปล่งเสียงจากค่าระยะเวลาสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
ก้อง	กักลม (43.91)	ระบายลม (37.37)	เริ่มปิดกักลม (18.72)
ไม่ก้องไม่พ่นลม	กักลม (39.48)	เริ่มปิดกักลม (30.94)	ระบายลม (29.58)
ไม่ก้องพ่นลม	ระบายลม (53.73)	เริ่มปิดกักลม (27.53)	กักลม (18.77)

จากผลสรุปการเปรียบเทียบ ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกัก จะพบว่ามีความสัมพันธ์ของค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงในช่วงต่าง ๆ อยู่ 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 เป็นพยัญชนะกักที่มีค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงกักลมมากเป็นอันดับหนึ่ง พยัญชนะกักเหล่านี้ได้แก่ พยัญชนะไม่พ่นลม ทั้งพยัญชนะกักก้อง และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม

แบบที่ 2 เป็นพยัญชนะกักที่มีค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงระบายลมมากเป็นอันดับหนึ่ง ได้แก่ พยัญชนะพ่นลม ซึ่งในที่นี้คือพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม

เมื่อสังเกตค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักไม่ก้อง ทั้ง 2 กลุ่ม คือ พยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม และพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม จะพบว่า ในพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลมที่มีค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงกักลมมากเป็นอันดับหนึ่ง และมีค่าระยะเวลาในช่วงระบายลมน้อยที่สุด และในทางกลับกันในพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม จะมีค่าระยะเวลาในช่วงระบายลมมากเป็นอันดับหนึ่ง

และค่าระยะเวลาในช่วงกักลมน้อยที่สุด (ดูแผนภูมิที่ 2) ความต่างอันนี้อาจจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในแง่ของเวลาที่ทำให้พยัญชนะพ่นลมและไม่พ่นลมแตกต่างกัน

จากคำอธิบายและข้อสังเกตข้างต้น อาจสรุปได้ว่าพยัญชนะกักที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน จะมีค่าความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงแตกต่างกันดังที่ได้เสนอในแผนภูมิที่ 2

6.1.3 ค่าความเข้มของเสียง จะแยกสรุปใน 2 ประเด็น ดังนี้

6.1.3.1 ค่าความเข้มของเสียงในช่วงการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกัก ที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน

พยัญชนะกักซึ่งจำแนกตามลักษณะการทำงานของเส้นเสียงมีค่าความเข้มในช่วงการเปล่งเสียงช่วงเดียวกัน เรียงลำดับจากกลุ่มที่มีความเข้มสูงไปยังกลุ่มที่มีความเข้มต่ำ ดังนี้

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะที่มีลักษณะเส้นเสียงต่างกัน

ช่วงการเปล่งเสียง	ค่าความเข้มของเสียง (ร้อยละ)		
	กลุ่มพยัญชนะกักจากค่าความเข้มสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
เริ่มปิดกักลม	ไม่ก้องพ่นลม (36.78)	ก้อง (36.24)	ไม่ก้องไม่พ่นลม (26.89)
กักลม	ก้อง (96.30)	ไม่ก้องพ่นลม (3.70)	ไม่ก้องไม่พ่นลม (0.)
ระบายลม	ก้อง (42.21)	ไม่ก้องไม่พ่นลม(30.03)	ไม่ก้องพ่นลม (27.76)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ในช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าความเข้มของพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะก้อง ใกล้เคียงกันมาก แต่ค่าความเข้มในพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลมจะน้อยกว่าของทั้ง 2 กลุ่ม ข้างต้นนี้มาก

- ช่วงกักลม ค่าความเข้มมีในพยัญชนะกักก้อง กับพยัญชนะไม่ก้องพ่นลมเท่านั้น ส่วนในพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม จะไม่มีค่าความเข้มในการเปล่งเสียงช่วงนี้ ค่าความเข้มของพยัญชนะกักก้องมีมากกว่าพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม คิดเป็นสัดส่วน 96.30 : 3.70 ตามลำดับ หรือเราอาจกล่าวได้อีกแง่หนึ่งว่า พยัญชนะกักที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน จะมีค่าของความเข้มในช่วงกักลมต่างกันด้วย

- ช่วงระบายลม ค่าความเข้มของพยัญชนะไม่ก้อง ซึ่งได้แก่ พยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลม กับ พยัญชนะไม่ก้องพ่นลม จะมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าความเข้มน้อยกว่าค่าความเข้มของพยัญชนะก้อง อย่างเห็นได้ชัด ความแตกต่างของค่าความเข้มนี้อาจเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้พยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้องต่างกัน

6.1.3.2 ค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน มีค่าแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงที่ต่างกันของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม (ที่มีลักษณะเสียงต่างกัน)

ช่วงเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะกัก	ค่าความเข้มของเสียง (ร้อยละ)		
	ช่วงการเปล่งเสียงและค่าร้อยละ เรียงลำดับจากสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
ก้อง	ระบายลม (32.11)	เริ่มปิดกักลม (29.53)	กักลม (5.60)
ไม่ก้องไม่พ่นลม	ระบายลม (29.12)	เริ่มปิดกักลม (28.02)	กักลม (0.00)
ไม่ก้องพ่นลม	เริ่มปิดกักลม (36.10)	ระบายลม (25.45)	กักลม 0.26)

- พยัญชนะกักก้อง และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงระบายลม รองลงมาในช่วงเริ่มปิดกักลม และมีค่าความเข้มต่ำที่สุดในช่วงกักลม

- ในพยัญชนะไม่ก้องพ่นลม มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม รองลงมา คือช่วงระบายลม และมีค่าความเข้มต่ำที่สุดในช่วงกักลม

จากการสังเกตค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักในกลุ่มต่าง ๆ ของด้านนี้พบว่า ค่าความเข้มของเสียงช่วงเริ่มปิดกักลมกับช่วงระบายลมของพยัญชนะกักก้องและของพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม จะใกล้เคียงกันมากกว่าค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันนี้ของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม

6.2 กลุ่มพยัญชนะกักที่มีลักษณะการคัดแปลงลมในช่องปากต่างกัน

การจำแนกพยัญชนะกักตามลักษณะการคัดแปลงลมในช่องปาก จำแนกได้ 2 แบบ คือ จำแนกออกเป็นพยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักเสียดแทรก และจำแนกเป็นพยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักอุบ ความต่างของลักษณะทางกลของพยัญชนะกักกลุ่มต่าง ๆ เหล่านี้ สรุปได้ดังนี้

6.2.1 ความต่างของค่าลักษณะต่าง ๆ ของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก มีดังนี้

6.2.1.1 <u>ลักษณะคลื่นเสียง</u>

6.2.1.1.1 พยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลมกับพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลมมีลักษณะคลื่นเสียงดังนี้ คือ พยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลมไม่มีเสียงซ่าในช่วงระบายลม แต่พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลมมีคลื่นเสียงซ่าในช่วงระบายลม

6.2.1.1.2 พยัญชนะกักระเบิดพ่นลมกับพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม ทั้งพยัญชนะกักระเบิดพ่นลม และกักเสียดแทรกพ่นลมต่างมีลักษณะคลื่นเสียงเหมือนกัน คือมีทั้ง F-trans, silence และ noise แต่มีข้อต่างกันตรงที่พยัญชนะกักระเบิดพ่นลมจะมีคลื่นเสียงซ่าในช่วงระบายลมในระดับเดียวกับค่า F ของสระที่ประชิด แต่พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม จะมีคลื่นเสียงซ่า ที่มีความถี่เหนือย่านความถี่ของ F_3 ในตอนเริ่มต้น

ช่วงระบายลม แล้วตามด้วยคลื่นเสียงช่า ที่อยู่ในระดับเดียวกับ F ของสระที่ประชิดหลัง

6.2.1.2 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก จะแยกสรุปใน 2 ประเด็น ต่อไปนี้

6.2.1.2.1 ค่าระยะเวลาในช่วงการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรก มีค่าต่างกันในแสดงในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วง เริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลมของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก

ช่วงเปล่งเสียง	(ค่าระยะเวลา (ร้อยละ) กลุ่มพยัญชนะกักเรียงลำดับจากค่าระยะเวลาสูงไปต่ำ			
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
เริ่มปิดกักลม	กักเสียดแทรกพ่นลม (26.89)	กักเสียดแทรกไม่พ่นลม (25.44)	กักระเบิดพ่นลม (24.15)	กักระเบิดไม่พ่นลม (23.52)
กักลม	กักระเบิดไม่พ่นลม (35.65)	กักเสียดแทรกพ่นลม (30.43)	กักระเบิดพ่นลม (18.55)	กักเสียดแทรกพ่นลม (13.37)
ระบายลม	กักเสียดแทรกพ่นลม (35.66)	กักระเบิดพ่นลม (27.83)	กักเสียดแทรกไม่พ่นลม (23.64)	กักระเบิดไม่พ่นลม (12.87

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.1.2.2 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียง ช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะเสียดแทรก มีดังนี้

จากตารางสรุปค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักทุกกลุ่มใกล้เคียงกัน

- ช่วงกักลม ค่าระยะเวลาจะต่างกันพอจะจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 กลุ่มพยัญชนะไม่พ่นลม ทั้งพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก จะมีค่าระยะเวลาใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 35.65 และ ร้อยละ 30.43 ตามลำดับ กลุ่มที่ 2 กลุ่มพยัญชนะพ่นลม ทั้งพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกกลุ่มนี้จะมีค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงกักลมใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 18.55 และ 13.37 ตามลำดับ ค่าระยะเวลาของพยัญชนะในกลุ่มที่ 1 จะมากกว่าค่าระยะเวลาของพยัญชนะในกลุ่มที่ 2 ประมาณ 2 เท่า จากความต่างของค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักทั้ง 2 กลุ่ม ข้างต้น เป็นการแสดงให้เห็นว่าการพ่นลมและไม่พ่นลม อาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ ค่าระยะเวลาของพยัญชนะพ่นลมและพยัญชนะไม่พ่นลมในช่วงกักลมแตกต่างกัน

ในอีกแง่หนึ่งถ้าพิจารณาความต่างของค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรก ที่มีการพ่นลมหรือไม่พ่นลมเหมือนกันจะเห็นได้ว่าในพยัญชนะพ่นลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดสูงกว่าในพยัญชนะกักเสียดแทรก และในทำนองเดียวกันในพยัญชนะไม่พ่นลมค่าระยะเวลาในช่วงนี้ของพยัญชนะกักระเบิดสูงกว่าในพยัญชนะกักเสียดแทรกเช่นกัน

- ช่วงระบายลม มีค่าระยะเวลาพอจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 มีค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงมากที่สุด ได้แก่ พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีค่าระยะเวลารองลงมาอันได้แก่ พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม กับ พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม ซึ่งมีค่าระยะเวลาใกล้เคียงกัน

(ร้อยละ36.65 และ 30.43 ตามลำดับ) กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่มีค่าระยะเวลาน้อย ซึ่งต่างไปจากค่าระยะเวลาในช่วงระบายลมในการเปล่งเสียงพยัญชนะกัก 2 กลุ่มแรก และมีที่น่าสังเกตบางประการคือ ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดพ่นลมจะใกล้เคียงกับค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม

6.2.1.2.2 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก มีความแตกต่างกันดังแสดงในตารางข้างต่างนี้

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก

ช่วงเปล่งเสียง / กลุ่มพยัญชนะกัก	ค่าระยะเวลา (ร้อยละ)		
	ช่วงการเปล่งเสียงจากค่าระยะเวลาสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
กักระเบิดไม่พ่นลม	กักลม (42.90)	เริ่มปิดกักลม (31.51)	ระบายลม (25.59)
กักระเบิดพ่นลม	ระบายลม (51.06)	เริ่มปิดกักลม (28.34)	กักลม (20.60)
กักเสียดแทรกไม่พ่นลม	ระบายลม (39.59)	กักลม (30.85)	เริ่มปิดกักลม (29.56)
กักเสียดแทรกพ่นลม	ระบายลม (57.83)	เริ่มปิดกักลม (27.08)	กักลม (15.08)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อพิจารณาค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก ซึ่งเรียงลำดับจากสูงไปต่ำในตารางที่ 26 สามารถจำแนกพยัญชนะกักเหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงกักลม ได้แก่ พยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นพยัญชนะที่มีค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงระบายลม ได้แก่ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม และพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม และถ้าพิจารณาในกลุ่มของพยัญชนะกักที่มีค่าระยะเวลาช่วงระบายลมสูงที่สุด จะพบว่ามีความมากน้อยของค่าระยะเวลาแตกต่างกัน 2 แบบ คือ กลุ่มที่มีค่าระยะเวลาต่ำสุดในช่วงกักลม อันได้แก่ พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม และพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งมีค่าระยะเวลาต่ำสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม อันได้แก่ พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม ซึ่งมีจุดที่น่าสนใจอยู่บางประการคือ ค่าระยะเวลาในช่วงกักลมกับช่วงเริ่มปิดกักลมใกล้เคียงกันมาก คือคิดเป็นค่าร้อยละ 30.85 และ 29.56 ตามลำดับ จากลักษณะอันนี้ทำให้พยัญชนะเสียดแทรกไม่พ่นลมต่างไปจากพยัญชนะกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งโดยส่วนมากจะมีค่าระยะเวลาในช่วงกักลมและช่วงระบายลมเป็นสัดส่วนผกผัน คือ ถ้ามีค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงกักลม จะมีค่าระยะเวลาต่ำสุดในช่วงระบายลม และถ้าหากมีระยะเวลาสูงสุดในช่วงระบายลม ค่าที่ต่ำสุดจะเป็นในช่วงกักลม และความแตกต่างระหว่างค่าระยะเวลาทั้ง 2 ช่วงเปล่งเสียงนี้จะแตกต่างกันอย่างชัดเจน

6.2.1.3 ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก จะแยกกล่าวใน 2 ประเด็นต่อไปนี้

6.2.1.3.1 ค่าความเข้มของเสียงในช่วงการเปล่งเสียงช่วงเดียวกัน ของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักเสียดแทรก มีค่าต่างกันดังแสดงในตารางที่ 27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกจากกลุ่มพยัญชนะที่มีความเข้มสูงไปต่ำ

ช่วงเปล่งเสียง	ค่าร้อยละของค่าความเข้มพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม			
	กลุ่มพยัญชนะกักเรียงลำดับจากความเข้มสูงไปต่ำ			
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
เริ่มปิดกักลม	กักเสียดแทรกไม่พ่นลม (25.58)	กักเสียดแทรกพ่นลม (25.22)	กักระเบิดพ่นลม (24.69)	กักระเบิดไม่พ่นลม (24.50)
กักลม	กักเสียดแทรกพ่นลม (87.50)	กักระเบิดพ่นลม (12.50)	กักระเบิดไม่พ่นลม (0.00)	กักเสียดแทรกไม่พ่นลม (0.00)
ระบายลม	กักเสียดแทรกพ่นลม (31.21)	กักระเบิดไม่พ่นลม (29.31)	กักระเบิดพ่นลม (20.33)	กักเสียดแทรกไม่พ่นลม (19.15)

- ช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าความเข้มแยกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก เป็นค่าความเข้มของพยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม และพยัญชนะพ่นลมมีค่าใกล้เคียงกัน คิดเป็นค่าร้อยละ 24.50 และ 24.69 ตามลำดับ ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งคือพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม และกักเสียดแทรกพ่นลมมีค่าความเข้มร้อยละ 25.58 และ 25.22 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การพ่นลมหรือไม่พ่นลมอาจจะมีผลทำให้ค่าความเข้มของพยัญชนะกักแต่ละกลุ่มในช่วงนี้แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

- ช่วงกักลม ในพยัญชนะไม่พ่นลม

ทั้งในพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก ไม่มีค่าความเข้ม แต่ในพยัญชนะพ่นลม ทั้งในพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก จะมีค่าความเข้มในช่วงนี้อยู่บ้างเล็กน้อย และค่าความเข้มในช่วงเปล่งเสียงนี้ของพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลมมีค่าสูงกว่าในพยัญชนะกักระเบิดพ่นลม จากการเปรียบเทียบข้างต้น เราอาจกล่าวได้ว่า พยัญชนะกักที่มีลักษณะการคัดแปลงลมในช่องปากต่างกัน มีค่าความเข้มของเสียงในช่วงกักลมต่างกันด้วย

- ช่วงระบายลม ค่าความเข้มของเสียงแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ที่มีค่าใกล้เคียงกัน คือ กลุ่มที่หนึ่ง คือพยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม กับพยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม มีค่าความเข้มสูงกว่า คิดเป็นร้อยละ 29.31 และ 31.21 ตามลำดับ ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง คือ พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม กับ กักเสียดแทรกไม่พ่นลม มีค่าความเข้มต่ำกว่า คิดเป็นค่าร้อยละ 20.33 และ 19.15 ตามลำดับ การที่พยัญชนะกักในแต่ละกลุ่มมีค่าความเข้มใกล้เคียงกันนี้ ยังไม่สามารถที่จะหาเหตุผลมาอธิบายได้ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจควรที่จะศึกษาต่อไป

6.2.1.3.2 ค่าความเข้มของเสียงในช่วงการเปล่งเสียง

แต่ละช่วงที่ต่างกันของพยัญชนะกักระเบิดและกักเสียดแทรก มีค่าต่างกันดังแสดงในตารางที่ 28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรก

กลุ่มพยัญชนะ	ค่าความเข้มของเสียง (ร้อยละ)		
	ช่วงการเปล่งเสียงจากค่าความเข้มสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
กักระเบิดไม่พ่นลม	เริ่มปิดกักลม (52.49)	ระบายลม (47.51)	กักลม (0.00)
กักระเบิดพ่นลม	เริ่มปิดกกลม (61.58)	ระบายลม (38.38)	กักลม (0.00)
กักเสียดแทรกไม่พ่นลม	เริ่มปิดกักลม (63.84)	ระบายลม (36.16)	กักลม (0.00)
กักเสียดแทรกพ่นลม	เริ่มปิดกักลม (51.52)	ระบายลม (48.22)	กักลม (0.26)

- พยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม มีค่าความเข้มสูงสุดในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม รองลงมาในช่วงระบายลม ส่วนในช่วงกักลมไม่มีค่าความเข้มของเสียง

- พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม รองลงมาในช่วงระบายลม ส่วนใน ช่วงกักลม จะมีค่าความเข้มของเสียงน้อยที่สุด

- พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม มีค่าความเข้มสูงที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม รองลงมาคือ ช่วงระบายลม ส่วนในช่วงกักลมจะไม่มีค่าความเข้มของเสียง

- พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม รองลงมาในช่วงระบายลม และมีค่าความเข้มต่ำสุดในช่วงกักลม

เมื่อพิจารณาค่าความเข้มของเสียง ในพยัญชนะกักแต่ละกลุ่ม จะพบว่าลำดับค่าความเข้มของเสียงจากค่าสูงไปต่ำเหมือนกันทั้งหมด และเมื่อศึกษาในรายละเอียดแล้ว จะสามารถแบ่งพยัญชนะกักเหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลม กับ ช่วงระบายลม มีค่าใกล้เคียงกัน ตัวอย่างเช่น พยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม และ พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม ซึ่งมีค่าร้อยละในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงดังนี้ คือ พยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม มีค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลม 52.49 และ ในช่วงระบายลม 47.51 พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม มีค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลม 51.52 และในช่วงระบายลม 48.22

กลุ่มที่ 2 เป็นพยัญชนะที่มีค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลมและช่วงระบายลมต่างกันมาก โดยที่ค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลมสูงกว่าค่าความเข้มในช่วงระบายลม พยัญชนะเหล่านี้ได้แก่ พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม กับพยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม ซึ่งมีค่าความเข้มแต่ละช่วงคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้คือ พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม มีค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลมร้อยละ 61.58 และในช่วงระบายลมร้อยละ 38.38 พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม มีค่าความเข้มในช่วงเริ่มปิดกักลมร้อยละ 63.84 และในช่วงระบายลมร้อยละ 36.16

6.2.2 ความต่างของค่าลักษณะต่าง ๆ ทางกลของพยัญชนะกักระเบิด และพยัญชนะกักอุบ มีดังนี้

6.2.2.1 <u>ลักษณะคลื่นเสียง</u>

ในพยัญชนะกักระเบิดมี Pre-C-Trans ช่วงเงียบเชิงกล และ Post-C-Trans แต่พยัญชนะกักอุบมีเพียง Pre-C-Trans กับช่วงเงียบเชิงกลไม่มี Post-C-Trans

6.2.2.2 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ จะสรุปได้ใน 2 ประเด็นใหญ่ ๆ ดังนี้

6.2.2.2.1 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักต่างกลุ่ม มีความต่างกันดังข้อมูลในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ

ช่วงการเปล่งเสียง	ค่าระยะเวลา (ร้อยละ)	
	ค่าระยะเวลาจากค่าสูงไปต่ำ	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
เริ่มปิดกักลม	กักระเบิด (51.55)	กักอุบ (48.45)
กักลม	กักระเบิด (60.23)	กักอุบ 39.77)
ระบายลม*	–	–

จากตารางที่ 29 สามารถสรุปความแตกต่างได้ดังนี้ คือ

ในช่วงเริ่มปิดกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงกักลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักระเบิด จะสูงกว่าในพยัญชนะกักอุบประมาณ 2 เท่า (ร้อยละ 60.23 และ 39.77 ตามลำดับ) ส่วนในช่วงระบายลม ค่าระยะเวลาจะมีเฉพาะในพยัญชนะกักระเบิดเท่านั้น

---

*การเปล่งเสียงช่วงระบายลม มีเฉพาะในพยัญชนะกักระเบิดเท่านั้นในพยัญชนะกักอุบไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

6.2.2.2.2 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะแต่ละกลุ่ม สามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาแต่ละช่วงของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ

กลุ่มพยัญชนะกัก	ค่าระยะเวลา (ร้อยละ)		
	ช่วงเปล่งเสียงลำดับจากค่าระยะเวลาสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
กักระเบิด	กักลม (39.11)	เริ่มเปิดกักลม (33.60)	ระบายลม (27.29)
กักอุบ	เริ่มปิดกักลม (56.03)	กักลม (44.97)	-

จากการเปรียบเทียบในตารางข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้ พยัญชนะกักระเบิดมีค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงต่างกันอย่างชัดเจน และเช่นเดียวกันในพยัญชนะกักอุบค่าระยะเวลาแต่ละช่วงการเปล่งเสียงจะต่างกันอย่างชัดเจน และมีข้อสังเกตอยู่ประการหนึ่งคือ ในพยัญชนะกักอุบจะไม่มีการเปล่งเสียงในช่วงระบายลม

6.2.2.3 ค่าความเข้มของเสียง ในการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบ ในที่นี้จะนำค่าจริงของค่าความเข้มแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะมาเปรียบเทียบกัน ทั้งนี้เพราะในการเปล่งเสียงพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักอุบนั้น มีบางช่วงการเปล่งเสียงที่มีเฉพาะในพยัญชนะกักระเบิดเท่านั้น จึงไม่มีความจำเป็นที่จะหาค่าร้อยละ การสรุปค่าความเข้มของเสียงในที่นี้จะแยกกล่าวเป็น 2 ประเด็นดังนี้

6.2.2.3.1 ค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะต่างกลุ่ม แตกต่างกันดังข้อมูลในตารางที่ 31

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม และช่วงระบายลม ของพยัญชนะต่างกลุ่ม

ช่วงการเปล่งเสียง	ค่าความเข้มของเสียง (ค่าจริง หน่วย : dB)	
	กลุ่มพยัญชนะกักจากค่าความเข้มสูงไปต่ำ	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
เริ่มปิดกักลม	กักอุบ (14.7 dB)	กักระเบิด (13.7 dB)
กักลม	กักอุบ (0.2 dB)	กักระเบิด (0.00 dB)
ระบายลม	กักระเบิด (12.4 dB)	*

จากการเปรียบเทียบข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ในช่วงเริ่มปิดกักลมและช่วงกักลม ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักอุบสูงกว่าพยัญชนะกักระเบิดเล็กน้อย ส่วนในช่วงระบายลม จะมีการเปล่งเสียงในพยัญชนะกักระเบิดเท่านั้นในพยัญชนะกักอุบไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

---

*พยัญชนะกักอุบไม่มีการเปล่งเสียงในช่วงนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.2.3.2 ค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักกลุ่มเดียวกัน แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 32

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักกลุ่มเดียวกัน

กลุ่มพยัญชนะกัก	ค่าความเข้มของเสียง (หน่วย : dB)		
	ช่วงเปล่งเสียงจากค่าสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
กักระเบิด	เริ่มปิดกักลม (13.7 dB)	ระบายลม 12.4 dB)	กักลม (0. dB)
กักอุบ	เริ่มปิดกักลม (14.8 dB)	กักลม (0.2 dB)	

จากการเปรียบเทียบในตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าความเข้มของการเปล่งเสียงในช่วงเริ่มปิดกักลม และช่วงระบายลมของพยัญชนะกักระเบิดต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่ในช่วงกักลมจะต่างออกไปมาก (มีค่าความเข้มเท่ากับ 0 dB) ส่วนในพยัญชนะกักอุบจะมีค่าความเข้มเพียง 2 ช่วงเท่านั้น คือ ช่วงเริ่มปิดกักลมกับช่วงกักลม ซึ่งมีค่าความเข้มแตกต่างกันอย่างมาก

6.3 กลุ่มพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน มีลักษณะทางกลแตกต่างกันดังนี้ คือ

6.3.1 ลักษณะคลื่นเสียง ในการเปรียบเทียบลักษณะคลื่นเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกันในที่นี้จะกล่าวเฉพาะลักษณะคลื่นเสียงที่สำคัญที่ใช้ในการจำแนกพยัญชนะกักฐานต่าง ๆ ลักษณะคลื่นเสียงนี้คือ การบิดเบนของค่า F ของช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะกับสระ (F-trans) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง F2 - trans มีความแตกต่างกันดังแสดงไว้ในตารางที่ 15 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

- พยัญชนะกักฐานริมฝีปาก จะบิดเบนไปยังย่านความถี่สูงสุดคือ 1919 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ รองลงมาจะบิดเบนไปยังย่านความถี่ที่ 1079 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ และบิดเบนไปยังย่านความถี่ต่ำสุด คือ 765 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/

- พยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือก จะบิดเบนไปยังย่านความถี่สูงสุด คือ 2041 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ รองลงมาคือความถี่ที่ 1799 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ และบิดเบนไปยังย่านความถี่ต่ำสุด คือ 1342 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/

- พยัญชนะกักฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือก จะบิดเบนไปยังย่านความถี่สูงสุด คือ 2210 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ รองลงมาเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ บิดเบนไปยังย่านความถี่ที่ 1799 Hz และจะบิดเบนไปยังย่านความถี่ต่ำสุด คือ 1346 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/

- พยัญชนะกักฐานเพดานอ่อน จะบิดเบนไปยังย่านความถี่สูงสุด คือ 2380 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ รองลงมา คือ 1759 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ และบิดเบนไปยังย่านความถี่ต่ำสุดคือ 684 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/

เมื่อพิจารณาการเปรียบเทียบข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่า F ณ จุดที่ F2 มีการบิดเบนมากที่สุดของพยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือก และฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือกจะมีการแปรไปน้อยกว่าพยัญชนะกักฐานริมฝีปากและฐานเพดานอ่อน ซึ่งความต่างเหล่านี้หากอธิบายโดยเหตุผลทางสรีรสัทศาสตร์ได้ว่า พยัญชนะที่มีฐานกรณ์เป็นส่วนขอบ (Peripheral) ของช่องทางเดินเสียงจะมีการแปรของค่า F2 มากกว่า พยัญชนะที่มีฐานที่เกิดอยู่ส่วนกลางของช่องทางเดินเสียง

6.3.2 ระยะ เวลาของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน

ความต่างของค่าระยะ เวลาของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกันสามารถสรุปได้เป็น 2 ประเด็น ดังต่อไปนี้

6.3.2.1 ค่าระยะ เวลาในการเปล่ง เสียงช่วง เดียวกันของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน มีค่าต่างกันดังแสดงไว้ในตารางที่ 33

ตารางที่ 33 แสดงค่าระยะ เวลาในการเปล่งเสียงช่วง เริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักฐานต่างกัน เรียงลำดับจากฐานที่มีค่าระยะ เวลาสูงไปต่ำ

ช่วงการเปล่งเสียง	ค่าระยะเวลา (ร้อยละ) กลุ่มพยัญชนะกักลำดับจากฐานที่มีค่าระยะ เวลาสูงไปต่ำ			
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
เริ่มปิดกักลม	เพดานแข็ง ปุ่มเหงือก (26.78)	ปุ่ม เหงือก (26.18)	เพดานอ่อน (24.47)	ริมฝีปาก (22.57)
กักลม	ริมฝีปาก (29.54)	เพดานอ่อน (25.35)	ปุ่มเหงือก (23.15)	เพดานแข็ง ปุ่ม เหงือก (21.96)
ระบายลม	เพดานแข็ง ปุ่มเหงือก (34.01)	เพดานอ่อน (24.32)	ปุ่มเหงือก (22.60)	ริมฝีปาก (19.07)

จากการเปรียบ เทียบค่าระยะ เวลาของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน พบว่า ในช่วง เริ่มปิดกักลม ค่าระยะ เวลาของพยัญชนะฐาน เพดานแข็งและพยัญชนะฐานปุ่ม เหงือก มีค่าใกล้เคียงกันมาก คือ ร้อยละ 26.78 และร้อยละ 26.18 ตามลำดับ ซึ่งต่างไปจากพยัญชนะฐาน เพดานอ่อน และฐานริมฝีปาก ซึ่งมีค่าระยะ เวลาคิด เป็นร้อยละ 24.47 และ 22.57 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในช่วงกักลมค่าระยะเวลาของพยัญชนะแต่ละฐานจะต่างกัน และมีจุดที่น่าสังเกตอยู่ประการหนึ่งคือ ค่าระยะเวลาของพยัญชนะฐานริมฝีปาก และพยัญชนะฐานเพดานอ่อน ซึ่งเป็นฐานที่เกิดเสียงพยัญชนะที่อยู่ส่วนขอบของช่องทางเดินเสียง สูงกว่าค่าระยะเวลาในช่วงเดียวกันของพยัญชนะฐานปุ่มเหงือก และพยัญชนะฐานเพดานแข็ง ซึ่งเป็นฐานที่เกิดเสียงในส่วนกลางของช่องทางเดินเสียง ดังการเปรียบเทียบในตารางที่ 33

ในช่วงระบายลม ค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือกสูงที่สุด (ร้อยละ 34.01) ต่างจากค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักฐานเพดานอ่อน ฐานปุ่มเหงือก และฐานริมฝีปาก ซึ่งมีค่าระยะเวลาจากค่าสูงไปต่ำใกล้เคียงกัน คิดเป็นร้อยละ 24.32, 22.60 และ 19.07 ตามลำดับ

6.3.2.2 ค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียง แต่ละช่วงของพยัญชนะกักฐานเดียวกัน มีค่าต่างกันดังนี้ (ดูตารางที่ 34)

ตารางที่ 34 แสดงค่าระยะเวลาในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงจากค่าสูงไปต่ำของพยัญชนะกักฐานเดียวกัน

ฐานของพยัญชนะกัก	ค่าระยะเวลา (ร้อยละ)		
	ช่วงการเปล่งเสียงจากช่วงที่มีระยะเวลาสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
ริมฝีปาก	กักลม (36.71)	ระบายลม (34.78)	เริ่มปิดกักลม (28.51)
ปุ่มเหงือก	ระบายลม (40.00)	เริ่มปิดกักลม (32.09)	กักลม (27.91)
เพดานแข็งปุ่มเหงือก	ระบายลม (50.37)	เริ่มปิดกักลม (27.47)	กักลม (22.16)
เพดานอ่อน	ระบายลม (41.56)	กักลม (29.51)	เริ่มปิดกักลม (28.94)

จากการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาในตารางที่ 34 จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของพยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือกและฐานเพดานแข็ง ปุ่มเหงือกจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือ มีค่าระยะเวลาในช่วงระบายลมสูงอย่างโดดเด่นต่างจากช่วงเริ่มปิดกักลมและช่วงกักลมซึ่งมีค่าระยะเวลาไม่ต่างกันมากนัก และในพยัญชนะกักฐานริมฝีปากและฐานเพดานอ่อนจะมีรูปแบบสัมพันธ์ของค่าระยะเวลาแต่ละ ช่วงเปล่งเสียงต่างออกไป คือในพยัญชนะฐานริมฝีปาก มีค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงกักลม (ร้อยละ 36.71) รองลงมา คือ ช่วงระบายลม (ร้อยละ 34.78) และน้อยที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (ร้อยละ 28.51) มีค่าระยะเวลาช่วงกักลมและช่วงระบายลมใกล้เคียงกัน ในพยัญชนะฐานเพดานอ่อน มีค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงระบายลม (ร้อยละ 41.55) รองลงมาในช่วงกักลม 29.51) และน้อยที่สุดในช่วงเริ่มปิดกักลม (ร้อยละ 28.94) ค่าระยะเวลาในช่วงกักลมและช่วงเริ่มปิดกักลมใกล้เคียงกันมาก ส่วนในช่วงระบายลมจะต่างออกไปอย่างโดดเด่น

6.3.3 <u>ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน</u> ความต่างระหว่างค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกันสามารถสรุปได้ 2 ประเด็น ดังต่อไปนี้ คือ

6.3.3.1 ค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงช่วงเดียวกันของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน มีค่าต่างกันดังแสดงในตารางที่ 35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 เปรียบเทียบค่าความเข้มในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลม ช่วงระบายลม ของพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน

ช่องการเปล่งเสียง	ค่าความเข้มของเสียง (ร้อยละ) ฐานที่เกิดเสียงพยัญชนะจากค่าความเข้มสูงไปต่ำ			
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3	ลำดับที่ 4
เริ่มปิดกักลม	เพดานแข็ง (25.59)	เพดานอ่อน (25.05)	ปุ่มเหงือก (24.86)	ริมฝีปาก (24.50)
กักลม	ปุ่มเหงือก (61.54)	เพดานแข็ง (23.08)	เพดานอ่อน (15.38)	ริมฝีปาก (0.00)
ระบายลม	ริมฝีปาก (28.74)	ปุ่มเหงือก (28.27)	เพดานแข็ง 25.18)	เพดานอ่อน (17.81)

จากการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีฐานต่างกัน พบว่าในช่วงเริ่มปิดกักลมค่าความเข้มของพยัญชนะกักทุกฐานใกล้เคียงกัน ในช่วงกักลมค่าความเข้มของพยัญชนะกักแต่ละฐานแตกต่างกันมาก ส่วนในช่วงระบายลมค่าความเข้มของพยัญชนะกักฐานริมฝีปาก ฐานปุ่มเหงือก และฐานเพดานแข็งใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งฐานริมฝีปากและฐานปุ่มเหงือก ส่วนพยัญชนะฐานเพดานอ่อนจะมีค่าความเข้มแตกต่างไปจากพยัญชนะฐานอื่น ๆ มีที่น่าสังเกตบางประการ คือในช่วงกักลมค่าความเข้มของพยัญชนะที่มีฐานเกิดส่วนกลางช่องทางเดินเสียงคือฐานปุ่มเหงือกและฐานเพดานแข็ง มีค่าความเข้มมากกว่าพยัญชนะกักที่มีฐานที่เกิดบริเวณส่วนขอบของช่องทางเดินเสียง อันได้แก่ ฐานเพดานอ่อน และฐานริมฝีปาก ส่วนในช่วงระบายลมค่าความเข้มจะเรียงลำดับจากสูงไปต่ำ เริ่มจากฐานที่อยู่นอกสุด คือริมฝีปากเข้าไปหาฐานในคือฐานปุ่มเหงือก ฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือก และฐานเพดานอ่อนซึ่งมีค่าความเข้มน้อยที่สุด

6.3.3.1 ค่าความเข้มของเสียงในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงพยัญชนะกักฐานเดียวกัน มีค่าต่างกันสรุปได้ดังข้อมูลในตารางที่ 36

ตารางที่ 36 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงในการเปล่งเสียงแต่ละช่วงของพยัญชนะกักฐานเดียวกัน

ฐานของพยัญชนะกัก	ค่าความเข้มของเสียง (ร้อยละ)		
	ช่วงการเปล่งเสียงจากความเข้มสูงไปต่ำ		
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2	ลำดับที่ 3
ริมฝีปาก	เริ่มปิดกักลม (52.92)	ระบายลม (47.08)	กักลม (0.00)
ปุ่มเหงือก	เริ่มปิดกักลม (53.53)	ระบายลม (46.16)	กักลม (0.31)
เพดานแข็ง	เริ่มปิดกักลม (57.19)	ระบายลม (42.69)	กักลม (0.12)
เพดานอ่อน	เริ่มปิดกักลม (64.89)	ระบายลม (35.01)	กักลม (0.09)

จากการเปรียบเทียบค่าความเข้มในตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า พยัญชนะกักทุกฐานมีค่าความเข้มเรียงลำดับจากค่าสูงไปต่ำเหมือนกัน คือ มีค่าความเข้มสูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม รองลงมาช่วงระบายลม และต่ำสุดในช่วงกักลม มีที่น่าสังเกตคือ ค่าความเข้มในช่วงกักลมของพยัญชนะกักทุกฐานจะต่ำมาก บางฐานจะไม่มีค่าความเข้มเลย นอกจากนี้ความต่างของค่าความเข้มระหว่างช่วงเริ่มปิดกักลมและช่วงระบายลมของพยัญชนะที่มีฐานที่เกิดอยู่ส่วนในจะสูงกว่าความต่างของค่าความเข้มของพยัญชนะกักที่มีฐานที่เกิดส่วนนอก

ในการเปล่งเสียงในช่วงเหล่านี้โดยที่ความต่างระหว่างค่าความเข้มในการเปล่งเสียงช่วงเริ่มปิดกักลมและช่วงระบายลมจะสูงที่สุดในพยัญชนะฐานเพดานอ่อน รองลงมาฐานเพดานแข็ง รองลงมาฐานปุ่มเหงือก และค่าความต่างต่ำที่สุดในพยัญชนะฐานริมฝีปาก

ค่าของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น สามารถสรุปได้ดังข้อมูลในแผนภูมิที่ 22 23 และ 24

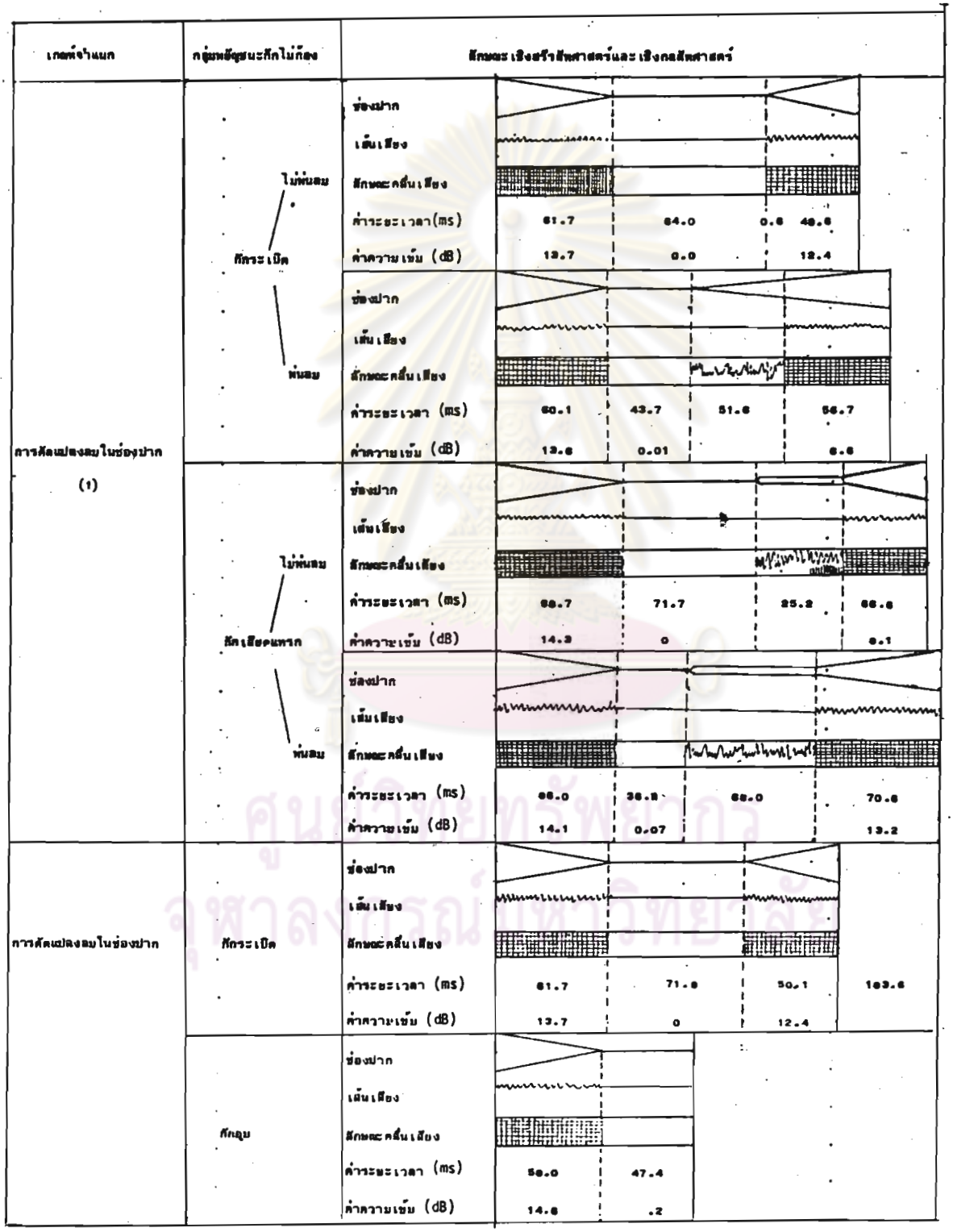
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 22 แสดงลักษณะคลื่นเสียง ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกักที่มีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงต่างกัน

เกณฑ์จำแนก	กลุ่มพยัญชนะกัก	ลักษณะเชิงสรีรวิทยาศาสตร์และฟิสิกส์			
ลักษณะการทำงานของเส้นเสียง	ก้อง	ช่องปาก	i	ii	iii
		เส้นเสียง			
		ลักษณะคลื่นเสียง			
		ค่าระยะเวลา (ms)	27.2	63.8	54.3
		ค่าความเข้ม (dB)	13.7	2.6	14.9
	ไม่ก้องไม่พ่นลม	ช่องปาก	i	ii	ii
		เส้นเสียง			
		ลักษณะคลื่นเสียง			
		ค่าระยะเวลา (ms)	63.4	80.9	8.8 51.8
		ค่าความเข้ม (dB)	10.2	0	10.8
	ไม่ก้องพ่นลม	ช่องปาก	i	ii	iii
		เส้นเสียง			
		ลักษณะคลื่นเสียง			
		ค่าระยะเวลา (ms)	61.3	41.8	55.7 63.9
		ค่าความเข้ม (dB)	13.9	0.1	9.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 23 แสดงลักษณะคลื่นเสียง ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกัก ที่มีลักษณะการตัดแปลงลมในช่องปากต่างกัน



แผนภูมิที่ 24 แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุดของค่า F ของ F2-Trans ค่าระยะเวลาและค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะกัก ที่มีฐานกรณ์ต่างกัน

เกณฑ์การแบ่ง	กลุ่มพยัญชนะกัก	ลักษณะเชิงสรีรสัทศาสตร์และเชิงกลสัทศาสตร์
ฐานกรณ์ต่างกัน	ริมฝีปาก	ค่าสูงสุด - ต่ำสุดของ F2 ช่องปาก 1919 - 765 เฮิรตซ์ ค่าระยะเวลา (ms) 68.8 / 78.5 / 69.7 ค่าความเข้ม (dB) 13.6 / 0 / 13.2
	ปุ่มเหงือก	ค่าสูงสุด - ต่ำสุดของ ช่องปาก ค่าระยะเวลา (ms) 65.8 / 56.6 / 81.4 ค่าความเข้ม (dB) 13.8 / 1.0 / 12.7
	ปุ่มเหงือก-เพดานแข็ง	ค่าสูงสุด - ต่ำสุดของ ช่องปาก ค่าระยะเวลา (ms) 66.6 / 53.9 / 122.5 ค่าความเข้ม (dB) 14.2 / .03 / 10.5
	เพดานอ่อน	ค่าสูงสุด - ต่ำสุดของ ช่องปาก ค่าระยะเวลา (ms) 61.0 / 62.2 / 87.5 ค่าความเข้ม (dB) 13.9 / .02 / 7.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อพิจารณาแผนภูมิแสดงค่าทางกลสัทศาสตร์ทั้งหมดจะเห็นได้ว่าลักษณะเด่นของค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก มีดังต่อไปนี้

- ลักษณะต่างที่เด่นของพยัญชนะกักก้องและพยัญชนะกักไม่ก้องคือ ในช่วงกักลมพยัญชนะกักก้องมี voiced bar แต่ในพยัญชนะกักไม่ก้องเป็นช่วงเงียบเชิงกล

- ลักษณะต่างที่เด่นของ พยัญชนะพ่นลมและพยัญชนะไม่พ่นลม คือ พยัญชนะพ่นลมคือ พยัญชนะพ่นลมมีค่าระยะเวลาของคลื่นเสียงช่าสูงมาก แต่ในพยัญชนะไม่พ่นลมส่วนใหญ่ไม่มีคลื่นเสียงช่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

สรุปอภิปรายผลและเสนอแนะ

7.1 สรุปและอภิปรายผล

วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาษามีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์โดยการฟัง การวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือ ในการศึกษาวิเคราะห์พยัญชนะในภาษาไทยที่กระทำมาแล้วโดยส่วนมากจะเป็นการวิเคราะห์โดยการฟัง ในการวิเคราะห์เสียงพยัญชนะโดยการฟัง ปรากฏว่าผู้ฟังสามารถแยกแยะเสียงพยัญชนะที่แตกต่างกันได้ หากเป็นเช่นนี้แล้วผู้วิจัยจึงมีความคิดว่า เสียงพยัญชนะที่สามารถแยกแยะความแตกต่างโดยการฟังด้วยหูย่อมที่จะแยกแยะความแตกต่างโดยเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์เสียงพูดได้ เครื่องมือเหล่านี้ (ที่ใช้ในงานวิจัยนี้) ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์คลื่นเสียง (Sound Spectrograph) และ มิงโกกราฟ (Mingograph) ผลจากการศึกษาวิเคราะห์เสียงพยัญชนะกักในภาษาไทยในงานวิจัยนี้พบว่า พยัญชนะกักหน่วยเสียงต่างกัน จะมีลักษณะเชิงกลดังสัญญาณที่ปรากฏในแผ่นภาพคลื่นเสียง และในแผ่นภาพมิงโกแกรมแตกต่างกัน (ดูแผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในภาคผนวก) ลักษณะเชิงกลลัทศาสตร์เหล่านี้อันได้แก่ ลักษณะคลื่นเสียง ค่าระยะเวลา และค่าความเข้มของเสียงแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่นสระที่ปรากฏร่วมและตำแหน่งที่หน่วยเสียงพยัญชนะกักนั้น ๆ ปรากฏในคำทดสอบ ผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

7.1.1 พยัญชนะกักที่มีลักษณะเด่นเสียงต่างกัน มีค่าของลักษณะเชิงกลลัทศาสตร์แตกต่างกันดังนี้

7.1.1.1 ลักษณะคลื่นเสียง

- พยัญชนะกักก้องต่างจากพยัญชนะไม่ก้องเด่นชัดที่สุดในช่วงกักลม พยัญชนะก้อง เป็น voiced bar พยัญชนะไม่ก้องเป็นความเงียบเชิงกล

- ในบรรดาพยัญชนะไม่ก้องด้วยกัน พยัญชนะพ่นลมต่างจากพยัญชนะไม่พ่นลมในช่วงระบายลม พยัญชนะไม่พ่นลมมีความถี่กำทอนที่ชัดเจนในระยะของ Post-C-Trans แต่ในพยัญชนะพ่นลมในตอนต้นช่วงนี้จะเป็นคลื่นเสียงซ่ำ ความถี่กำทอนของ Post-C-Trans จะเป็นคลื่นเสียงซ่ำตามด้วย ความถี่กำทอนของ Post-C-Trans

7.1.1.2 ค่าระยะเวลา

- พยัญชนะไม่พ่นลมมีค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงกักลม แต่พยัญชนะพ่นลม จะมีค่าระยะเวลาสูงที่สุดในช่วงระบายลม

7.1.1.3 ค่าความเข้มของเสียง

- ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะก้องสูงกว่าพยัญชนะไม่ก้อง
- ในบรรดาพยัญชนะไม่ก้องด้วยกัน พยัญชนะพ่นลม มีค่าความเข้มสูงกว่าพยัญชนะไม่พ่นลม
- พยัญชนะทุกกลุ่ม มีค่าความเข้มต่ำที่สุดในช่วงกักลม
- ค่าความเข้มโดยส่วนมากสูงที่สุดในช่วงระบายลม

7.1.2 พยัญชนะกักที่มีลักษณะการคัดแปลงลมในช่องปากต่างกัน

จำแนกออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ 2 แบบ คือ

7.1.2.1 พยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักเสียดแทรก มีค่าของลักษณะเชิงกลแตกต่างกันดังนี้คือ

7.1.2.1.1 ลักษณะคลื่นเสียง ของพยัญชนะกักระเบิดและพยัญชนะกักเสียดแทรกต่างกันที่ช่วงระบายลม

- พยัญชนะกักระเบิดไม่พ่นลม ตอนต้นช่วงระบายลมเป็น Post-C-Trans
- พยัญชนะกักระเบิดพ่นลม เป็นคลื่นเสียงซ่ำตามด้วย Post-C-Trans

- พยัญชนะกักเสียดแทรกไม่พ่นลม เป็นคลื่นเสียงช่าในย่านความถี่เหนือ F2 ของค่า F ของสระที่ประชิดตามด้วย Post-C-Trans
- พยัญชนะกักเสียดแทรกพ่นลม เป็นคลื่นเสียงช่าในย่านความถี่เหนือ F2 ตามด้วยคลื่นเสียงช่าในย่านความถี่ใกล้เคียงกับความถี่ของค่า F ของสระที่ประชิด

7.1.2.1.2 ค่าระยะเวลา

- หากพิจารณาเฉพาะพยัญชนะกักและพยัญชนะกักเสียดแทรกที่มีการพ่นลม หรือ ไม่พ่นลมด้วยกัน จะปรากฏผลดังนี้คือ พยัญชนะกักเสียดแทรกมีค่าระยะเวลาสูงกว่าพยัญชนะกักระเบิด
- เวลารวมทั้งหมดเรียงลำดับจากค่าสูงไปต่ำ เริ่มจากกักเสียดแทรกพ่นลม กักเสียดแทรก-ไม่พ่นลม กักระเบิดพ่นลม และกักระเบิด-ไม่พ่นลม และเป็นที่น่าสังเกตคือ พยัญชนะที่มีค่าระยะเวลาสูงจะมีค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงระบายลม
- พยัญชนะทุกกลุ่ม (ยกเว้นพยัญชนะกักระเบิดไม่ก้องไม่พ่นลม) มีค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงระบายลม ส่วนพยัญชนะกักระเบิดไม่ก้องไม่พ่นลม มีค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงกักลม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ค่าระยะเวลาในช่วงกักลม มักจะตรงข้ามกับช่วงระบายลม คือ ถ้าระยะเวลาสูงสุดในช่วงกักลม ค่าระยะเวลาจะต่ำสุดในช่วงระบายลมและในทางกลับกัน ถ้าค่าระยะเวลาสูงสุดในช่วงระบายลม ค่าระยะเวลาจะต่ำสุดในช่วงกักลม

7.1.2.1.3 ค่าความเข้มของเสียง

- พยัญชนะทุกกลุ่มมีค่าความเข้มเรียงลำดับจากสูงไปต่ำเหมือนกัน คือ สูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม รองลงมาในช่วงระบายลม และ ต่ำสุดในช่วงกักลม ที่เป็นเช่นนี้เพราะในช่วงเริ่มปิดกักลมนั้นเป็นค่าความเข้มของสระซึ่งในการเปล่งเสียงช่องทางเดินเสียงเปิดกว้างกว่าในช่วงกักซึ่งเป็นช่วงที่ช่องทางเดินเสียงปิด

- มีที่น่าสังเกตอยู่จุดหนึ่งคือ ค่าความเข้มที่มีในช่วงกักลมซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้วในช่วงกักลม (โดยเฉพาะพยัญชนะไม่ก้อง) จะไม่มีค่าความเข้ม แต่ค่าความเข้มที่เกิดขึ้นในที่นี้เนื่องจากอิทธิพลของเสียงสุดท้ายของกรอบประโยคหน้าคำทดสอบ (คือเสียง /n/ ในคำว่า /à:n/)

7.1.2.2 พยัญชนะกักระเบิดกับพยัญชนะกักอุบ มีค่าลักษณะเชิงกลแตกต่างกันดังนี้

7.1.2.2.1 ลักษณะคลื่นเสียง

- พยัญชนะกักระเบิด มี Pre-C-Trans ช่วงเงียบเชิงกล และ Post-C-Trans แต่พยัญชนะกักอุบมีเพียง Pre-C-Trans กับช่วงเงียบเชิงกล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.1.2.2.2 ค่าระยะเวลา

- ค่าระยะเวลารวมทั้งหมดของพยัญชนะกักระเบิดมากกว่าค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักอุบเกือบ 2 เท่า (โดยประมาณ) ทั้งนี้เพราะพยัญชนะกักอุบไม่มีการเปล่งเสียงในช่วงระบายลม แต่พยัญชนะกักระเบิดมีการเปล่งเสียงในช่วงนี้
- พยัญชนะกักอุบมีค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงน้อยกว่า พยัญชนะกักระเบิด ดูตารางที่

7.1.2.2.3 ค่าความเข้มของเสียง

- พยัญชนะกักระเบิดมีค่าความเข้มทุกช่วงการเปล่งเสียง แต่พยัญชนะกักอุบมี 2 ช่วง (ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงระบายลม)
- ค่าความเข้มในช่วงกักของพยัญชนะกักอุบเกิดจากอิทธิพลของหน่วยเสียง /s/ ในคำว่า ซิ /sɪ/ ซึ่งเป็นกรอบประโยคหลังคำทดสอบ

7.1.3 พยัญชนะกักที่มีฐานกรณ์ต่างกัน มีค่าของลักษณะเชิงกลแตกต่างกันดังนี้

7.1.3.1 ลักษณะคลื่นเสียง ในที่นี้จะเปรียบเทียบเฉพาะความถี่กำทอน ณ จุดที่ F2 มีการบิดเบนมากที่สุด ณ ช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะกับสระ โดยเฉพาะ F2-trans สรุปได้ดังนี้ คือ ค่า F ณ จุดที่ F2 มีการบิดเบนมากที่สุดของพยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือกและฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือก จะมีการแปรไปน้อยกว่าพยัญชนะกักฐานริมฝีปากและฐานเพดานอ่อนความต่างเหล่านี้อธิบายโดยเหตุผลทางสรีรสัทศาสตร์ได้ว่าพยัญชนะที่มีฐานที่เกิดที่ส่วนขอบของช่องทางเดินเสียงจะมีการแปรของค่า F2 มากกว่า พยัญชนะที่มีฐานที่เกิดอยู่

ส่วนกลางของช่องทางเดินเสียง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากพยัญชนะที่มีฐานที่ส่วนขอบเมื่อเกิดร่วมกับสระขนาดของช่องกำทอนจะแปรไปได้มากกว่าพยัญชนะที่มีฐานเกิดตอนกลาง ปัจจัยอย่างหนึ่งที่ทำให้ค่า F2 แปรไปมากเนื่องจากระยะห่างระหว่างฐานของพยัญชนะกับฐานของสระประชิด

7.1.3.2 ค่าระยะเวลา

- ค่าระยะเวลารวมทั้งหมดสูงที่สุดในพยัญชนะฐานเพดานแข็ง ปุ่มเหงือก ซึ่งมีที่น่าสังเกตคือพยัญชนะฐานนี้เป็นพยัญชนะที่มีการดัดแปลงลมเป็นพยัญชนะกักเสียดแทรก จึงทำให้เกิดปัญหาว่า การที่พยัญชนะฐานนี้มีค่าระยะเวลาสูงที่สุดจะเป็นเพราะฐานที่เกิดหรือเป็นเพราะลักษณะการดัดแปลงลมในช่องปาก
- ในช่วงเริ่มปิดกักลมค่าระยะเวลาของพยัญชนะกักแต่ละฐานไม่ต่างกันมากนัก
- ช่วงกักลม พยัญชนะที่มีฐานที่เกิดส่วนขอบมีค่าระยะเวลาสูงกว่าพยัญชนะที่มีฐานตอนกลางของช่องทางเดินเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพยัญชนะฐานริมฝีปากมีค่าระยะเวลาสูงสุด
- ช่วงระบายลม พยัญชนะฐานเพดานแข็งมีค่าระยะเวลาสูงกว่าฐานอื่นทุกฐานมาก ที่เป็นเช่นนี้หากอธิบายโดยเหตุผลทางสรีรลักษศาสตร์จะได้ว่า การระบายลมของพยัญชนะฐานนี้เกิดขึ้นช้ากว่าพยัญชนะกักฐานอื่น ๆ

7.1.3.3 ค่าความเข้มของเสียง

- ค่าความเข้มของเสียงที่ต่างกันสามารถสังเกตได้ชัดเจน คือ ในช่วงระบายลม ค่าความเข้มของพยัญชนะที่อยู่ฐานนอกสุดมีค่าสูงสุด และฐานถัดไปบ้างในช่องปากรองลงมา และน้อยที่สุดในฐานในสุดคือฐานเพดานอ่อน ที่เป็นเช่นนี้อธิบายโดยเหตุผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทางสรีรสัทศาสตร์ได้ว่าพยัญชนะที่อยู่ฐานในสุดมีช่อง
เปิดน้อยกว่าฐานนอก ๆ ค่าความเข้มของเสียงจึงต่ำกว่า

- ค่าความเข้มในแต่ละช่วงเปล่งเสียงของพยัญชนะกัก
แต่ละกลุ่ม จะเรียงลำดับจากค่าสูงไปต่ำเหมือนกัน คือ
สูงสุดในช่วงเริ่มปิดกักลม รองลงมาช่วงระบายลม
และน้อยที่สุดในช่วงกักลม ที่เป็นเช่นนี้อธิบายโดยเหตุผล
ทางสรีรสัทศาสตร์ได้ดังนี้ คือ ในช่วงเริ่มปิดกักลมนั้นเป็น
ช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากสระจึงมีช่องทางเดินเสียงเปิดมากกว่า
ในช่วงอื่นซึ่งมีการกักกั้นลม ทำให้มีช่องเปิดน้อยลงมาตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 อภิปรายผลและเสนอแนะ

7.2.1 มีข้อน่าสังเกตว่าภาษาทุกภาษามีพยัญชนะกัก และมีจำนวนมาก เมื่อเทียบกับพยัญชนะไม่กัก แต่เหตุใดในวรรณกรรมอ้างอิงจึงมีเอกสารอ้างอิงจำนวนไม่มากนัก เมื่อเทียบกับพยัญชนะชนิดอื่น หรือ สระ ข้อนี้หลังจากที่ได้ศึกษาวิจัยพยัญชนะกักในภาษาไทยในเชิงวรรณานี้แล้ว ผู้วิจัยคิดว่าสาเหตุสำคัญคือ

1. พยัญชนะกักมีการกักกั้นลม (occlusion) ในช่องทางเดินเสียง ระยะเวลาในการเปล่งเสียงค่อนข้างสั้น เพราะต้องมีการระบายลมไปยังสระซึ่งเป็นตัวก่อพยางค์ การศึกษาลักษณะเชิงกลของพยัญชนะเหล่านี้จึงทำได้ค่อนข้างยากเมื่อเทียบกับพยัญชนะชนิดอื่น

2. พยัญชนะกักต้องอาศัยสระเป็นตัวเกาะในการเปล่งเสียงเป็นพยางค์ได้ ดังนั้นค่าเชิงกลของพยัญชนะย่อมจะแปรไปได้มากตามฐานของสระ

3. พยัญชนะกักมีลักษณะการทำงานของเส้นเสียงได้ต่าง ๆ กันหลายแบบ ถ้าจะศึกษาในแนวลึกเช่นศึกษาเฉพาะลักษณะการทำงานของเส้นเสียงของพยัญชนะกักในภาษาใดภาษาหนึ่งก็มีคำตอบที่ต้องแสวงหาด้วยวิธีการที่ละเอียดและซับซ้อนมาก

4. พยัญชนะกักยังมีพยัญชนะกักเสียดแทรกรวมอยู่ด้วย การศึกษาพยัญชนะกักในภาษาหนึ่ง ๆ หากไม่ได้มีความตระหนักในเรื่องนี้อาจเป็นปัญหาได้

5. พยัญชนะในภาษาแต่ละภาษามีความแตกต่างของลักษณะเชิงกลคือในเชิงสัทศาสตร์รวมทั้งข้อจำกัดต่าง ๆ ในการเกิดในพยางค์ คือ แตกต่างในเชิงสัทวิทยา การจะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับพยัญชนะกักจึงทำได้ยากและต้องอาศัยข้อมูลเชิงวรรณาที่ละเอียดพอจากภาษาจำนวนมาก ข้อมูลลักษณะนี้มีปัญหามาก (ดู 1-4)

7.2.2 ในบทที่ 1 ผู้วิจัยได้กล่าวถึงการจัดระบบพยัญชนะกักในภาษาไทยไว้รวมพยัญชนะกักเส้นเสียง ซึ่งมีต่างกัน 2 แบบ คือ

แบบที่ 1				แบบที่ 2			
ph*	th*	ch*	kh*	ph*	th*	ch*	kh*
p	t	c*	k	p*	t*	c*	k*
b*	d*			b	d		g*

(*พยัญชนะที่มีข้อจำกัดในการปรากฏในพยางค์คือปรากฏเฉพาะต้นพยางค์หรือปรากฏเฉพาะท้ายพยางค์ ความแตกต่างที่สำคัญของ 2 ระบบนี้คือ

แบบที่ 1 มี 10 หน่วยเสียง

แบบที่ 2 มี 11 หน่วยเสียง คือมีพยัญชนะกักก้องฐานเพดานอ่อน /g/

แบบที่ 1 พยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลม , พยัญชนะกักก้อง และพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม ฐานปุ่มเหงือก-เพดานแข็ง มีข้อจำกัดในการปรากฏในพยางค์ คือ ปรากฏเฉพาะต้นพยางค์

แบบที่ 2 พยัญชนะกักไม่ก้อง ทั้งชนิดพ่นลมและไม่พ่นลม มีข้อจำกัดในการปรากฏในพยางค์คือ ปรากฏเฉพาะต้นพยางค์ และพยัญชนะกักก้องฐานเพดานอ่อน /g/ ปรากฏเฉพาะท้ายพยางค์

ในแง่สัทวิทยานักระบบเสียงอาจมีเหตุผลที่ต่างกันค่อนข้างมากแล้วแต่ทฤษฎีระบบเสียงที่แต่ละคนตั้งขึ้น

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเชิงสัทศาสตร์ของการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าพยัญชนะกักที่เกิดท้ายพยางค์ คือพยัญชนะกักอุบ /-p, -t, -k/ มีลักษณะเชิงกลใกล้เคียงกับพยัญชนะกักก้อง /b-, d-/ ที่เกิดในตำแหน่งท้ายพยางค์มากกว่าพยัญชนะกักไม่ก้องไม่พ่นลม /p-, t-, k-/ คือค่าระยะเวลาคิดเฉพาะช่วงที่ 1 และ 2 ของพยัญชนะกักอุบและกักก้องใกล้เคียงกันมาก เมื่อเทียบกับพยัญชนะไม่ก้องไม่พ่นลมคือมีค่าจริงเท่ากับ

105.4 /-p, -t, -k/ 91.0 /b-, d-/ 183.6 /p-, t-, k-/

และผลของการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าค่าระยะเวลาเป็นค่าที่สำคัญมากในการแบ่งกลุ่มพยัญชนะ เรื่องนี้น่าจะได้ศึกษาโดยละเอียดต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการใช้กรอบประโยค การใช้กรอบประโยค "อ่าน /ʔàn/ ..... ชี /sì/ จะมีอิทธิพลต่อค่าทางกลสัทศาสตร์ ซึ่งบางครั้งจะสังเกตได้ยากแต่บางครั้งจะสังเกตได้ง่าย กรณีที่สังเกตได้ง่ายที่สุดได้แก่ ค่าความเข้มของเสียงในช่วงกักลมของพยัญชนะไม่ก้อง จากการนำแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำทดสอบคำเดียวกันที่อยู่ในกรอบประโยค และไม่มีกรอบประโยคมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าช่วงกักลมของพยัญชนะกักไม่ก้อง ที่ไม่มีกรอบประโยคจะไม่มีความเข้มของเสียงเกิดขึ้นเลย แต่ในกรณีที่มีกรอบประโยคจะพบว่าในบางครั้งจะปรากฏความเข้มของเสียงขึ้นในช่วงกักลม ทั้งในพยัญชนะกักที่ปรากฏต้นคำทดสอบ และพยัญชนะกักที่ปรากฏท้ายคำทดสอบหลังสระในต้นคำทดสอบค่าความเข้มของเสียงในช่วงกักลมจะเกิดขึ้นกับพยัญชนะกักที่มีฐานเดียวกันกับเสียงในตอนท้ายของคำในกรอบประโยค คือ /n/ ซึ่งมีฐานปุ่มเหงือก /t ,th/ และฐานที่ใกล้เคียงกันคือ ฐานเพดานแข็งปุ่มเหงือก /ch/ ส่วนในกรณีที่พยัญชนะกักปรากฏในตำแหน่งท้ายคำหลังสระ ค่าความเข้มของเสียงในช่วงกักลมจะเกิดกับพยัญชนะกักฐานปุ่มเหงือก /t/ เมื่อปรากฏหลังสระ /a:/ และพยัญชนะกักฐานเพดานอ่อน /k/ เมื่อปรากฏหลังสระ /i:/ ที่เป็นเช่นนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการที่มีความเข้มของเสียงเกิดขึ้นในช่วงกักลมนั้นอาจจะเป็นเพราะสาเหตุจากหลักแห่งความประหยัด (economy of effort) หากพยัญชนะกักที่จะศึกษาที่ปรากฏท้ายคำทดสอบเป็นพยัญชนะฐานเดียวกันกับพยัญชนะในกรอบประโยค "ชี" /sì/ (พยัญชนะฐานปุ่มเหงือก) เมื่อเปล่งเสียงพยัญชนะกักต่อเนื่องกับพยัญชนะฐานเดียวกันซึ่งเป็นพยัญชนะไม่กัก เสียงที่เกิดขึ้นจึงมีความกลมกลืนกัน ทำให้เสียงของพยัญชนะกักซึ่งเป็นเสียงที่มาก่อนสูญเสียลักษณะบางช่วงของการเปล่งเสียงกักไป ทำให้เกิดมีความเข้มของเสียงขึ้น หรือในบางครั้งที่พยัญชนะกักไม่ก้องเกิดระหว่างสระซึ่งเป็นเสียงก้อง อิทธิพลของเสียงก้องที่อยู่หน้าและหลังจะทำให้พยัญชนะกักไม่ก้องกลายเป็นพยัญชนะก้องขึ้นมาได้เช่นกันแต่ก็มีโอกาสน้อยมาก

นอกจากกรอบประโยคมีผลต่อความเข้มของเสียงแล้วยังมีผลกระทบต่อค่าระยะเวลาด้วยโดยเฉพาะในช่วงกักลม ปัญหาที่พบคือ ในกรณีที่เสียงพยัญชนะกักอยู่ในตำแหน่งต้นหรือท้ายคำทดสอบ ในบางครั้งค่าของระยะเวลาในช่วงกักลมอาจจะรวมค่าระยะเวลาของการหยุดเว้นระยะ

(pause)ที่เกิดขึ้นก่อนหรือหลังช่วงกักลมเข้าไปด้วยก็อาจเป็นได้ ทั้งนี้เพราะลักษณะเชิงกลของการหยุดเว้นระยะและช่วงกักลมของพยัญชนะกักไม่แตกต่างกัน หากเป็นเช่นนี้แล้วค่าระยะเวลาที่ได้มาอาจคลาดเคลื่อนจากความจริงไปบ้าง แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาของพยัญชนะกักจะทำโดยปราศจากกรอบประโยคไม่ได้ (ดูบทที่ 1 ข้อ 1.4 ขอบเขตของการวิจัย) เพื่อเป็นการแก้ปัญหาในกรณีที่เสียงข้างเคียงในกรอบประโยคมีอิทธิพลต่อค่าทางกลสัทศาสตร์ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าน่าจะเปลี่ยนจากกรอบประโยคที่ลงท้ายหรือขึ้นต้นด้วยเสียงพยัญชนะดังในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" มาเป็นเสียงสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสระกลาง อันได้แก่ /ɤ:/ ซึ่งเป็นสระที่ตำแหน่งของลิ้นอยู่ในตำแหน่งปกติ (rest position) หากใช้วิธีนี้แล้ว แม้จะแก้ปัญหาที่เกิดจากกรอบประโยคได้ไม่หมดแต่ก็คงลดปัญหาเกี่ยวกับการที่อิทธิพลของเสียงในกรอบประโยคไปมีอิทธิพลต่อพยัญชนะในคำทดสอบได้อย่างมาก

7.2.4 ควรจะมีการศึกษาลักษณะเชิงกลสัทศาสตร์ของระยะเชื่อมต่ออย่างละเอียด ทั้งนี้เพราะเรายังไม่สามารถหาข้อยุติได้ว่าลักษณะเชิงกลในช่วงเชื่อมต่อระหว่างพยัญชนะกักและสระที่ประชิดกันเป็นคุณสมบัติของพยัญชนะหรือของสระที่มาประชิด ดังจะเห็นได้ว่าลักษณะเชิงกลในช่วงนี้ (ตามที่ปรากฏในแผ่นภาพคลื่นเสียง) โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นความถี่กำทอนที่ชัดเจนเหมือนกับความถี่กำทอนของสระที่มาประชิด แต่มีที่น่าสังเกตคือลักษณะเชิงกลในช่วงเชื่อมต่อในบางครั้งจะมีการบิดเบนขึ้นหรือบางครั้งบิดเบนลง ซึ่งต่างจากความถี่กำทอนคงที่ของสระซึ่งสามารถระบุได้แน่นอนว่าเป็นสมบัติของสระที่ประชิด จะไม่มีการบิดเบนขึ้นหรือลง แต่จะคงระดับโดยมีค่าความถี่กำทอนเท่ากัน (โดยประมาณ) หากสามารถทำความกระจ่างในจุดนี้ได้อาจจะนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาให้การวิเคราะห์หรือการสังเคราะห์เสียงพูดในภาษาไทยมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

7.2.5 ควรจะทำการศึกษาลักษณะเชิงกลในช่วงพ่นลมของพยัญชนะกักไม่ก้องพ่นลมแต่ละหน่วยเมื่อเกิดร่วมกับสระ /i:/, /a:/ หรือ /u:/ ทั้งนี้เพราะจากการศึกษามาโดยตลอดผู้วิจัยพบว่าลักษณะคลื่นเสียงช่า ในตอนต้นช่วงระบายลมของพยัญชนะเหล่านี้ลักษณะที่น่าสนใจ และมีปัญหาในการที่จะจัดให้เป็นสมบัติของพยัญชนะหรือสระ ในบางครั้งในช่วงที่มีการพ่นลมนี้จะมีสัญญาณจาง ๆ ซึ่งมีการบิดเบนแตกต่างกันแทรกปะปนในคลื่นเสียงช่า

7.2.6 ควรจะทำการศึกษาลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะกัก เมื่อปรากฏร่วมกับสระอื่น ๆ ทุกหน่วยในภาษาไทย เพื่อจะนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการสังเคราะห์เสียงพูดในภาษาไทยให้กว้างขวางและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

7.2.7 ผลของการวิจัยนี้ให้ค่าทางกลสัทศาสตร์ทั้งที่เป็นค่าจริงและค่าเปรียบเทียบของพยัญชนะกัก 10 หน่วย ในภาษาไทย โดยได้มีการเปรียบเทียบพยัญชนะกักเป็นชุด ๆ ผู้วิจัยมุ่งอธิบายค่าทางกลสัทศาสตร์โดยใช้สถิติเชิงวรรณา เพราะมุ่งที่จะอธิบายรูปแบบของลักษณะเชิงกลของพยัญชนะชุดต่าง ๆ เปรียบเทียบกันทั้งในช่วงเริ่มปิดกักลม ช่วงกักลมและช่วงระบายลม มิได้ออกแบบการวิจัยเพื่อศึกษาว่าค่าที่ต่างเหล่านี้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่อย่างไร หากได้มีการศึกษาเพื่อหานัยสำคัญของค่าเชิงกลโดยระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลองเพื่อตอบรับหรือปฏิเสธสมมติฐานตามแนวลึกจะต้องออกแบบการวิจัยอีกลักษณะหนึ่งซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาวิจัยต่อ

7.2.8 ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ผู้บอกภาษาเพียงคนเดียว แต่ให้พูดคำทดสอบคำละ 6 ครั้ง ทั้งนี้เพราะมุ่งศึกษาลักษณะทางกลสัทศาสตร์ในผู้พูดเพียงคนเดียวที่เกิดการแปรโดยปริบททางเสียงต่าง ๆ กันเท่านั้น ในทางกลับกัน ถ้าใช้ผู้บอกภาษาหลายคนที่ต่างเพศต่างอายุกัน ก็จะทำให้เห็นความหลากหลายของการแปรของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ในการพูดของแต่ละบุคคลได้มากขึ้น อันจะทำให้สามารถนำไปใช้งานได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

7.2.9 การศึกษาพยัญชนะกักในภาษาไทยทางสรีรสัทศาสตร์เชิงทดลองมีน้อยมากที่มีอยู่ก็ไม่มีการเผยแพร่ เรายังต้องการการศึกษาพยัญชนะในภาษาไทยด้วยเทคนิคทางสรีรสัทศาสตร์เชิงทดลอง เช่น การศึกษาภาพยนตร์เอกซเรย์ (Cineradiographic Study) การศึกษาการควบคุมแรงดันลมในการเปล่งเสียง (Aerodynamic Study) หรือ การศึกษาการควบคุมแรงดันลมและการทำงานของกล้ามเนื้อในการเปล่งเสียง (Aerodynamic-myoelastic Study) การศึกษาภาพถ่ายลิ้น (Linguagraphic Study) การศึกษาภาพถ่ายเพดานปาก (Palatographic Study) การศึกษาลักษณะของริมฝีปาก (Labiographic Study) และอื่น ๆ ซึ่งหากได้มีการศึกษาเชิงสรีรสัทศาสตร์ประกอบด้วยแล้วผู้วิจัยเชื่อว่าจะทำให้เห็นความสัมพันธ์ของลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์กับลักษณะเชิงกลของพยัญชนะซึ่งเป็นผลของการวิจัยในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี จุดที่ควรเน้นศึกษาเป็นพิเศษคือ ดูความเปลี่ยนแปลงในช่วงเชื่อมต่อระหว่างเสียงพยัญชนะกับเสียงสระ

บรรณานุกรม

ห้องสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาไทย

ธนานันท์ ตรงดี. "การวิเคราะห์พยัญชนะไม่ก้องเชิงกลสัทศาสตร์ในภาษาไทย" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

สุดาพร ลักษณียนาวิน. "เอกสารประกอบการบรรยาย วิชาสัทศาสตร์ (141 610)." ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

_____. สัทศาสตร์ และภาษาศาสตร์. พระนคร : เทคเพรสเซอร์วิส, 2529.

สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. ภาษาไทย 3 เล่มที่ 1 หน่วยที่ 1-6 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2525.

ภาษาต่างประเทศ

Abercrombie, David. Element of General Phonetics. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1967.

Abramson, Arthur S, and others. "The perception of English stops by speakers of English, Spanish, Hungarian and Thai : A tape-cutting experiment in Language and Speech Vol. 3 Part 2 April-June 1960, pp. 71-77.

Abramson, Arthur. The Vowels and Tones of Standard Thai : Acoustic Measurements and Experiments. Bloomington : US. Research centre in Anthropology, Folklore and Linguistics, 1962.

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abramson, Arthur S, & Lisker, Leigh. "Distintive features and laryngeal control", in Language Vol. 47 No. 4 December, 1971

Brosnahan, L.F., & Malmberg. Introduction to Phonetics, Cambridge University Press, 1970.

Denes, P., and E. Pinson. The Speech Chain : The Physics and Biology of Spoken Language. New York : Anchor Press, 1973.

Fant, G. Acoustic Theory of Speech Production. The Hague : Mouton & Co, 1960.

_____. "Analysis and synthesis of speech process." In Manual of Phonetics, pp. 175-277. Edited by Malmberg, Amsterdam : North-Holland Publishing Company, 1968.

Flanagan, J.L. Speech Analysis Synthesis and Perception New York : Springer-Verlag, 1972.

Fry , D.B. The Physics of Speech. London : Cambridge University Press, 1979.

Gandour, Jackson. "Consonant types and tone in Siamese." In Journal of Phonetics 2 (1974): pp. 92-177.

_____. "A voice onset time analysis of word-initial stops Thai"in Linguistics of the Tibeto-Burman Area Thurgood (ed.) Vol.8.2 Spring 1985, pp. 68-80.

Gandour, J. and Ian Madison. "Measuring larynx movement in Standard Thai using cricothyrometre" In Phonetica 4(1972): 241-267.

Ladefoged, Peter. Element of Acoustic Phonetics. Chicago: The University of Chicago Press, 1962.

_____. A Course in Phonetics. New York : Harcourt Brace Jovano, vich, Inc., 1975.

_____. "What are linguistic sounds made of?" In UCLA Working Papers of Phonetics 45, pp. 1-24. CA : UCLA Department of Linguistics, 1979.

Ladefoged, Peter., and Harshman, Richard. "Formant frequcy and movement of the tongue." In UCLA Working Papers of Phonetics 45, pp. 39-52 CA : UCLA Department of Linguistics, 1979.

Lehiste, Ilse. Readings in Acoustic Phonetics. Mass : M.I.t. Press, 1970.

_____. Suprasegmentals. Cambridge : M.I.T. Press, 1970.

Malmberg, B. Manual of Phonetics. Amsterdam : North-Holland Pbulishing Co., 1970.

Painter, Colin. An Introduction to Instrumental Phonetics. Baltimore : University Park Press, 1970.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Pickett, J.M. The Sound of Speech Communication. Baltimore; University Park Press, 1980.

Potter, R. K., Kopp, G.A., and Green, Visible Speech. New York : D. Van Nostrand Company, 1947.

Sudaporn Luksaneeyanawin. "Intonation in Thai." Ph.D. Dissertation University of Edinburgh, 1983.

Theeraphan Luangthongkum. "Rhythm in Thai." Ph.D. Dissertation University of Edinburgh, 1977.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ค่าทางกลสัทศาสตร์ ที่จะนำเสนอในภาคผนวกต่อไปนี้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดค่าต่าง ๆ ทางกลของพยัญชนะกัก เมื่อพยัญชนะกักปรากฏร่วมกับสระประชิด /i:,a:,u:/ ในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบซึ่งเปล่งเสียงโดยผู้บอกภาษาคนเดียวกันคำละ 6 ครั้ง ค่าทางกลสัทศาสตร์เหล่านี้ได้แก่ค่าความถี่กำทอนของ F1, F2-Trans ค่าระยะเวลาแต่ละช่วงในการเปล่งเสียงพยัญชนะกัก และค่าความเข้มของเสียง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 37 ค่าความถี่ก่ำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการขึดเบนเมื่อหน่วยเสียง /p/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบททางเสียงต่าง ๆ

สระประธิด	ตำแหน่ง	F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก่ำทอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก่ำทอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	470	418	397	347	323	+147	1862	2030	2187	2277	2312	-450
	ระหว่างสระ	432	388	350	330	303	+129	1808	2098	2197	2252	2285	-477
	ท้ายคำ	383	340	330	303	283	+100	2040	2148	2208	2263	2315	-275
	$\bar{X}$	428	382	359	327	303	+125	1903	2092	2197	2264	2304	401
a:	ต้นคำ	522	667	762	832	892	-370	1128	1250	1337	1408	1462	-334
	ระหว่างสระ	583	748	865	913	977	-394	1042	1188	1298	1357	1392	-350
	ท้ายคำ	667	805	903	953	1013	-346	1178	1278	1383	1425	1462	-284
	$\bar{X}$	591	740	843	899	961	-370	1116	1239	1339	1397	1439	323
u:	ต้นคำ	378	378	378	378	378	0	807	738	687	643	615	+192
	ระหว่างสระ	287	287	287	287	287	0	718	662	610	565	527	+191
	ท้ายคำ	350	350	350	350	350	0	688	657	617	592	557	+131
	$\bar{X}$	338	338	338	338	338	0	738	686	638	600	566	+171

ตารางที่ 38 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /p/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii	รวม
i:	ต้นคำ	-*	90	46	136
	ระหว่างสระ	64	99	51	214
	ท้ายคำ	45	48	-*	93
	$\bar{X}$	55	79	49	148
a:	ต้นคำ	-*	90	41	131
	ระหว่างสระ	61	86	47	194
	ท้ายคำ	62	54	-*	116
	$\bar{X}$	62	77	44	147
u:	ต้นคำ	-*	91	47	138
	ระหว่างสระ	48	89	52	189
	ท้ายคำ	45	59	-*	104
	$\bar{X}$	47	80	50	144

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /p/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 39 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /p/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	0	15.7
	ระหว่างสระ	12.8	0	15.0
	ท้ายคำ	14.6	0	-*
	$\bar{X}$	13.7	0	15.4
a:	ต้นคำ	-*	0	16.4
	ระหว่างสระ	15.2	0	16.7
	ท้ายคำ	16.0	0	-*
	$\bar{X}$	15.6	0	16.6
u:	ต้นคำ	-*	0	15.3
	ระหว่างสระ	12.4	0	14.3
	ท้ายคำ	13.3	0	-*
	$\bar{X}$	12.9	0	14.8

*ในบริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /p/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 40 ค่าความถี่กำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /t/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่างเสียงต่าง ๆ

สระประธิต	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่กำทอน (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่กำทอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่กำทอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	545	487	448	395	357	+188	1945	2083	2185	2263	2313	-368
	ระหว่างสระ	437	405	387	383	378	+59	2025	2107	2222	2285	2455	-430
	ท้ายคำ	418	380	360	343	315	+103	2078	2183	2253	2307	2340	-262
	$\bar{X}$	467	424	398	374	353	+117	2016	2145	2220	2285	2369	-353
a:	ต้นคำ	590	755	832	887	923	-333	1768	1627	1538	1443	1428	+340
	ระหว่างสระ	565	722	827	873	925	-360	1605	1503	1458	1420	1385	+220
	ท้ายคำ	702	828	233	982	1017	+702	1745	1462	1555	1508	1475	+270
	$\bar{X}$	619	768	864	914	955		1706	1531	1517	1457	1429	277
u:	ต้นคำ	597	502	452	403	360	+237	1177	1010	878	760	653	+524
	ระหว่างสระ	563	498	450	402	360	+203	1145	940	812	693	622	+523
	ท้ายคำ	608	468	388	328	300	+308	1317	1008	835	667	567	-750
	$\bar{X}$	589	489	430	378	340	+249	1213	986	842	707	614	+599

ตารางที่ 41 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /t/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms)			
		ช่วงการเปล่งเสียง			รวม
		i	ii	iii	
i:	ต้นคำ	-*	72	52	124
	ระหว่างสระ	61	91	54	206
	ท้ายคำ	51	32	-*	83
	$\bar{X}$	56	65	53	138
a:	ต้นคำ	-*	75	52	127
	ระหว่างสระ	57	75	47	179
	ท้ายคำ	60	49	-*	109
	$\bar{X}$	59	66	50	138
u:	ต้นคำ	-*	72	67	139
	ระหว่างสระ	76	76	73	225
	ท้ายคำ	68	44	-*	112
	$\bar{X}$	72	74	70	159

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /t/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 42 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /t/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	0	15.4
	ระหว่างสระ	13.6	0	14.5
	ท้ายคำ	14.7	0	-*
	$\bar{X}$	14.2	0	15.0
a:	ต้นคำ	-*	0	16.8
	ระหว่างสระ	15.6	0	16.0
	ท้ายคำ	16.6	0	.4
	$\bar{X}$	16.7	0	16.4
u:	ต้นคำ	-*	0	15.8
	ระหว่างสระ	11.8	0	15.3
	ท้ายคำ	13.8	0	-*
	$\bar{X}$	12.8	0	15.6

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /t/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 43 ค่าความถี่ก้องของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /c/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบททางเสียงต่าง ๆ

สระประธาน	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่ก้องหอน (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก้องหอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก้องหอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	375	375	375	375	375	0	2208	2227	2295	2332	2347	-139
	ระหว่างสระ	332	332	332	332	332	0	2215	2257	2305	2328	2340	-125
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	354	354	354	354	354	0	2212	2054	2300	2330	2344	-132
a:	ต้นคำ	408	548	673	832	918	-510	1957	1790	1708	1607	1517	+440
	ระหว่างสระ	425	592	758	883	938	-513	2150	1892	1725	1617	1552	+598
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	417	570	7155	858	928	-512	2054	1841	1717	1612	1535	+519
u:	ต้นคำ	383	383	383	383	383	0	1482	1183	977	792	657	+825
	ระหว่างสระ	460	435	410	402	397	+63	1270	942	797	708	642	+628
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	422	409	391	393	390	+32	1376	1063	887	750	650	727

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 44 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /c/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด.	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii	รวม
i:	ต้นคำ	-*	94	67	161
	ระหว่างสระ	59	79	87	225
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	59	87	77	193
a:	ต้นคำ	-*	58	82	140
	ระหว่างสระ	73	56	103	232
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	73	57	93	186
u:	ต้นคำ	-*	71	117	188
	ระหว่างสระ	74	72	96	242
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	74	72	107	215

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /c/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /c/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 45 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /c/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	0	7.2
	ระหว่างสระ	13.8	0	6.9
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	13.8	0	7.1
a:	ต้นคำ	-*	0	8.3
	ระหว่างสระ	15.2	0	8.5
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	15.2	0	8.4
u:	ต้นคำ	-*	0	8.3
	ระหว่างสระ	13.8	0	9.3
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	13.8	0	8.8

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /c/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /c/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 46 ค่าความถี่ก่ำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบนเมื่อหน่วยเสียง /k/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ

สระประธิด	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่ก่ำทอน (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก่ำทอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก่ำทอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	317	317	317	317	317	0	2398	2385	2373	2368	2353	+45
	ระหว่างสระ	373	323	323	323	323	0	2517	2467	2397	2355	2325	+192
	ท้ายคำ	393	358	318	303	390	-103	2525	2425	2353	2313	2267	
	$\bar{X}$	344	333	319	314	310	-34	2525	2425	2353	2313	2267	
a:	ต้นคำ	513	688	827	928	928	-469	1838	1742	1658	1578	1523	+315
	ระหว่างสระ	435	645	770	892	945	-510	1833	1700	1617	1530	1465	+368
	ท้ายคำ	695	817	932	988	1018	+323	1692	1602	1552	1513	1478	+214
	$\bar{X}$	548	718	843	936	982	-434	1788	1681	1609	1540	1489	+299
u:	ต้นคำ	355	355	355	355	355	0	817	743	718	687	662	+155
	ระหว่างสระ	345	345	345	345	345	0	620	620	620	620	620	0
	ท้ายคำ	300	300	300	300	300	0	620	575	545	522	572	+108
	$\bar{X}$	333	333	333	333	333	0	686	646	628	610	618	+88

ตารางที่ 47 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /k/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms)			
		ช่วงการเปล่งเสียง			รวม
		i	ii	iii	
i:	ต้นคำ	-*	95	46	141
	ระหว่างสระ	60	92	59	211
	ท้ายคำ	64	20	-*	84
	$\bar{X}$	62	69	53	146
a:	ต้นคำ	-*	72	66	138
	ระหว่างสระ	78	81	69	228
	ท้ายคำ	79	53	-*	132
	$\bar{X}$	79	69	68	166
u:	ต้นคำ	-*	81	66	147
	ระหว่างสระ	50	85	55	190
	ท้ายคำ	48	68	-*	116
	$\bar{X}$	49	78	61	151

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /k/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /k/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 48 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /k/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	0	4.7
	ระหว่างสระ	13.2	0	4.9
	ท้ายคำ	14.3	1.3	-*
	$\bar{X}$	13.8	0	4.8
a:	ต้นคำ	-*	0	9.1
	ระหว่างสระ	15.8	0	8.1
	ท้ายคำ	16.5	0	-*
	$\bar{X}$	16.2	0	8.6
u:	ต้นคำ	-*	0	3.3
	ระหว่างสระ	13.1	0	5.2
	ท้ายคำ	13.2	0	-*
	$\bar{X}$	13.2	0	4.3

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /k/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 49 ค่าความถี่ก้าทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบน เมื่อหน่วยเสียง /ph/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ

สระประธิต	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่ก้าทอน (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก้าทอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก้าทอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	382	370	338	333	330	+52	1990	2095	2162	2185	2218	-228
	ระหว่างสระ	350	340	327	323	317	+33	2033	2093	2152	2172	2180	-147
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	366	355	333	328	324	+43	2012	2094	2157	2179	2199	-188
a:	ต้นคำ	563	687	803	883	920	-357	1067	1192	1305	1352	1392	-325
	ระหว่างสระ	567	733	733	925	968	-401	1133	1290	1358	1405	1432	-299
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	565	710	768	904	944	-379	1100	1241	1332	1379	1412	-312
u:	ต้นคำ	380	380	380	380	380	0	892	795	738	715	672	+220
	ระหว่างสระ	442	395	358	345	335	+107	867	792	725	680	627	+249
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	411	388	369	363	358	+54	880	794	732	698	650	235

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 50 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /ph/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms)			
		ช่วงการเปล่งเสียง			รวม
		i	ii	iii	
i:	ต้นคำ	-*	65	87	152
	ระหว่างสระ	59	66	98	223
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	59	66	93	188
a:	ต้นคำ	-*	56	95	151
	ระหว่างสระ	53	50	80	183
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	53	53	88	167
u:	ต้นคำ	-**	44	83	127
	ระหว่างสระ	53	44	98	195
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	53	44	91	161

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /ph/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /ph/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 51 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /ph/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	0	7.5
	ระหว่างสระ	13.6	0	10.5
	ท้ายคำ	-*	-*	-*
	$\bar{X}$	13.6	0	9.0
a:	ต้นคำ	-*	0	10.8
	ระหว่างสระ	15.3	0	10.8
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	15.3	0	10.8
u:	ต้นคำ	-*	0	6.1
	ระหว่างสระ	12.2	0	6.5
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	12.2	0	6.3

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /ph/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /ph/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 52 ค่าความถี่ก้าทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบน เมื่อหน่วยเสียง/th/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทางเสียงต่าง ๆ

สระประธิด	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่ก้าทอน (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก้าทอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก้าทอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	355	347	343	338	338	+17	2110	2168	2197	2227	2233	-123
	ระหว่างสระ	422	358	347	347	345	+77	2180	2262	2293	2305	2308	-128
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	389	353	345	343	342	+97	2145	2215	2245	2266	2271	-126
a:	ต้นคำ	505	667	818	942	982	-477	1850	1675	1588	1517	1463	+387
	ระหว่างสระ	425	675	850	933	975	-550	1692	1758	1617	1542	1467	+425
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	465	671	834	938	979	514	1871	1717	1603	1530	1465	+406
u:	ต้นคำ	348	348	348	348	348	0	1158	1000	890	773	675	+483
	ระหว่างสระ	362	362	362	362	362	0	1138	1000	895	775	675	+463
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	355	355	355	355	355	0	1148	1000	893	774	675	+473

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 53 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /th/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด.	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms)			
		ช่วงการเปล่งเสียง			รวม
		i	ii	iii	
i:	ต้นคำ	-*	60	100	160
	ระหว่างสระ	56	37	115	208
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	56	49	108	184
a:	ต้นคำ	-*	20	117	137
	ระหว่างสระ	56	43	75	174
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	56	32	96	156
u:	ต้นคำ	-*	25	117	143
	ระหว่างสระ	86	36	107	229
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	86	31	112	186

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /th/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /th/ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 54 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /th/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	0	6.8
	ระหว่างสระ	13.0	0	6.9
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	13.0	0	6.9
a:	ต้นคำ	-*	1	10.3
	ระหว่างสระ	15.2	0	10.3
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	15.2	0	10.3
u:	ต้นคำ	-*	0	5.8
	ระหว่างสระ	13.3	0	8.1
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	13.3	0	7.0

*ในบริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /th/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /th/ ไม่ปรากฏในบริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 55 ค่าความถี่ก่ำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิด เบน เมื่อหน่วย เสียง/ch/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง เสียงต่าง ๆ

สระประธิต	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่ก่ำทอน (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก่ำทอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก่ำทอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	367	347	322	312	302	+65	2117	2147	2188	2202	2210	-93
	ระหว่างสระ	362	362	362	362	362	0	2300	2302	2303	2308	2308	-8
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	365	355	342	337	332	33	2209	2225	2246	2255	2259	-51
a:	ต้นคำ	417	363	837	900	967	-550	2017	1782	1667	1558	1500	+517
	ระหว่างสระ	425	608	805	918	975	-550	2042	1863	1717	1602	1537	+505
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	421	646	821	909	971	-550	2030	1823	1692	1580	1519	+511
u:	ต้นคำ	397	387	383	383	383	+14	1317	1083	883	725	625	+692
	ระหว่างสระ	380	358	358	358	358	+22	1313	1048	872	738	632	+681
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	389	373	371	371	371	18	1315	1066	878	732	629	+687

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 56 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /ch/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms)			
		ช่วงการเปล่งเสียง			รวม
		i	ii	iii	
i:	ต้นคำ	-*	97	125	222
	ระหว่างสระ	52	35	133	220
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	52	66	129	221
a:	ต้นคำ	-*	23	132	155
	ระหว่างสระ	57	27	118	202
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	57	25	125	179
u:	ต้นคำ	-*	17	150	167
	ระหว่างสระ	86	18	175	279
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	86	18	163	223

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /ch/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /ch/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 57 ค่าความเข้มในแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /ch/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	0	12.6
	ระหว่างสระ	13.3	0	14.2
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	13.3	0	13.4
a:	ต้นคำ	-*	0	12.2
	ระหว่างสระ	15.4	0.4	13.2
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	15.4	0.2	12.7
u:	ต้นคำ	-*	0	12.3
	ระหว่างสระ	13.6	0	14.6
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	13.6	0	13.5

---

* ในบริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /ch/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

** หน่วยเสียง /ch/ ไม่ปรากฏในบริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5ข ค่าความถี่ก้าทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการยืดเยื่อเมื่อหน่วยเสียง /kh/ ปรากฏร่วมกับสระ /I:,a:,u:/ ในบริบทต่าง ๆ

สระประธิต	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่ก้าทอน (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก้าทอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก้าทอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
I:	ต้นคำ	320	320	320	320	320	0	2398	2385	2373	2368	2353	+45
	ระหว่างสระ	350	350	350	350	350	0	2268	2242	2225	2220	2212	+56
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	313	313	313	313	313	0	2333	2314	2299	2294	2283	51
a:	ต้นคำ	567	717	825	925	975	-468	1738	1632	1542	1510	1473	+265
	ระหว่างสระ	458	608	750	817	867	-409	1625	1542	1462	1445	1408	+217
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	342	663	788	871	921	-409	1682	1587	1502	1478	1441	+241
u:	ต้นคำ	360	342	333	308	300	+60	650	628	612	603	595	+55
	ระหว่างสระ	362	320	307	293	280	+82	647	620	590	568	558	+89
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	361	331	320	301	290	+71	649	624	601	586	577	+72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 59 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /kh/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii	รวม
i:	ต้นคำ	-*	50	144	194
	ระหว่างสระ	66	26	134	226
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	66	38	139	210
a:	ต้นคำ	-*	34	120	154
	ระหว่างสระ	65	45	115	225
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	65	40	118	190
u:	ต้นคำ	-*	43	127	170
	ระหว่างสระ	47	42	138	227
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	47	43	133	199

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /kh/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /kh/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 60 ค่าความเข้มแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /kh/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	0	10.0
	ระหว่างสระ	14.0	0	10.3
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	14.0	0	10.2
a:	ต้นคำ	-*	0	10.3
	ระหว่างสระ	14.9	0	9.8
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	14.9	0	10.1
u:	ต้นคำ	-*	0	9.3
	ระหว่างสระ	12.6	.2	5.5
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	12.6	0	7.4

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /kh/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /kh/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 61 ค่าความถี่ก้ำทอนของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบน เมื่อหน่วยเสียง /b/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ

สระประธิด	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่ก้ำทอน (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก้ำทอน					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก้ำทอน					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	363	363	363	363	363	0	1878	2010	2103	2103	2230	-352
	ระหว่างสระ	308	308	308	308	308	0	1943	2062	2157	2217	2257	-314
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	336	336	336	336	336	0	1911	2036	2080	2160	2244	-333
a:	ต้นคำ	628	745	830	892	930	-302	1108	1225	1308	1360	1427	-319
	ระหว่างสระ	563	682	788	850	932	-369	998	1142	1337	1395	1430	-432
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	596	741	809	912	931	336	1053	1225	1323	1378	1429	376
u:	ต้นคำ	322	322	322	322	322	0	648	648	648	648	648	0
	ระหว่างสระ	377	377	377	377	377	0	658	655	655	640	638	+20
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	350	350	350	350	350	0	653	652	652	644	643	+10

ตารางที่ 52 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /b/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms)			
		ช่วงการเปล่งเสียง			รวม
		i	ii	iii	
i:	ต้นคำ	-*	81	32	113
	ระหว่างสระ	44	79	36	159
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	44	80	34	136
a:	ต้นคำ	-*	58	48	106
	ระหว่างสระ	53	64	54	171
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	53	61	51	139
u:	ต้นคำ	-*	79	34	113
	ระหว่างสระ	37	79	25	141
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	37	79	30	127

* ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /b/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /b/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 63 ค่าความเข้มแต่ละช่วงการเปล่งเสียง ของหน่วยเสียง /b/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ในบริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	2.5*	14.8*
	ระหว่างสระ	13.3	1.9	14.1
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	13.3	4.9	14.5
a:	ต้นคำ	-*	2.6	17.2
	ระหว่างสระ	15.2	2.4	17.4
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	15.2	5.0	17.3
u:	ต้นคำ	-*	2.4	14.3
	ระหว่างสระ	12.6	1.3	13.5
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	12.6	3.7	13.9

*ในบริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /b/ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /b/ ไม่ปรากฏในบริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 64 ค่าความถี่ก้องของ F1-Trans และ F2-Trans และพิสัยของการบิดเบน เมื่อหน่วยเสียง /d/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในบริบททางเสียงต่าง ๆ

สระประกบ	ตำแหน่ง	ค่าเฉลี่ยของค่าความถี่ก้องของ (หน่วย : เฮิร์ตซ์ : Hz)											
		F1 - Trans						F2 - Trans					
		จุดที่วัดความถี่ก้อง					พิสัย	จุดที่วัดความถี่ก้อง					พิสัย
		0%	25%	50%	75%	100%		0%	25%	50%	75%	100%	
i:	ต้นคำ	438	418	385	368	342	+96	1978	2087	2180	2223	2260	-282
	ระหว่างสระ	353	353	353	353	353	0	2008	2115	2183	2238	2267	-259
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	396	386	369	361	348	+48	1993	2101	2182	2231	2264	-180
a:	ต้นคำ	550	707	818	907	967	-417	1800	1690	1613	1557	1517	+283
	ระหว่างสระ	527	683	782	858	902	-375	1880	1780	1667	1553	1467	+413
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	539	695	800	883	935	-396	1840	1735	1640	1555	1492	+348
u:	ต้นคำ	328	328	328	328	328	0	1678	1312	1058	850	688	+990
	ระหว่างสระ	367	367	367	367	367	0	1417	1133	952	800	700	+717
	ท้ายคำ												
	$\bar{X}$	348	348	348	348	348	0	1548	1223	1005	825	694	854

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 65 ค่าระยะเวลาในแต่ละช่วงการเปล่งเสียงของหน่วยเสียง /d/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ ในปริบทต่าง ๆ

สระประชิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปล่งเสียง i	ii	iii	รวม
i:	ต้นคำ	-*	54	45	99
	ระหว่างสระ	39	55	58	152
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	39	55	52	126
a:	ต้นคำ	-*	26	55	81
	ระหว่างสระ	55	47	71	173
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	55	37	63	127
u:	ต้นคำ	-*	93	91	184
	ระหว่างสระ	69	50	172	222
	ท้ายคำ	-**	-	-	-
	$\bar{X}$	69	72	132	203

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /d/ ไม่มีการเปล่งเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /d/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 66 ค่าความเข้มแต่ละช่วงการเปลี่ยงเสียง ของหน่วยเสียง /d/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:,a:,u:/ในปริบทต่าง ๆ

สระประธิด	ตำแหน่ง	ค่าระยะเวลา (หน่วย : ms) ช่วงการเปลี่ยงเสียง i	ii	iii
i:	ต้นคำ	-*	2.4	14.0
	ระหว่างสระ	13.3	2.3	13.9
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	13.3	2.4	14.0
a:	ต้นคำ	-*	3.8	16.1
	ระหว่างสระ	15.4	3.3	16.0
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	15.4	3.6	16.1
u:	ต้นคำ	-*	3.1	14.8
	ระหว่างสระ	12.6	3.4	12.9
	ท้ายคำ	-**	-**	-**
	$\bar{X}$	12.6	3.3	13.9

*ในปริบทเหล่านี้หน่วยเสียง /d/ ไม่มีการเปลี่ยงเสียงช่วงนี้

**หน่วยเสียง /d/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

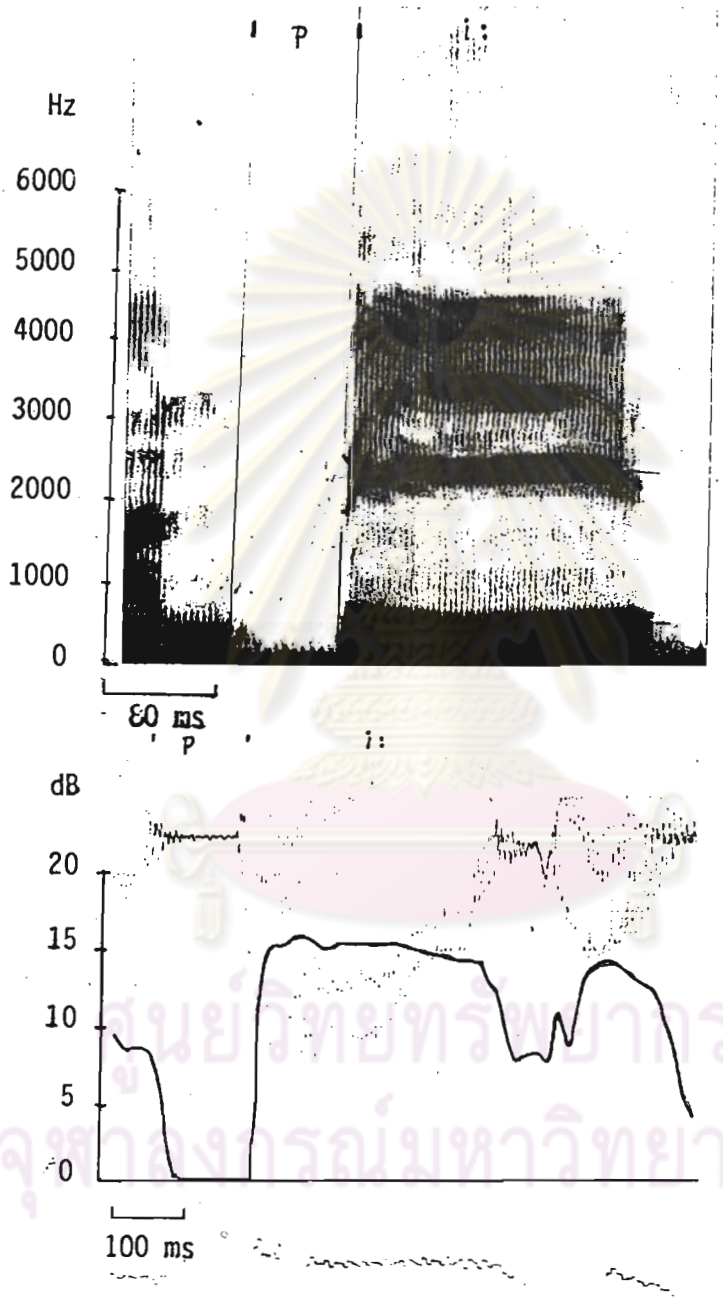
ตัวอย่างแผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมที่จะนำเสนอในภาคผนวกต่อไปนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

1. คำทดสอบอยู่ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ" /a:n...si/ ได้แก่ แผ่นภาพคลื่นเสียงของคำทดสอบที่มีโครงสร้างของพยางค์ #.C̀V:.# และ #:V:C.#

2. คำทดสอบอยู่ในกรอบประโยค ได้แก่ แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำทดสอบที่มีโครงสร้างของพยางค์ #.V:.C̀V:.#

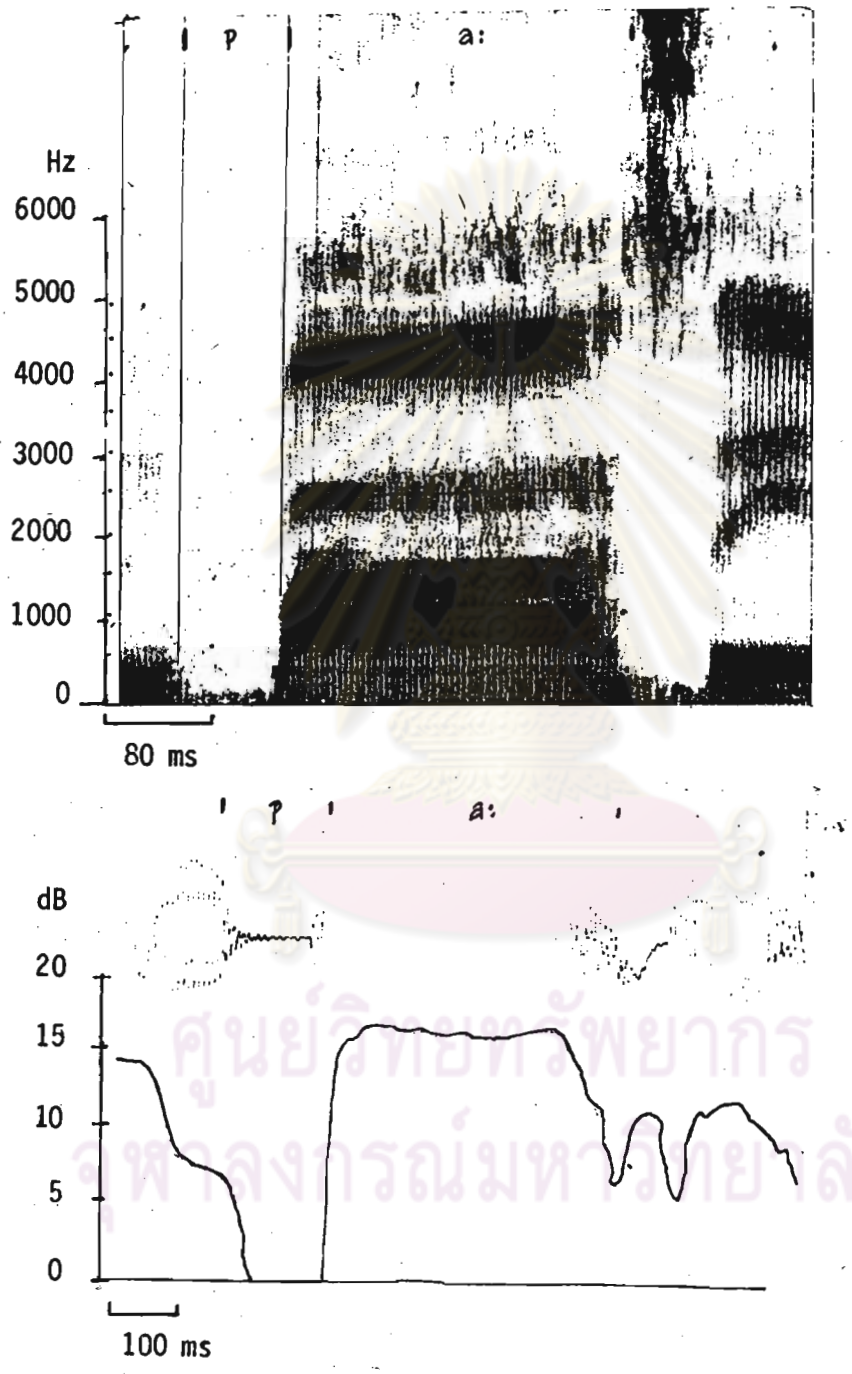
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 6 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมคำว่า "ปี" /pi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



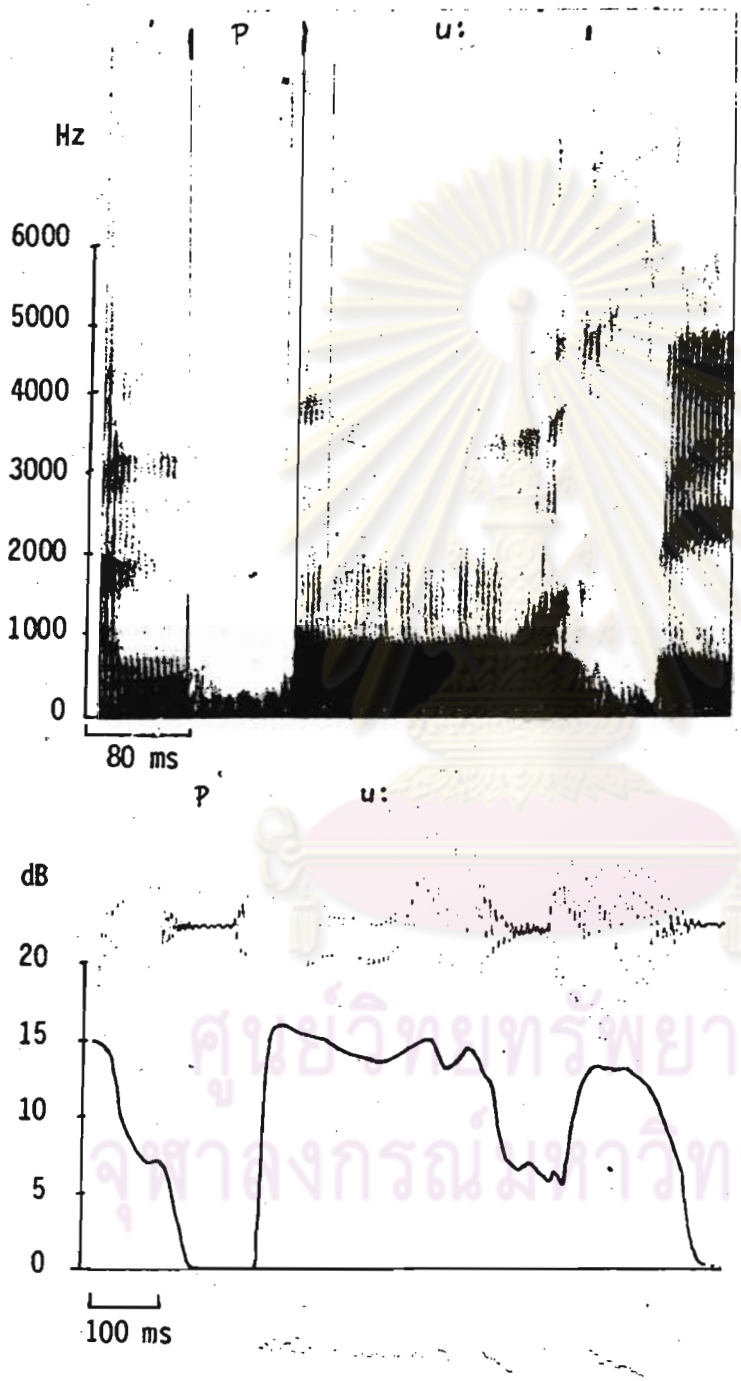
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 7 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพบิงไกแกรมคำว่า "ปา" /pa:/
ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



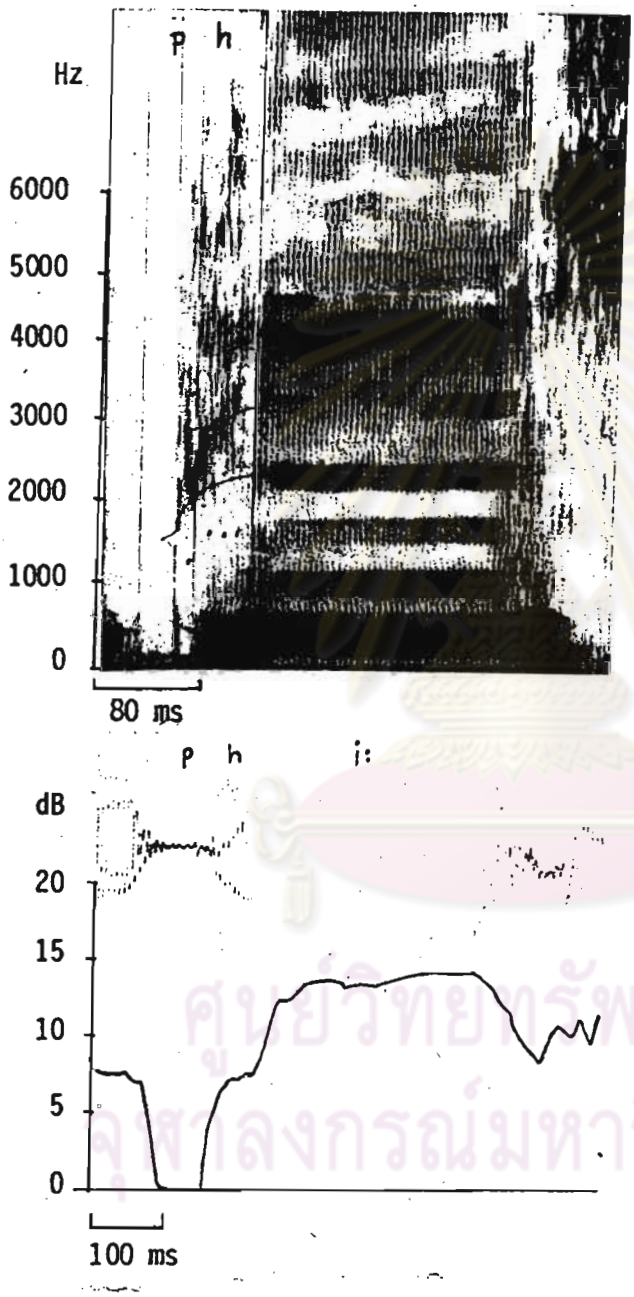
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 8 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "ปู" /pu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



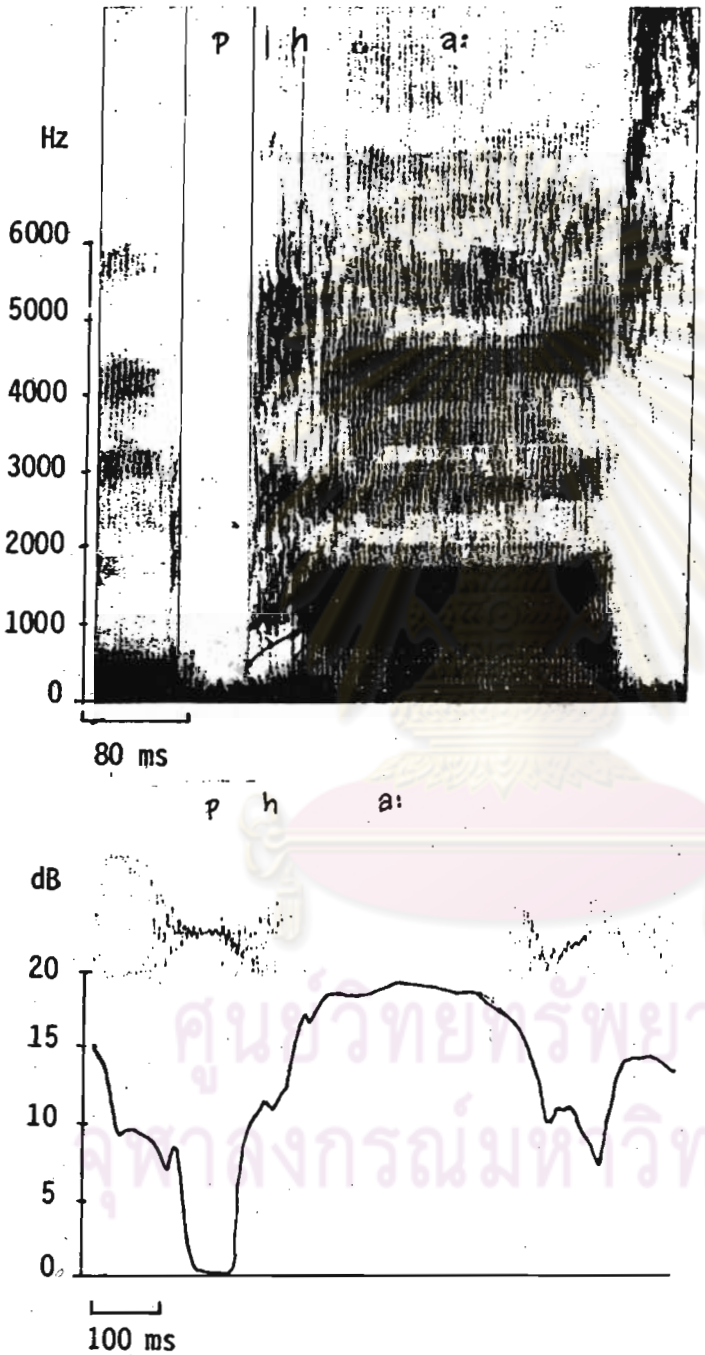
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 9 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมคำว่า "พี" /phi:/
ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



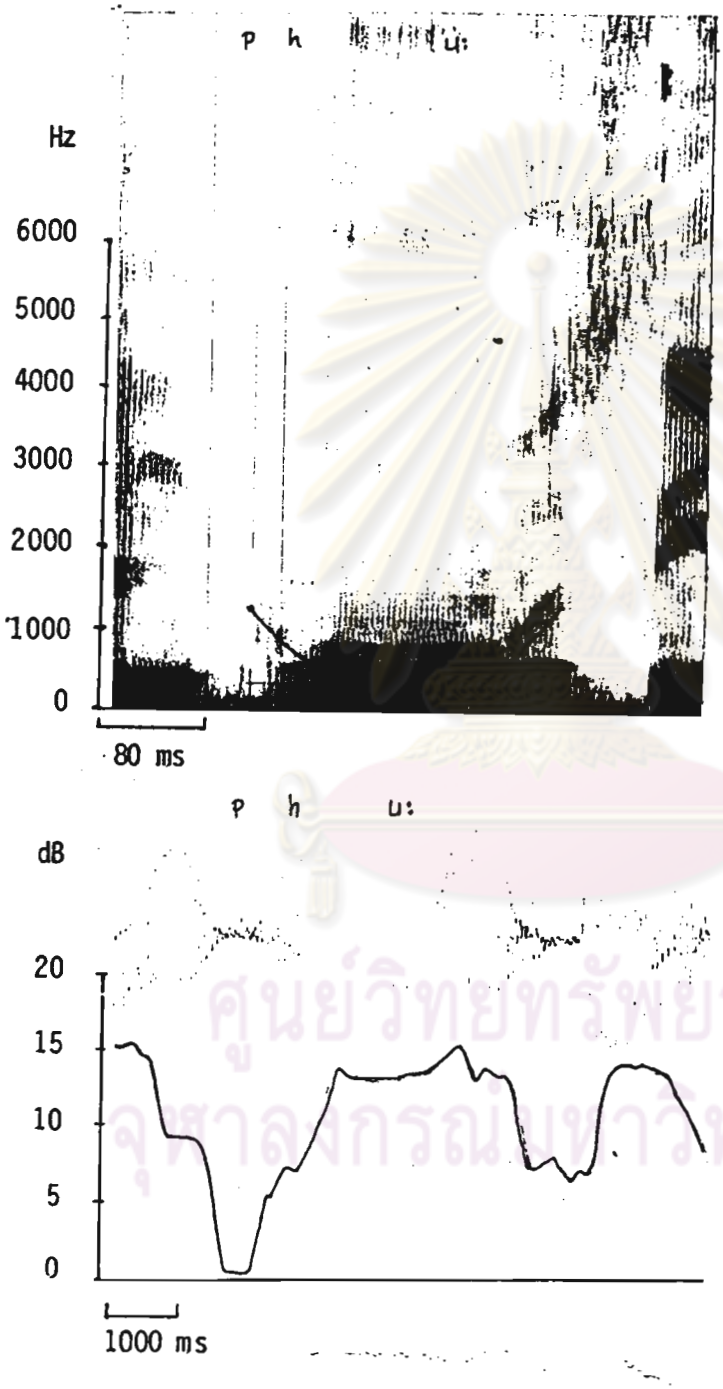
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 10 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "พา" /pha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



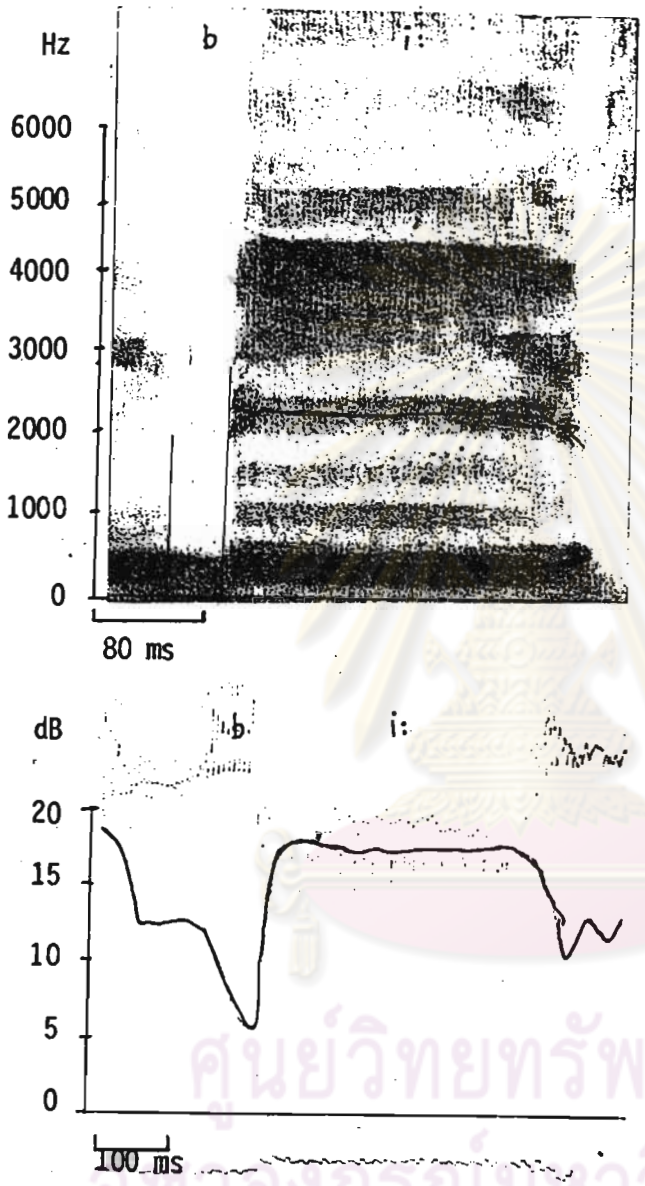
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 11 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไทแกรมในคำว่า "พู" /phu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



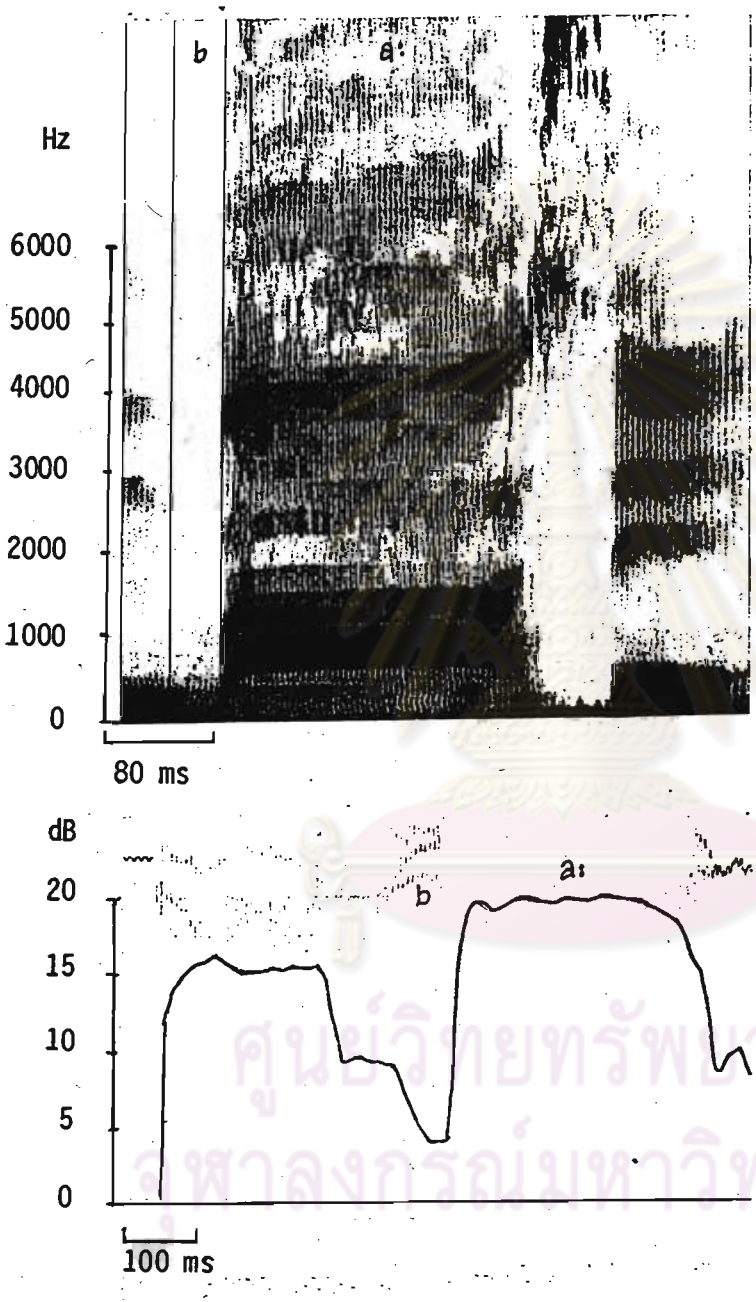
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 12 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรมในคำว่า "บี" /bi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ



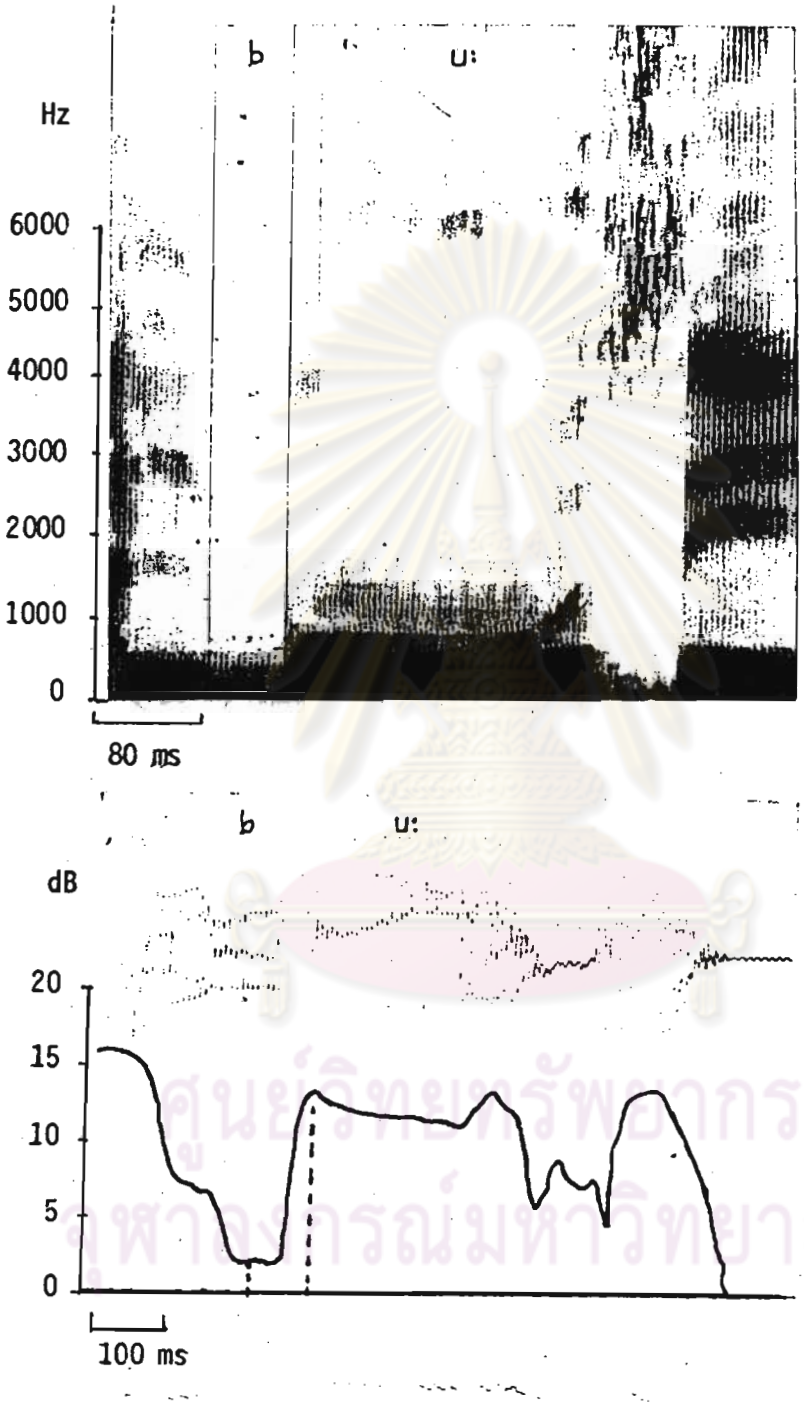
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 13 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพบิงไกแกรมในคำว่า "บา" /ba:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



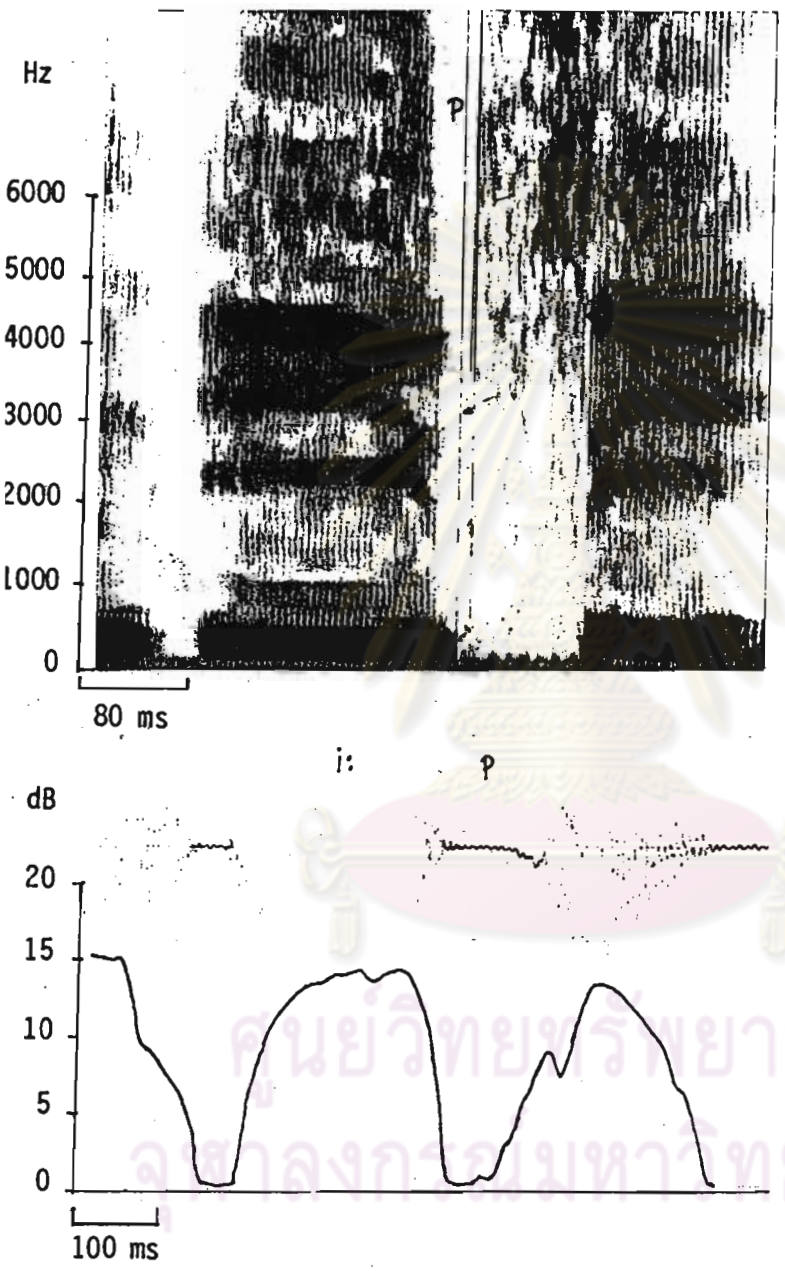
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 14 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพบิงไกแกรมในคำว่า "บู" /bu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



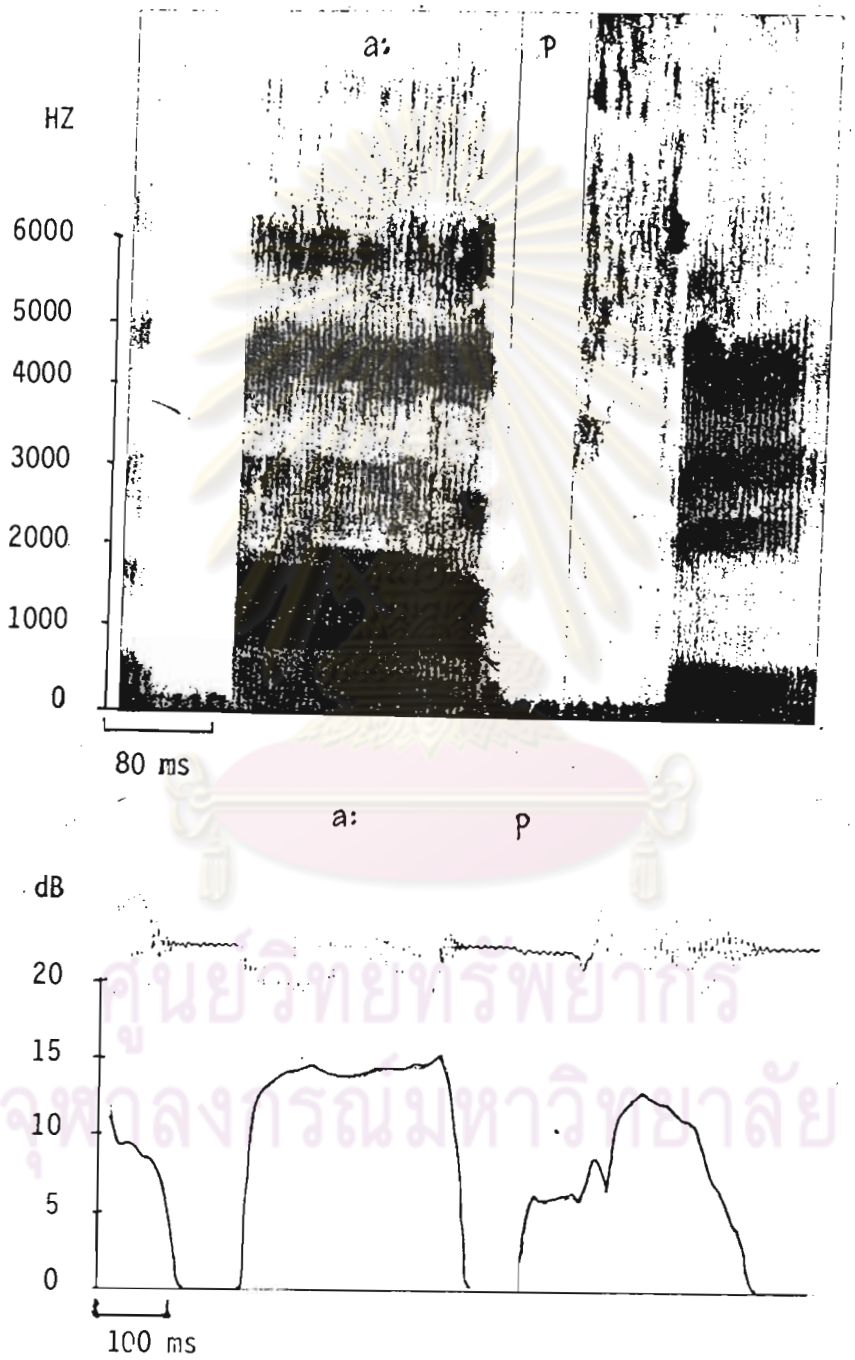
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 15 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อีบ" /i:p/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



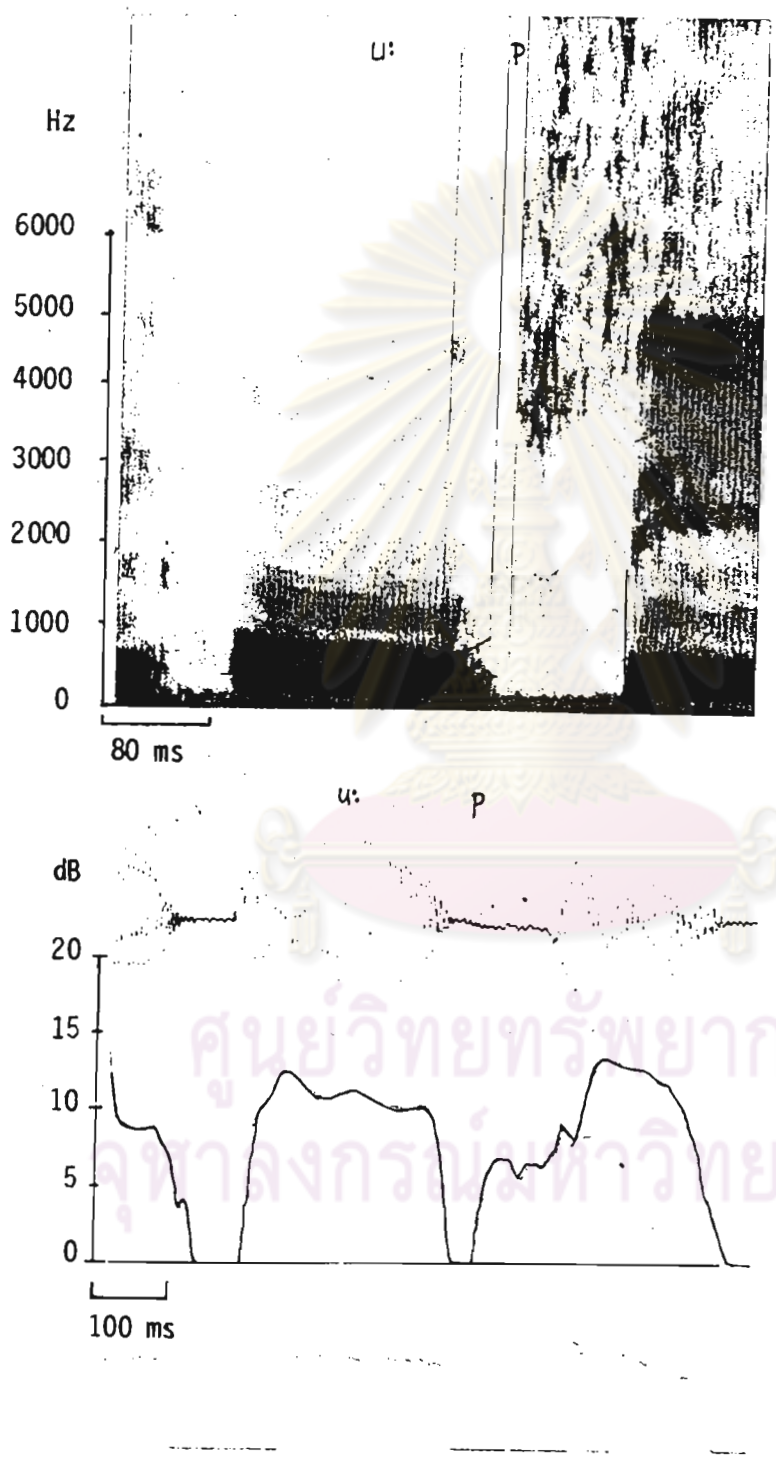
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 16 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อาบ", /a:p/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



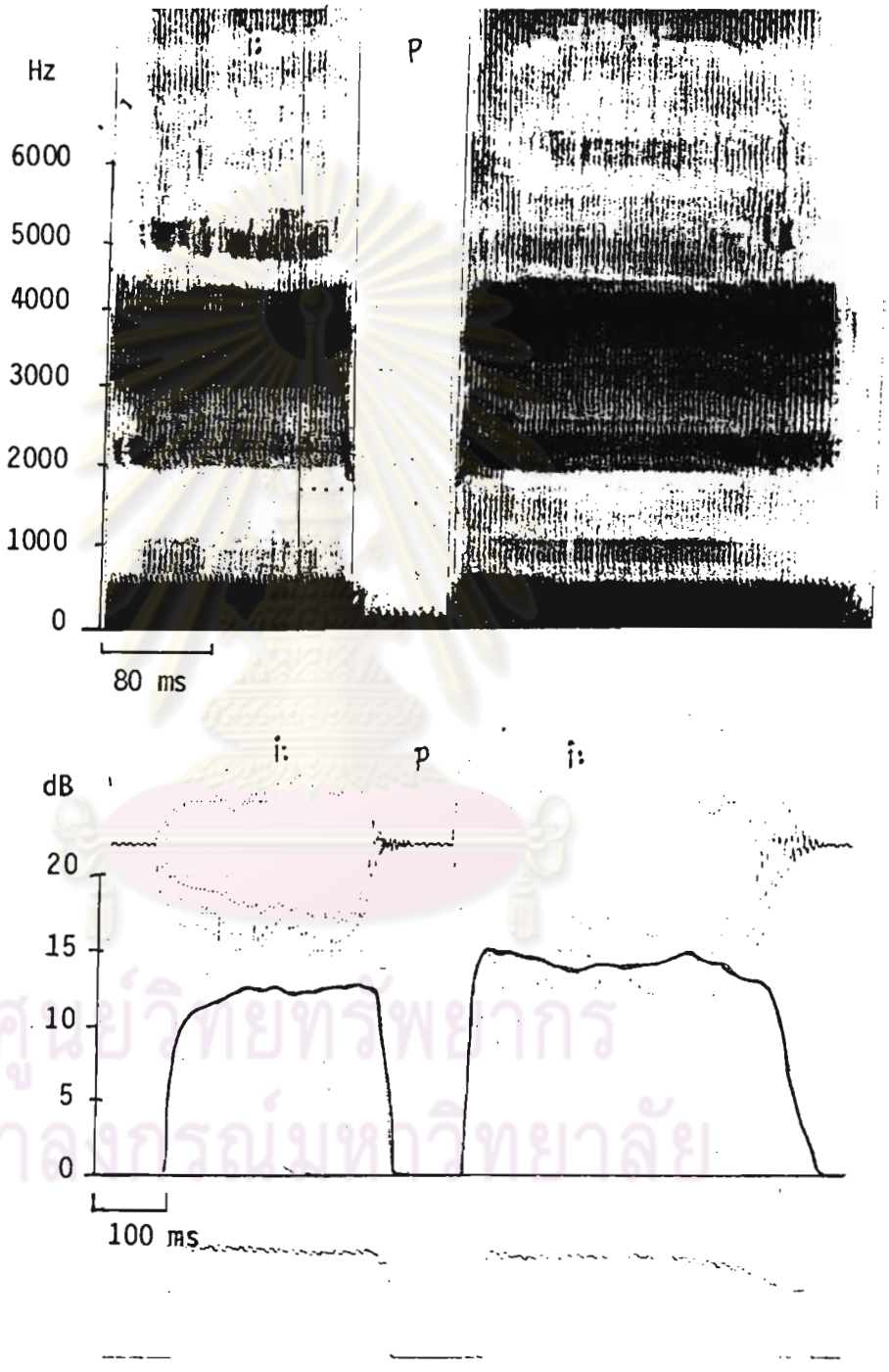
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 17 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อุบ . /u:p/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



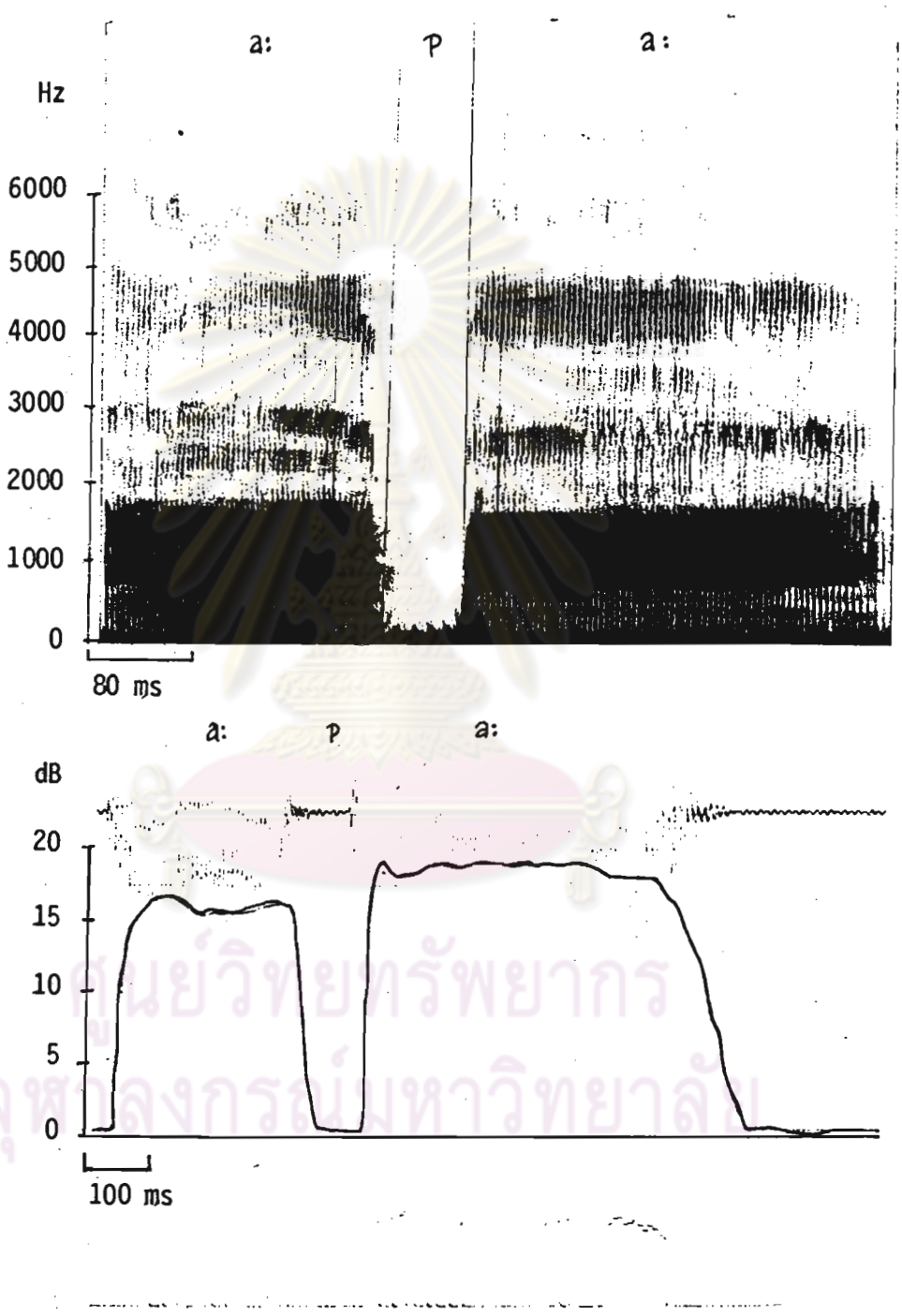
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 18 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกรแกรมในคำว่า "อีปี" /i:pi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



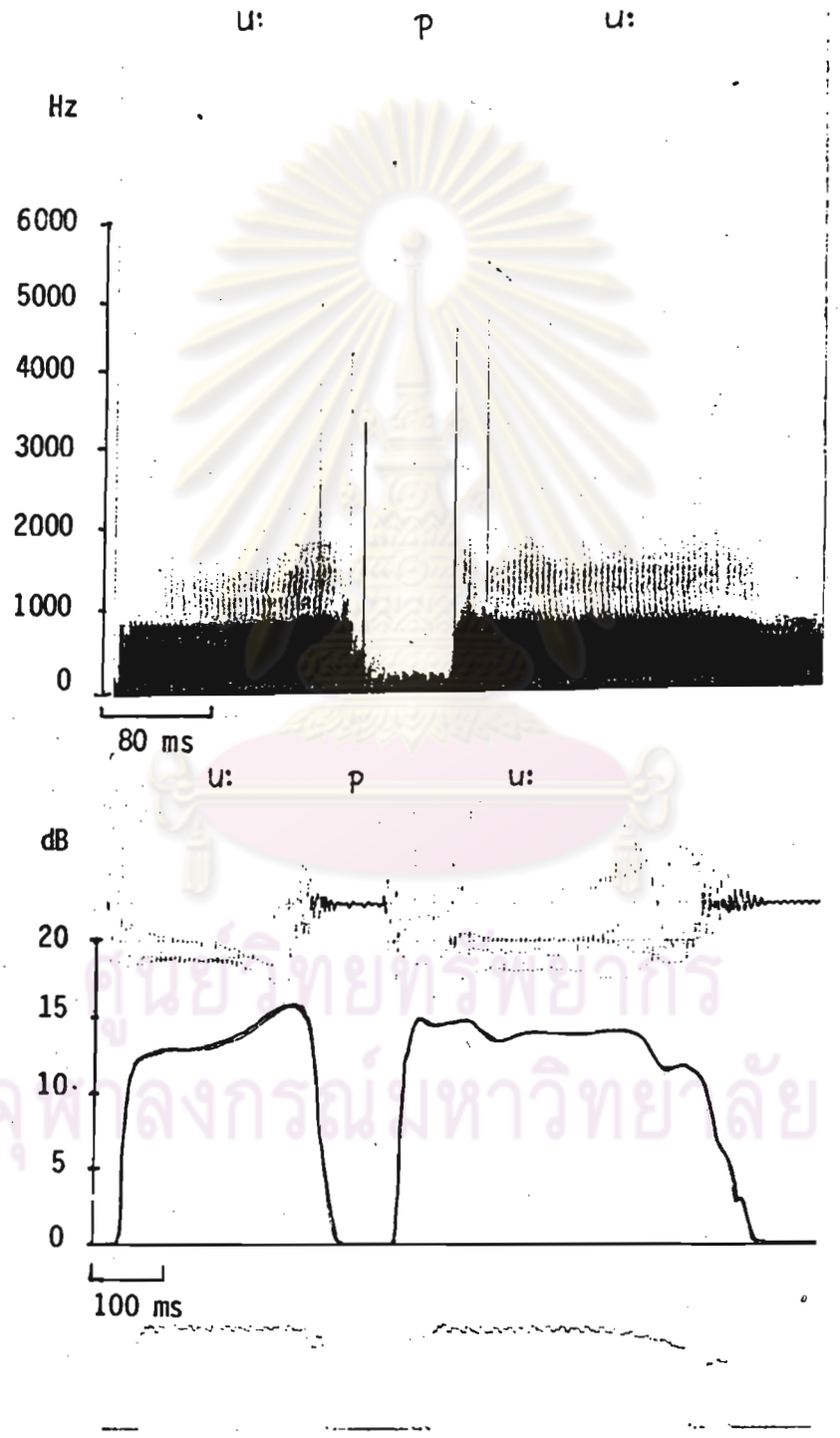
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 19 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อาปา" /a:pa:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



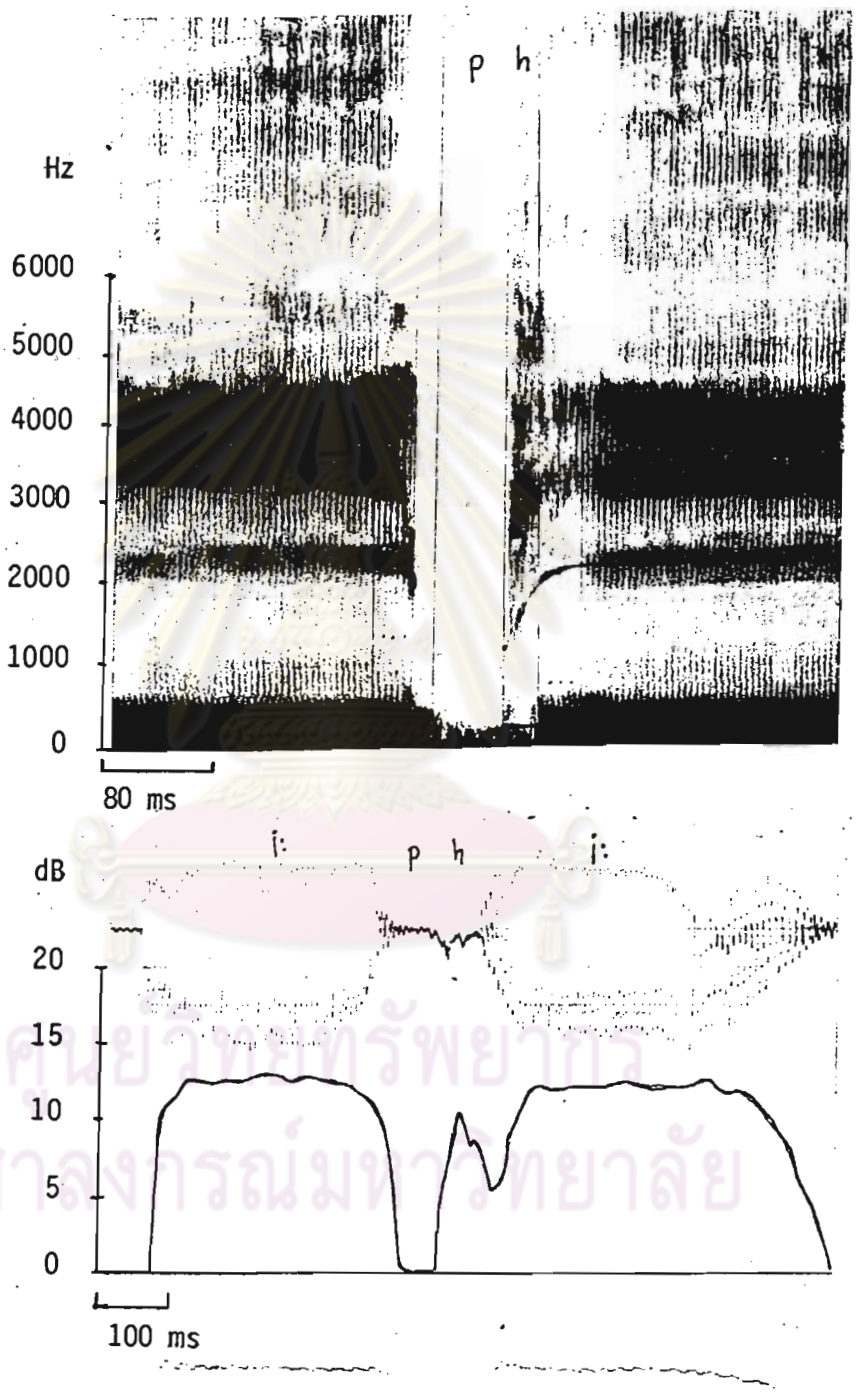
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 20 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อูปู" /u:pu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



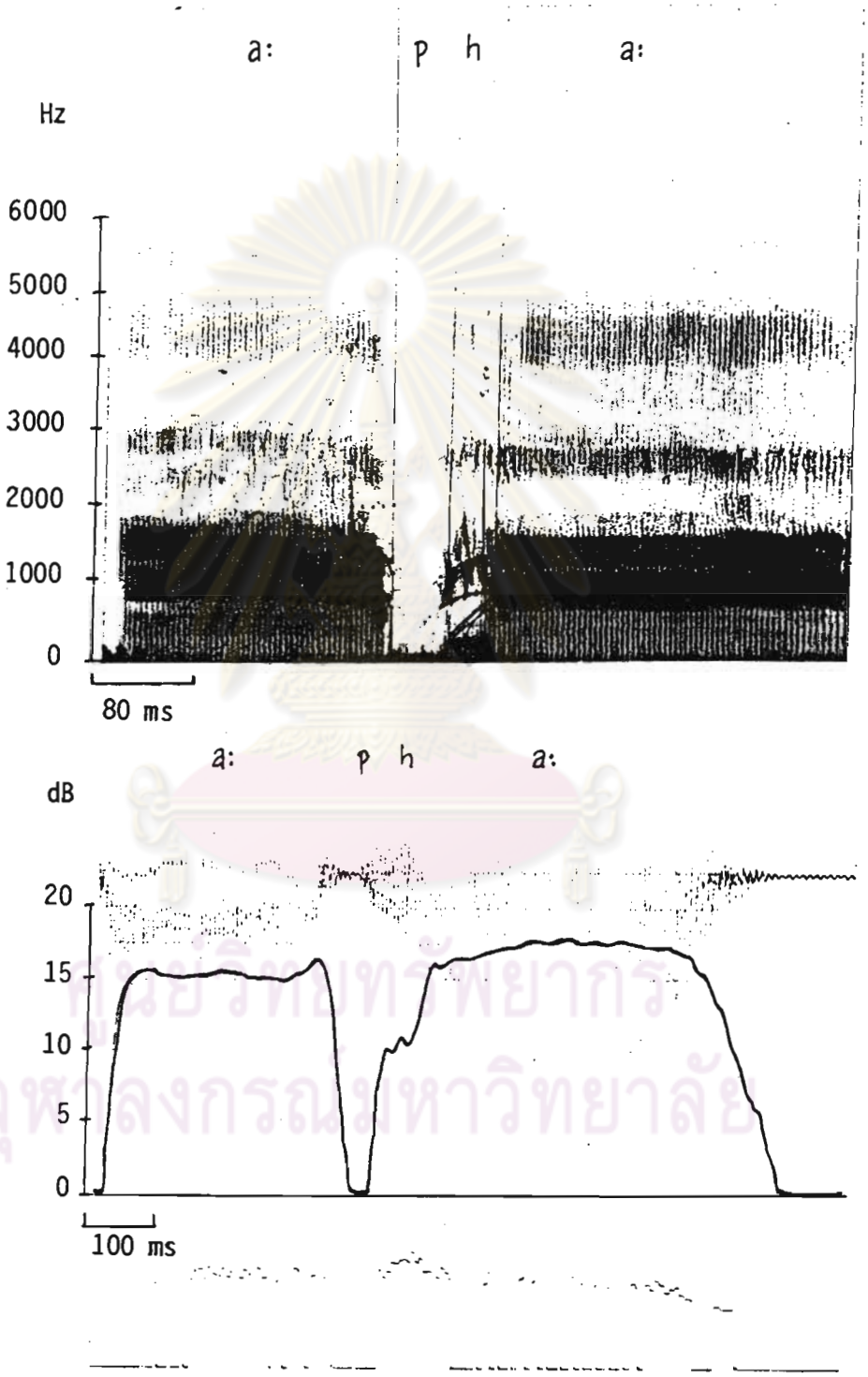
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 21 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อีพี" /i:phi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"

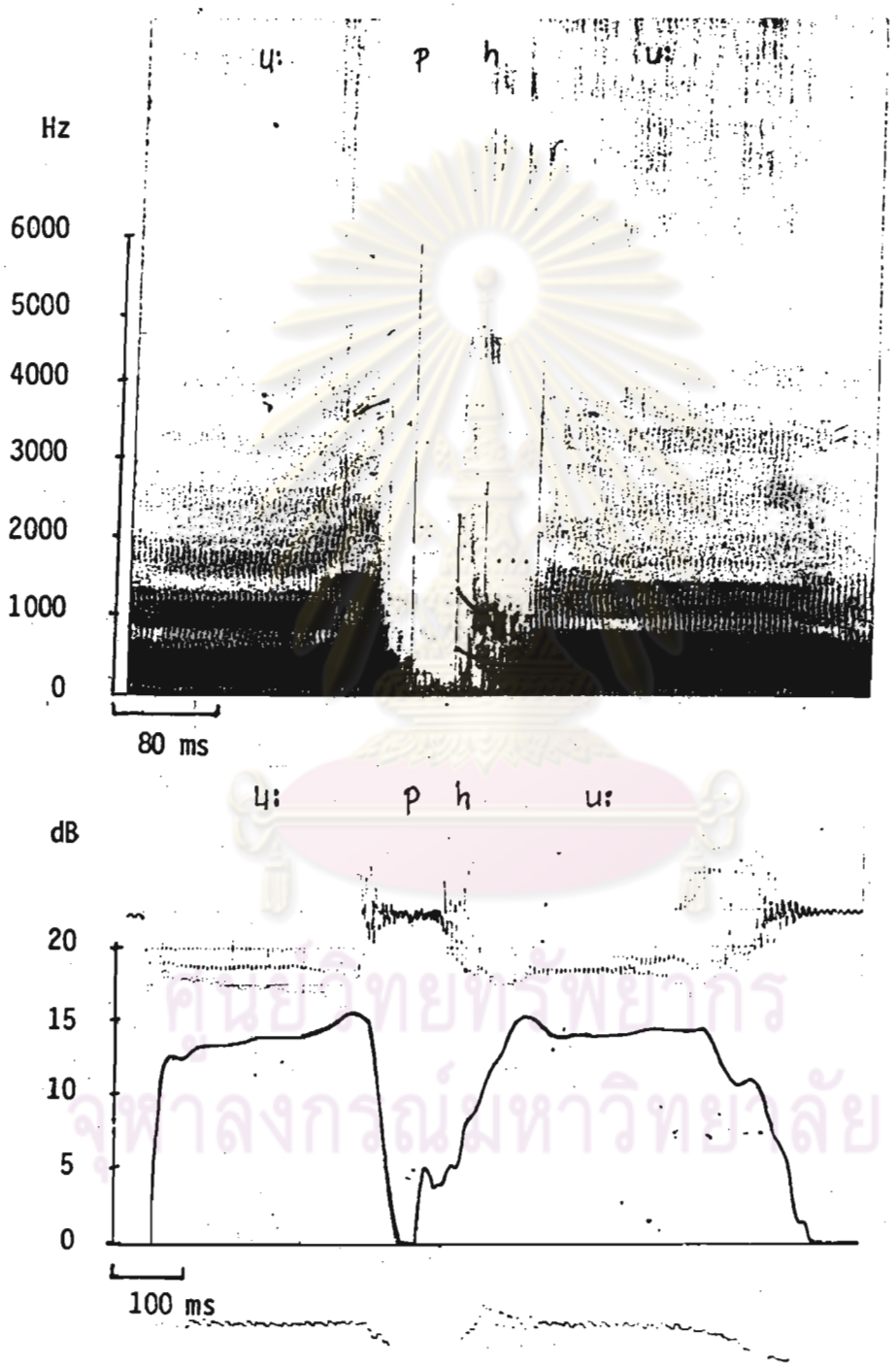


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 22 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อาพา" /a:pha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

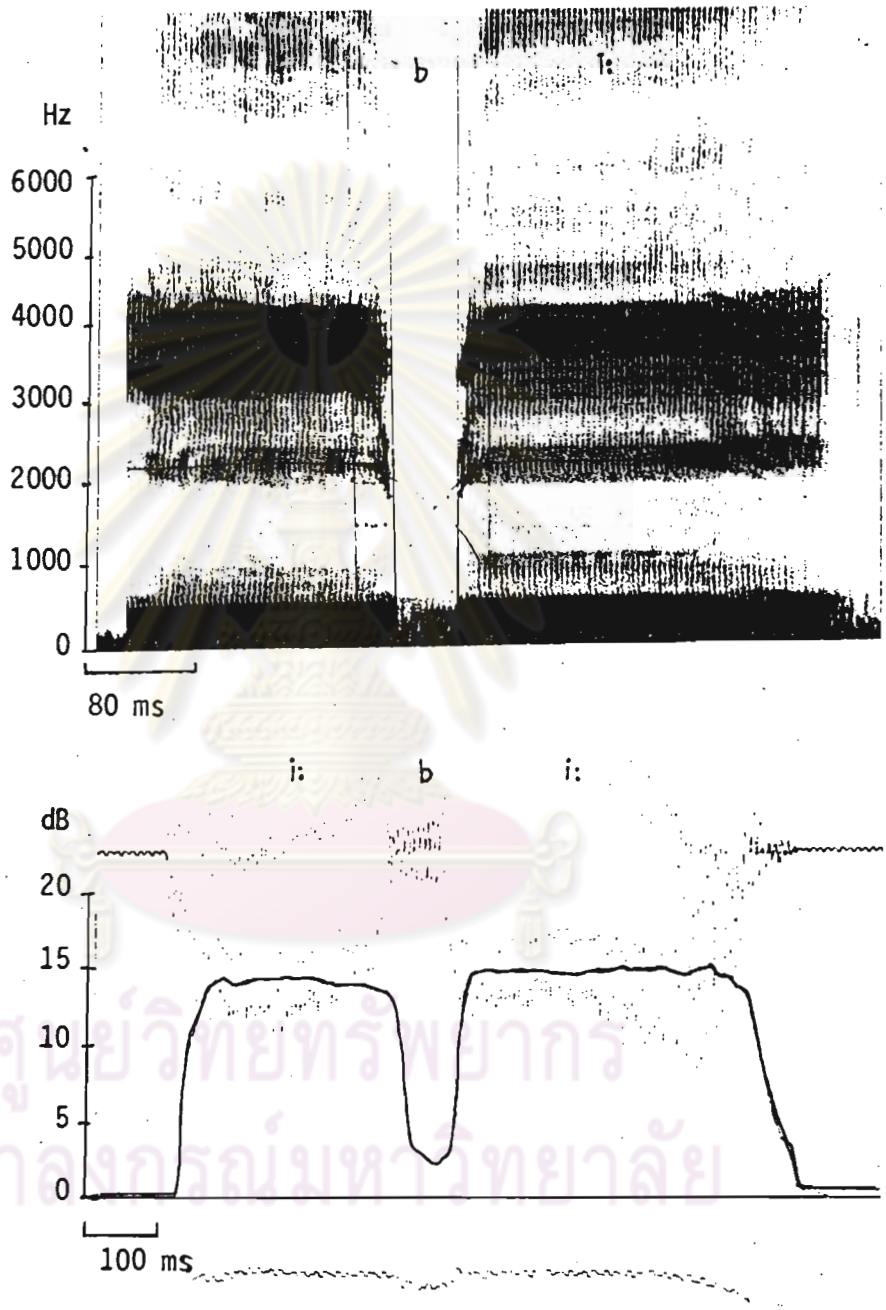


ภาพที่ 23 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อุพ" /u:phu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



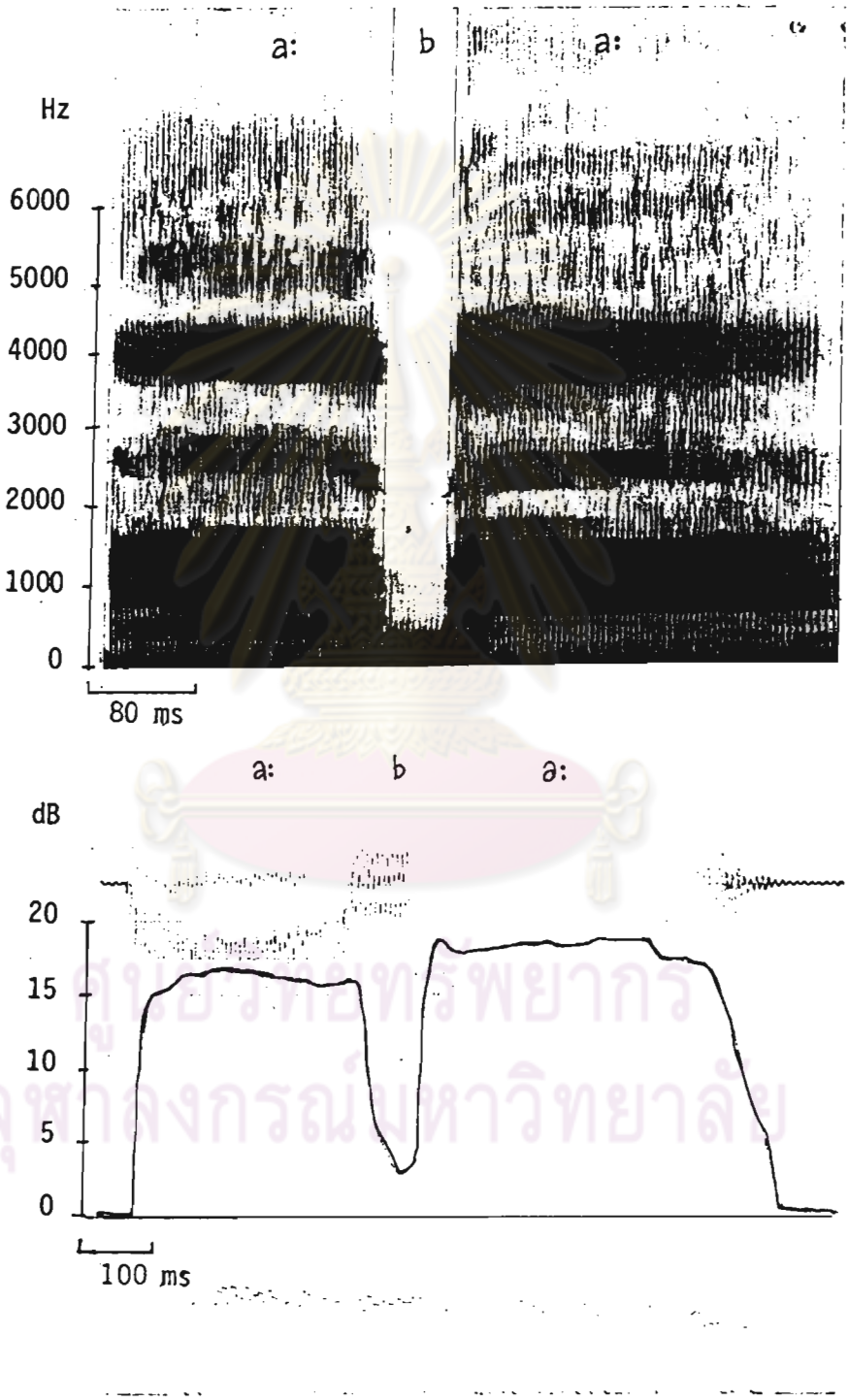
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 24 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรมในคำว่า "อีบี" /i:ba:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



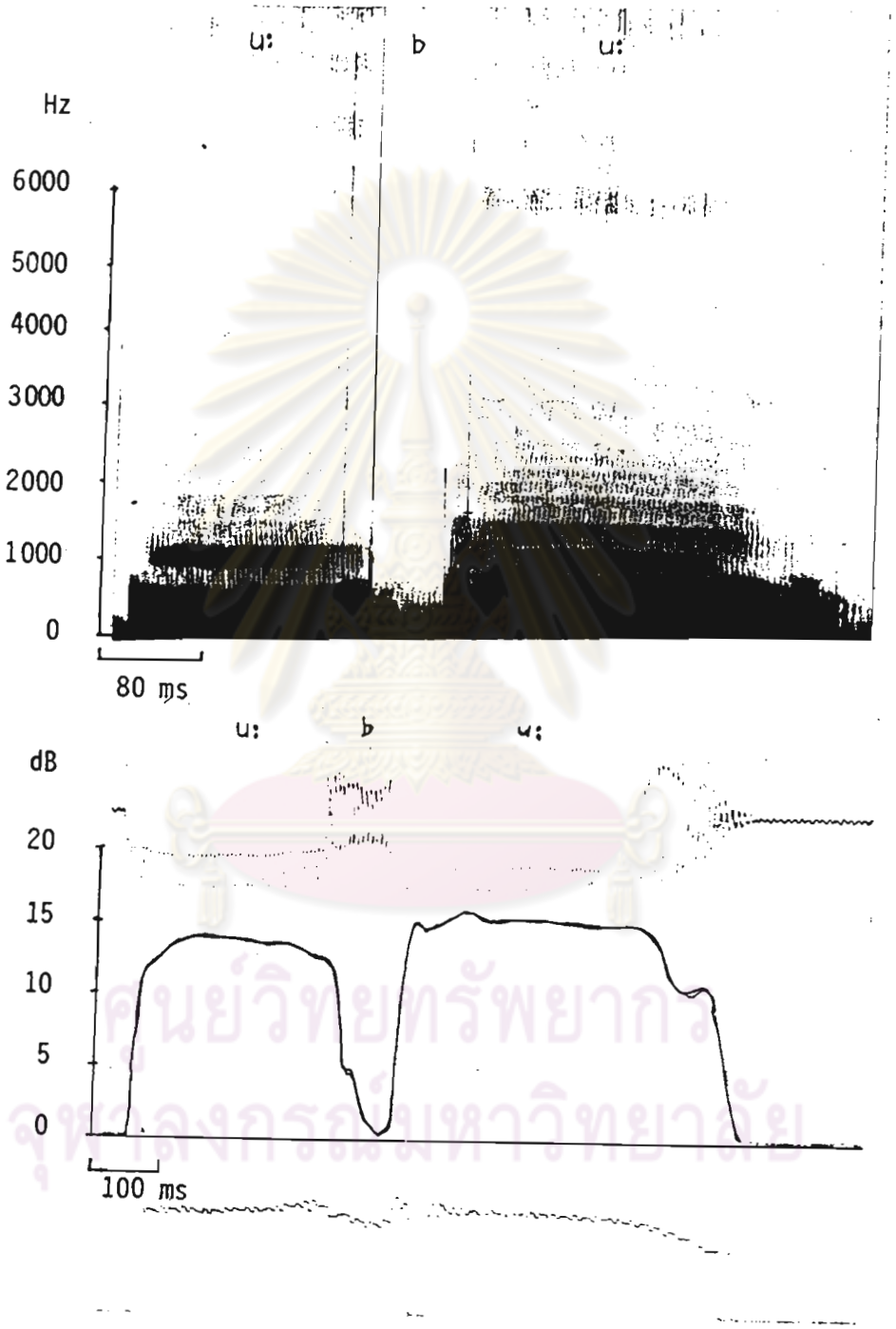
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 25 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อาบา" /a:ba:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



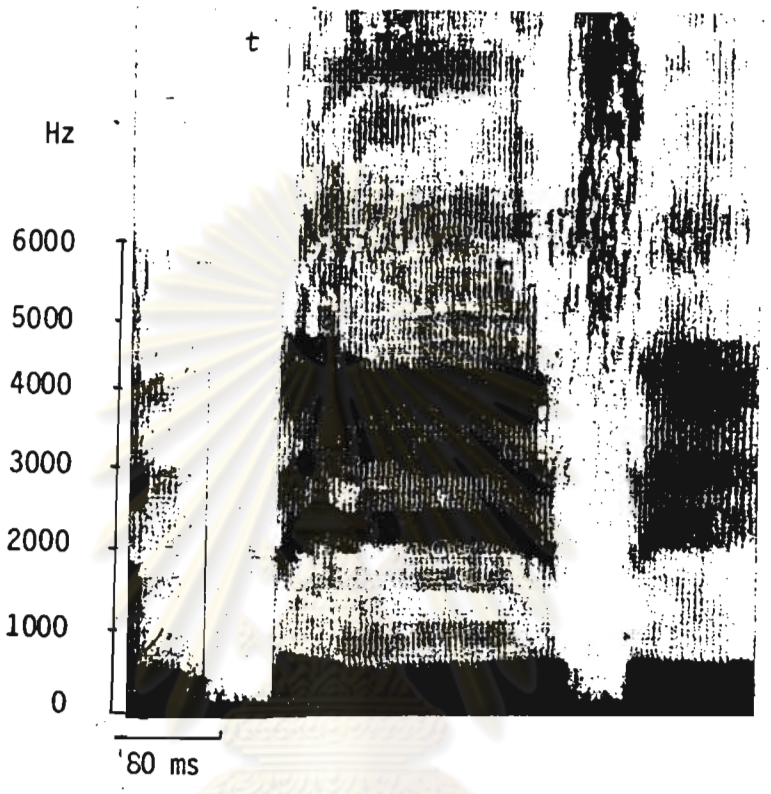
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 26 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อู่" /u:bu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



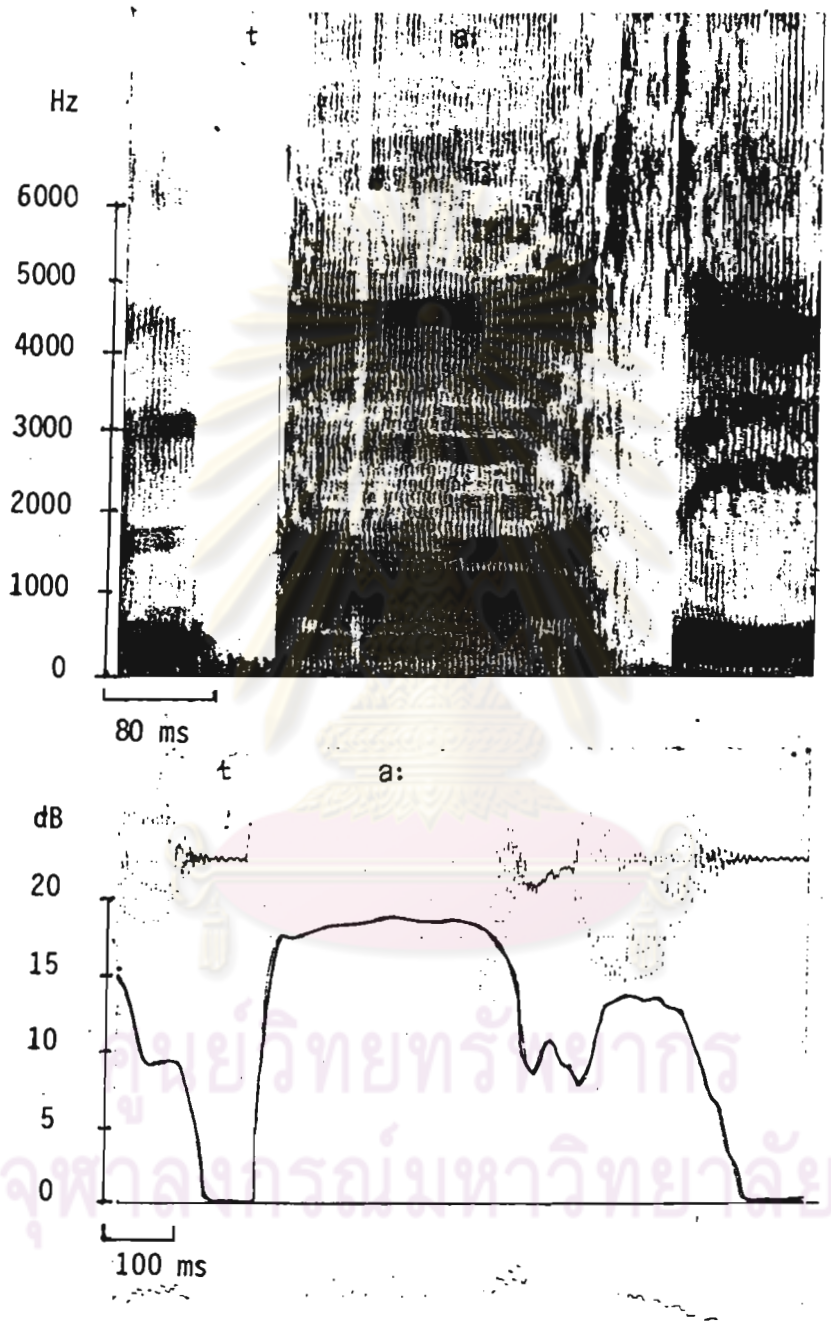
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 27 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพยิงไกแกรมในคำว่า "ตี" /ti:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



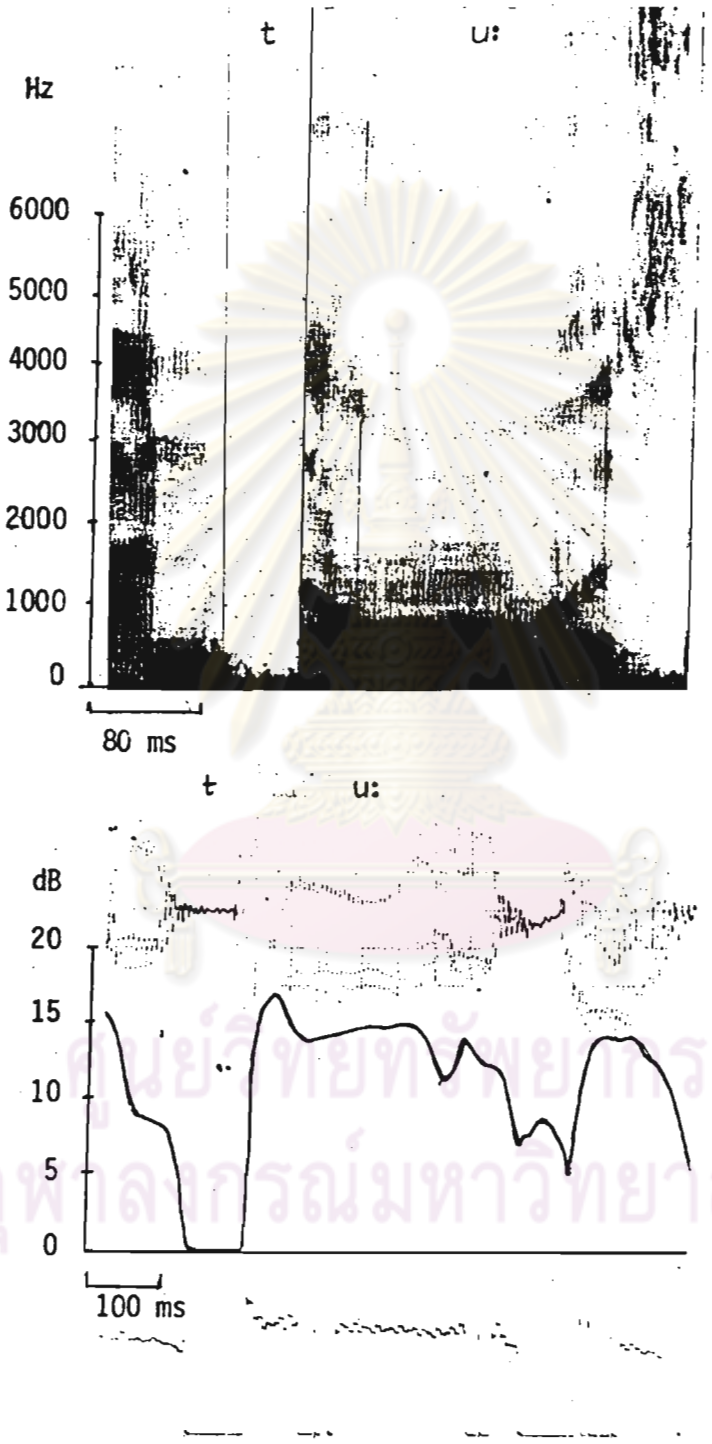
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 28 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "ตา" /ta:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



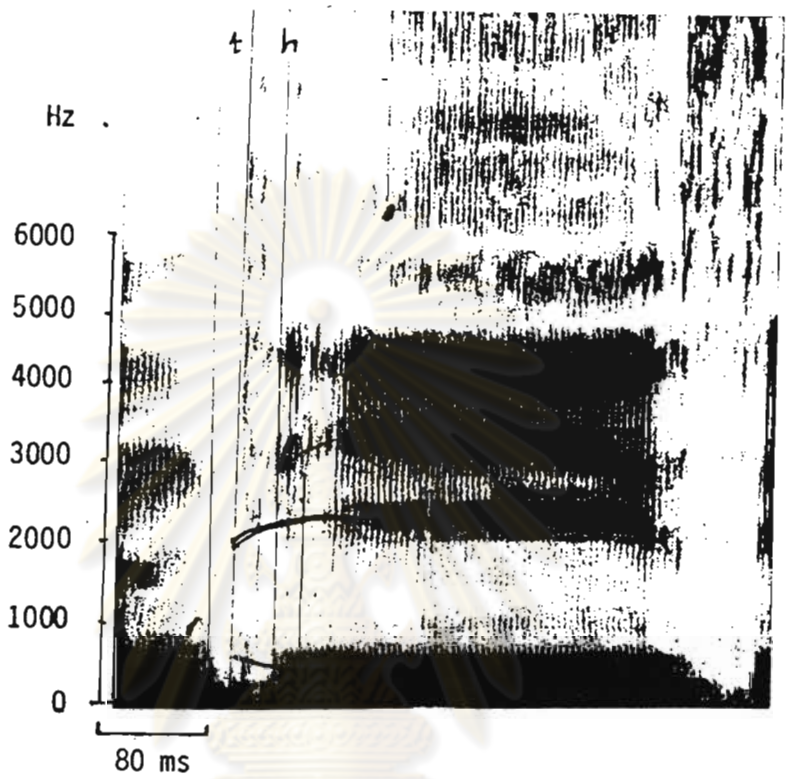
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

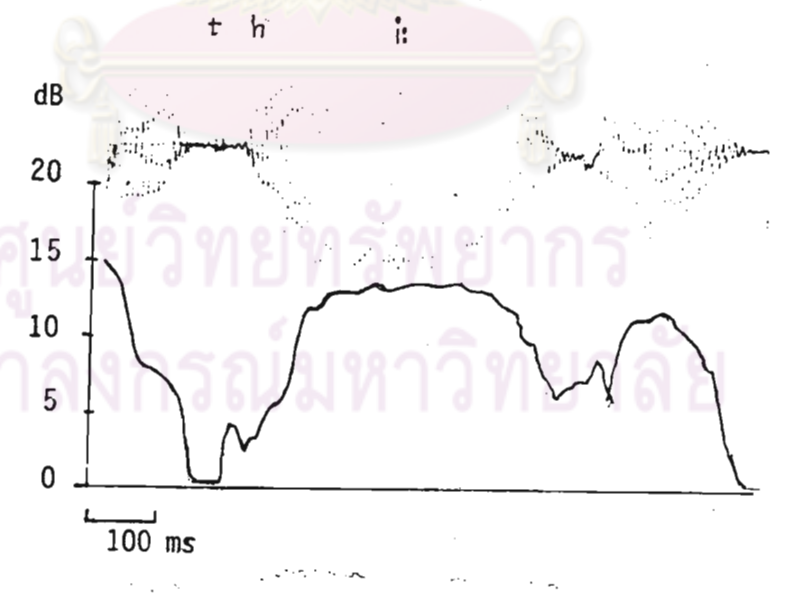
ภาพที่ 29 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "ดู" /tu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

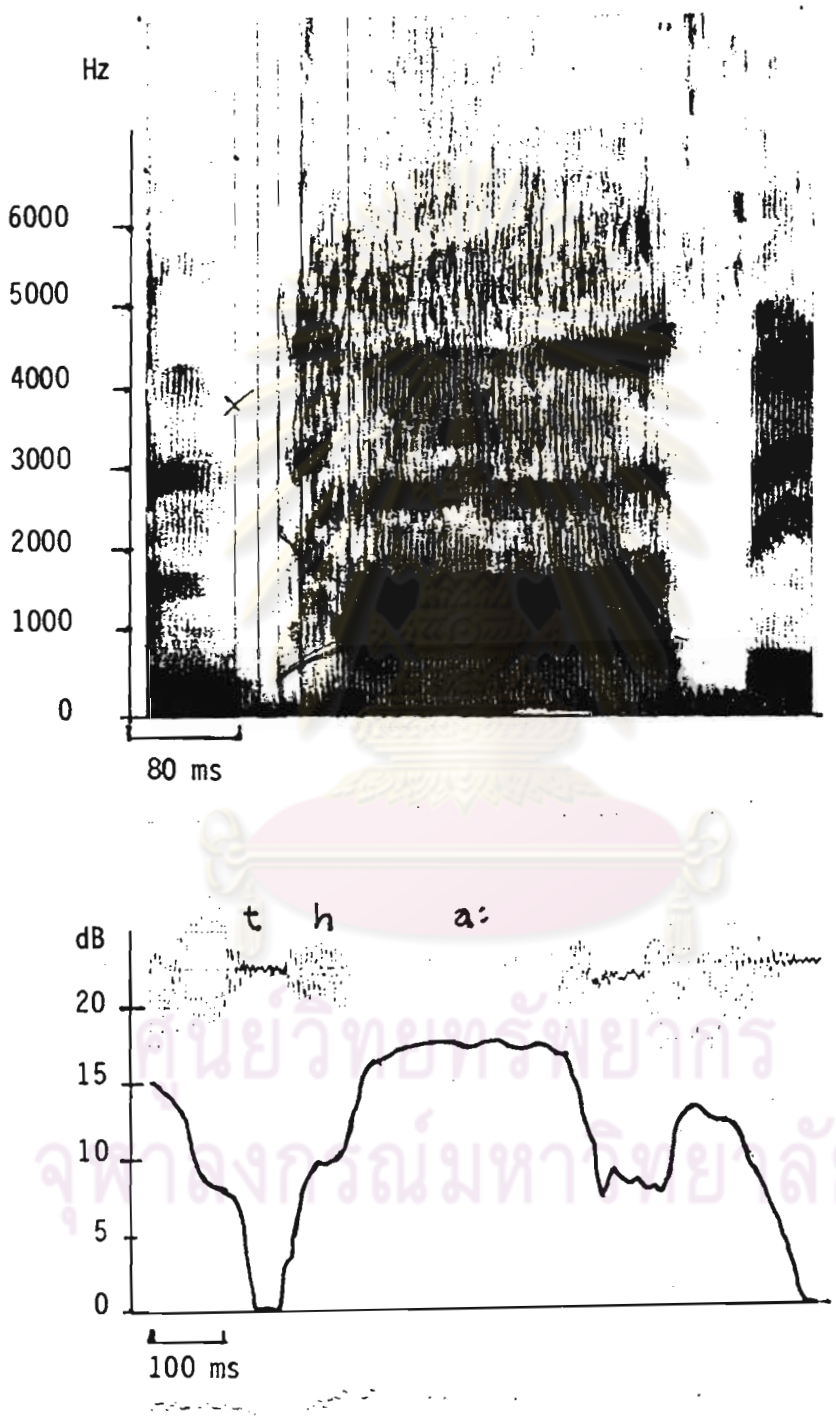
ภาพที่ 30 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "ที" /thi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"





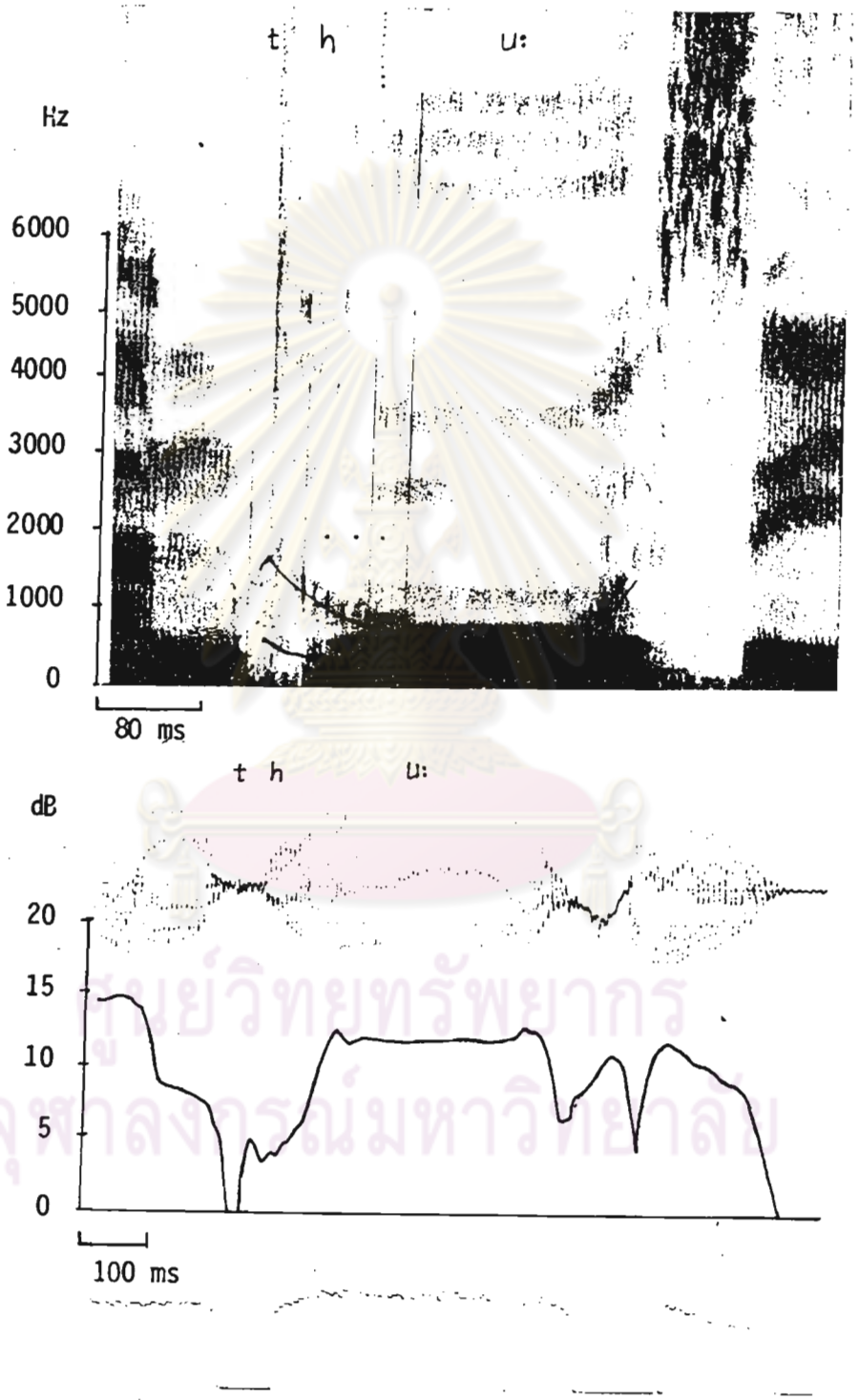
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 31 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพยิงโกแกรมในคำว่า "ทา" /tha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



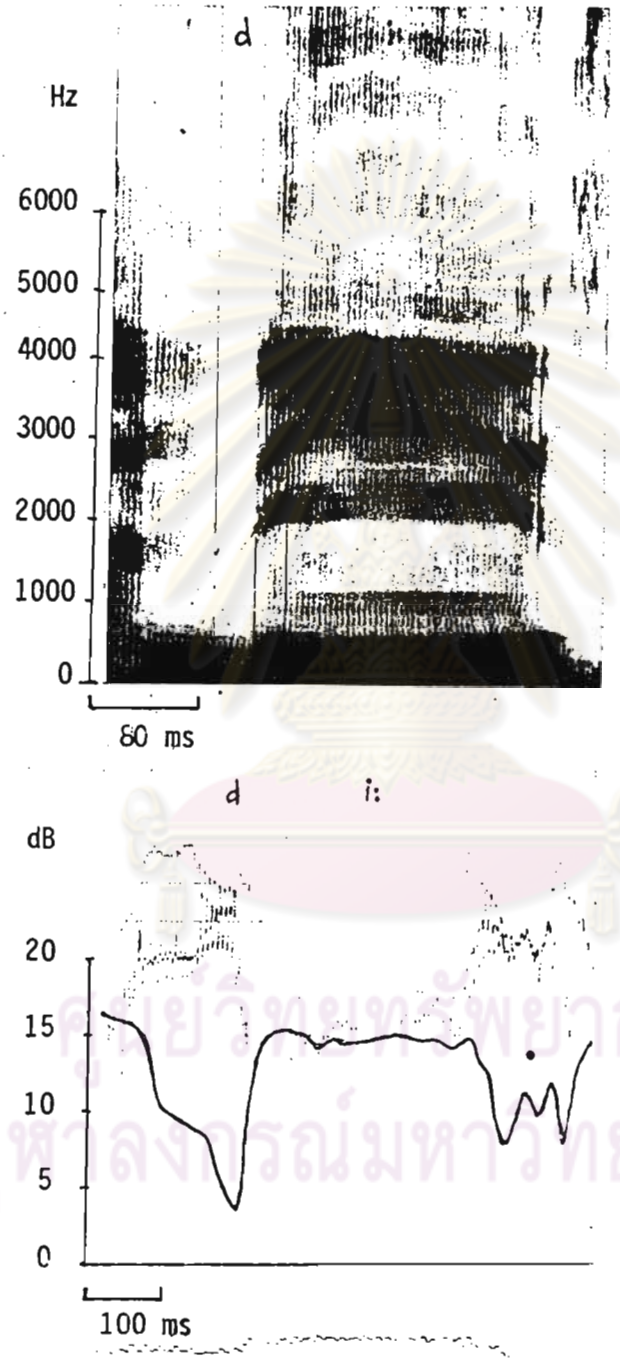
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 32 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิมิงโกแกรมในคำว่า "ทู" /thu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



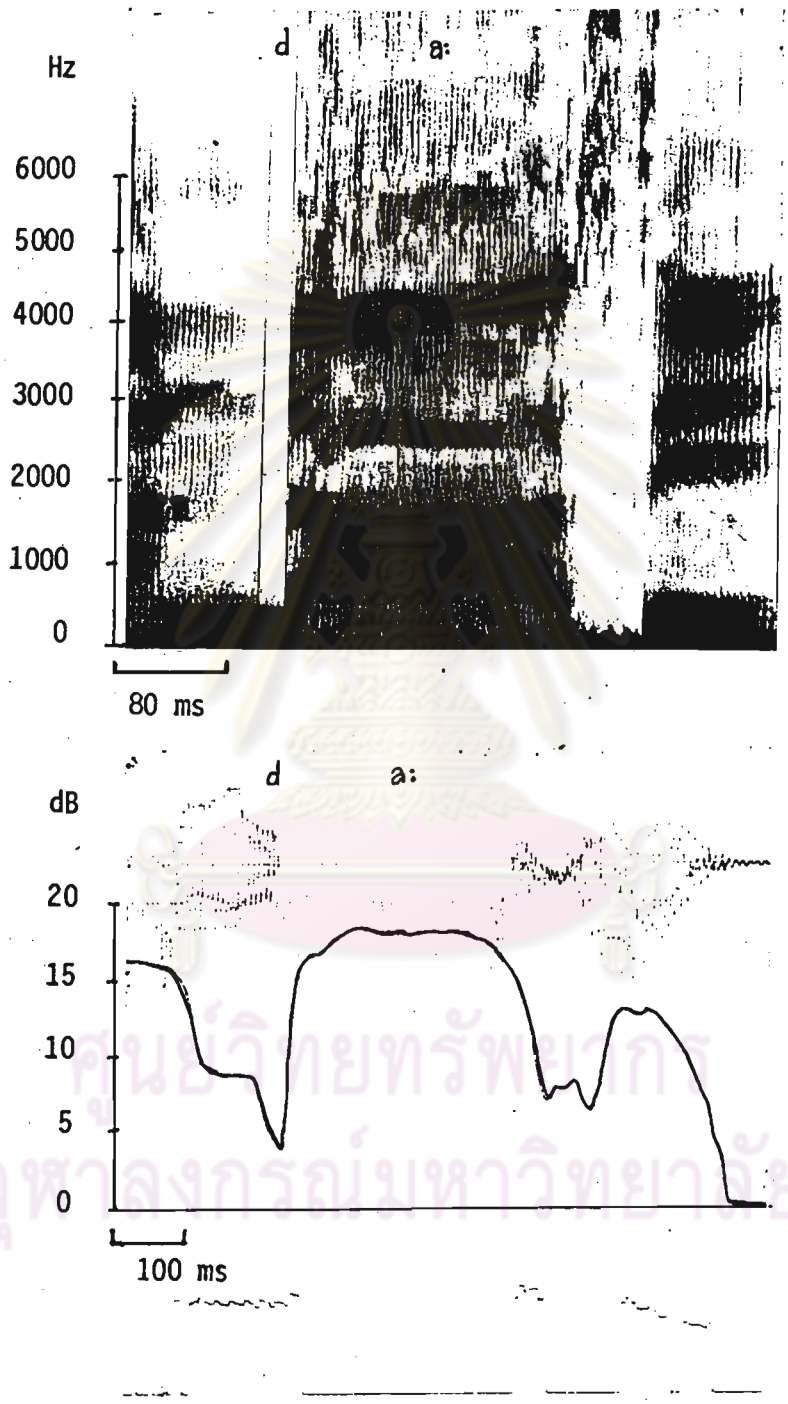
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 33 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "ดี" /di:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



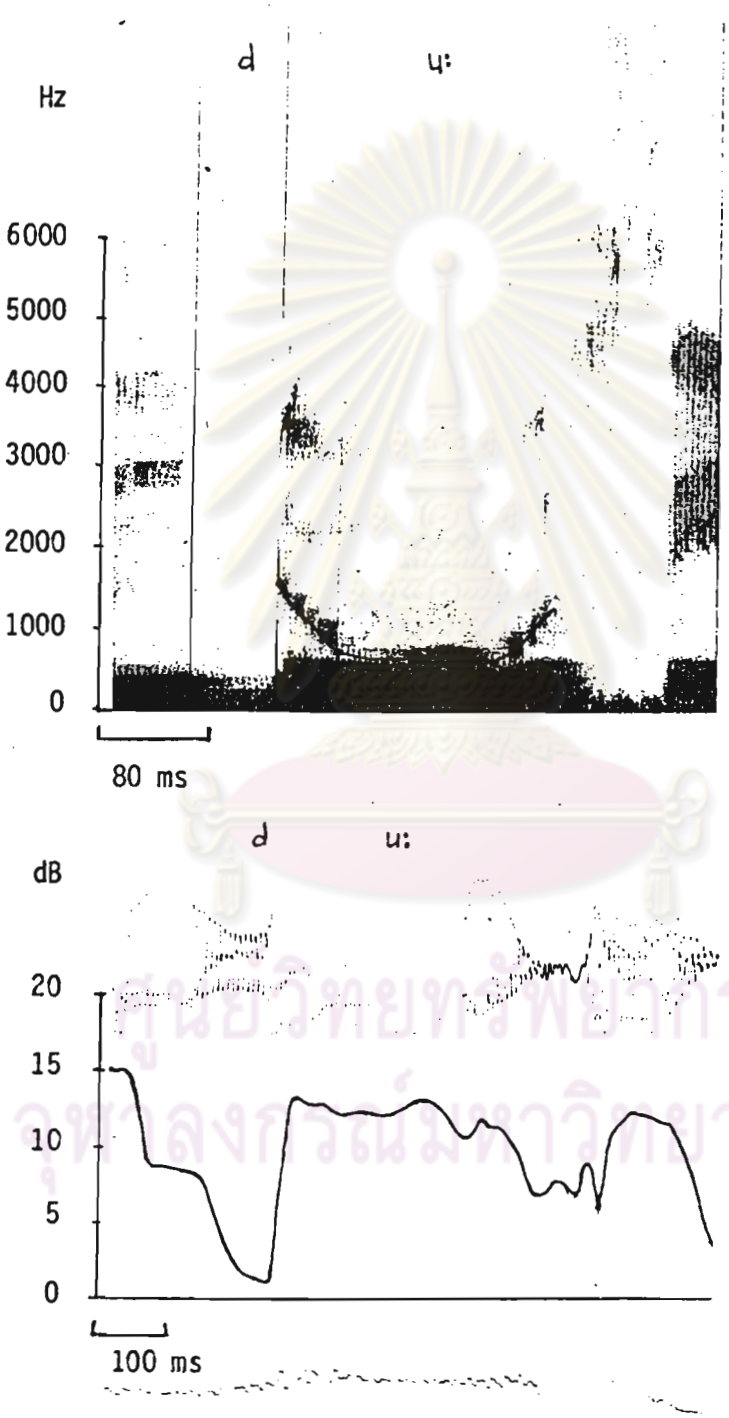
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 34 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรมในคำว่า "ดา" /da:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



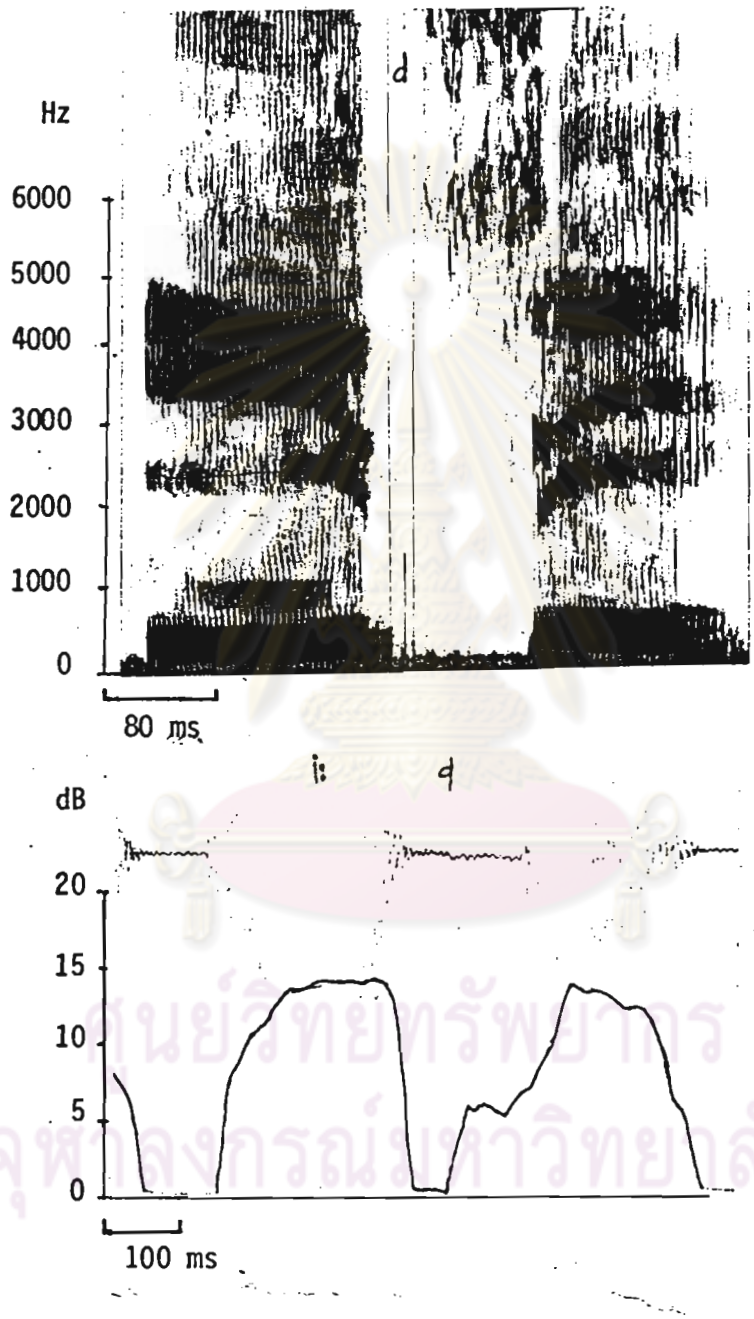
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 35 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพยิงไกแกรมในคำว่า "ดู" /du:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



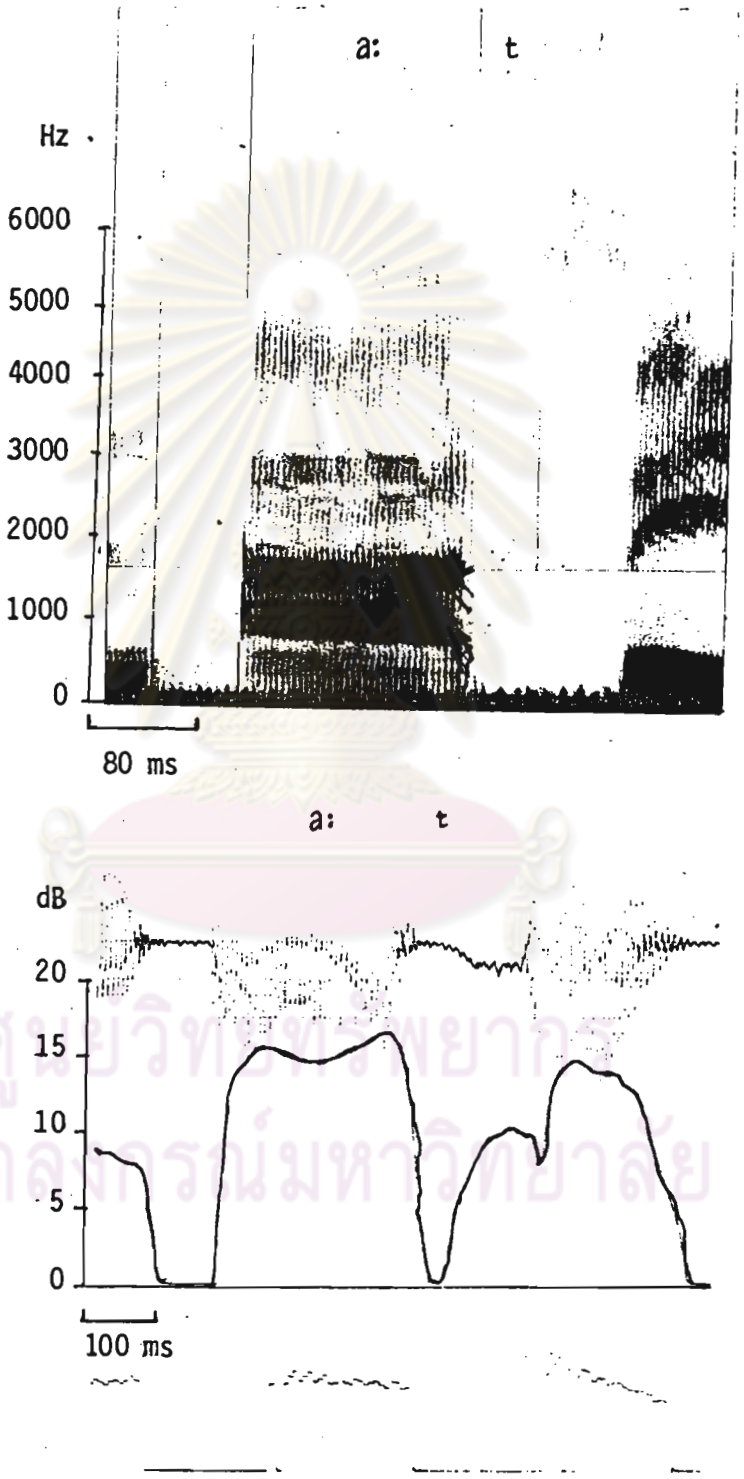
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 36 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อีด" /i:t/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



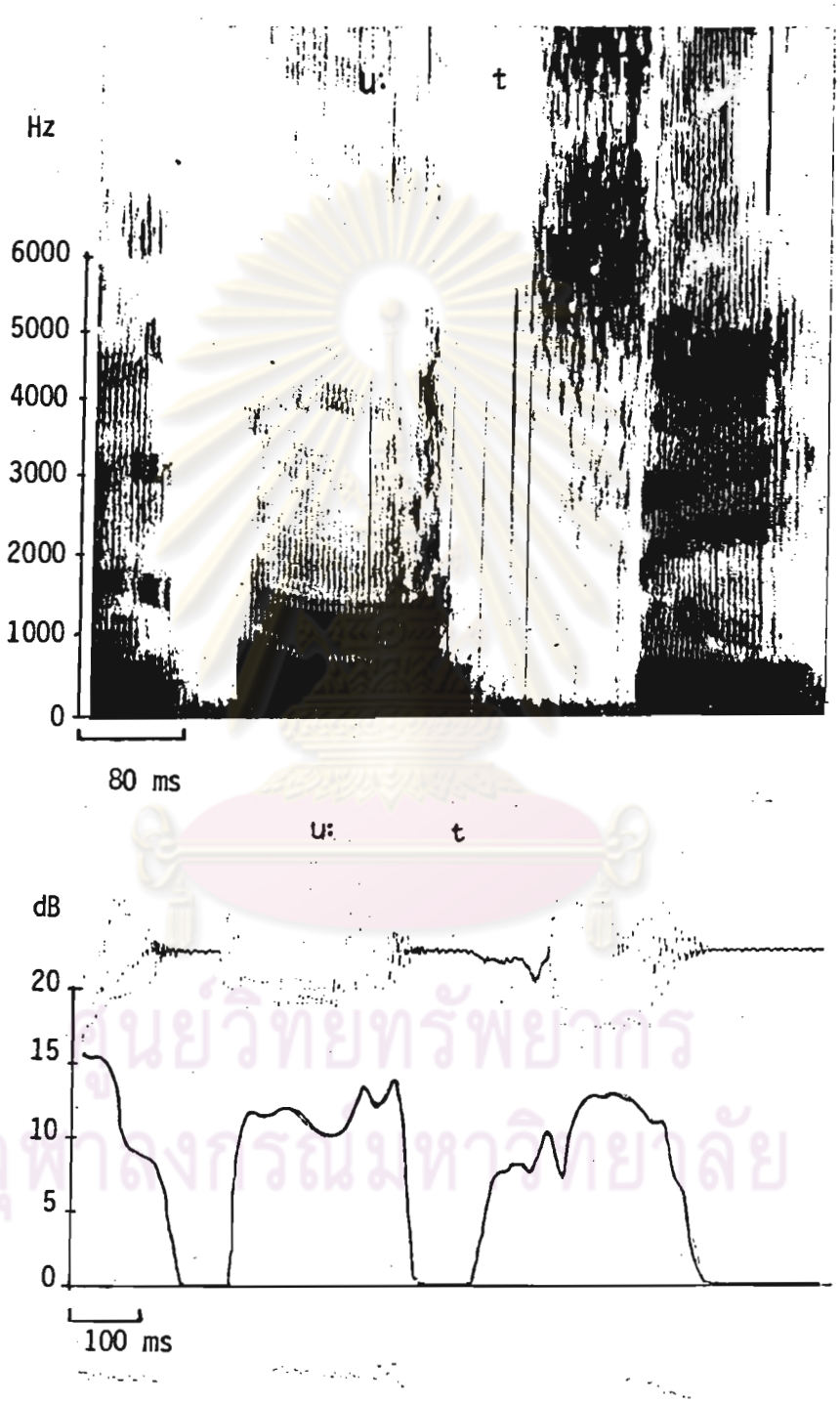
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 37 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "อาด" /a:t/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

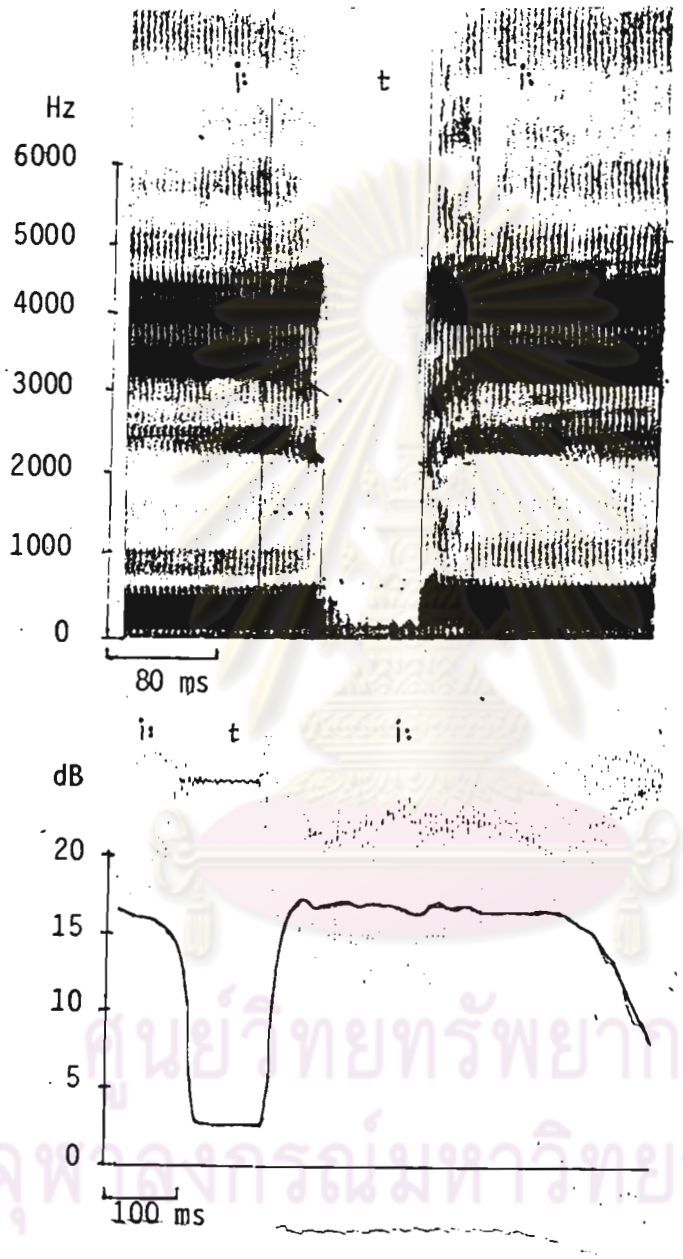


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 38 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อูด" /u:t/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

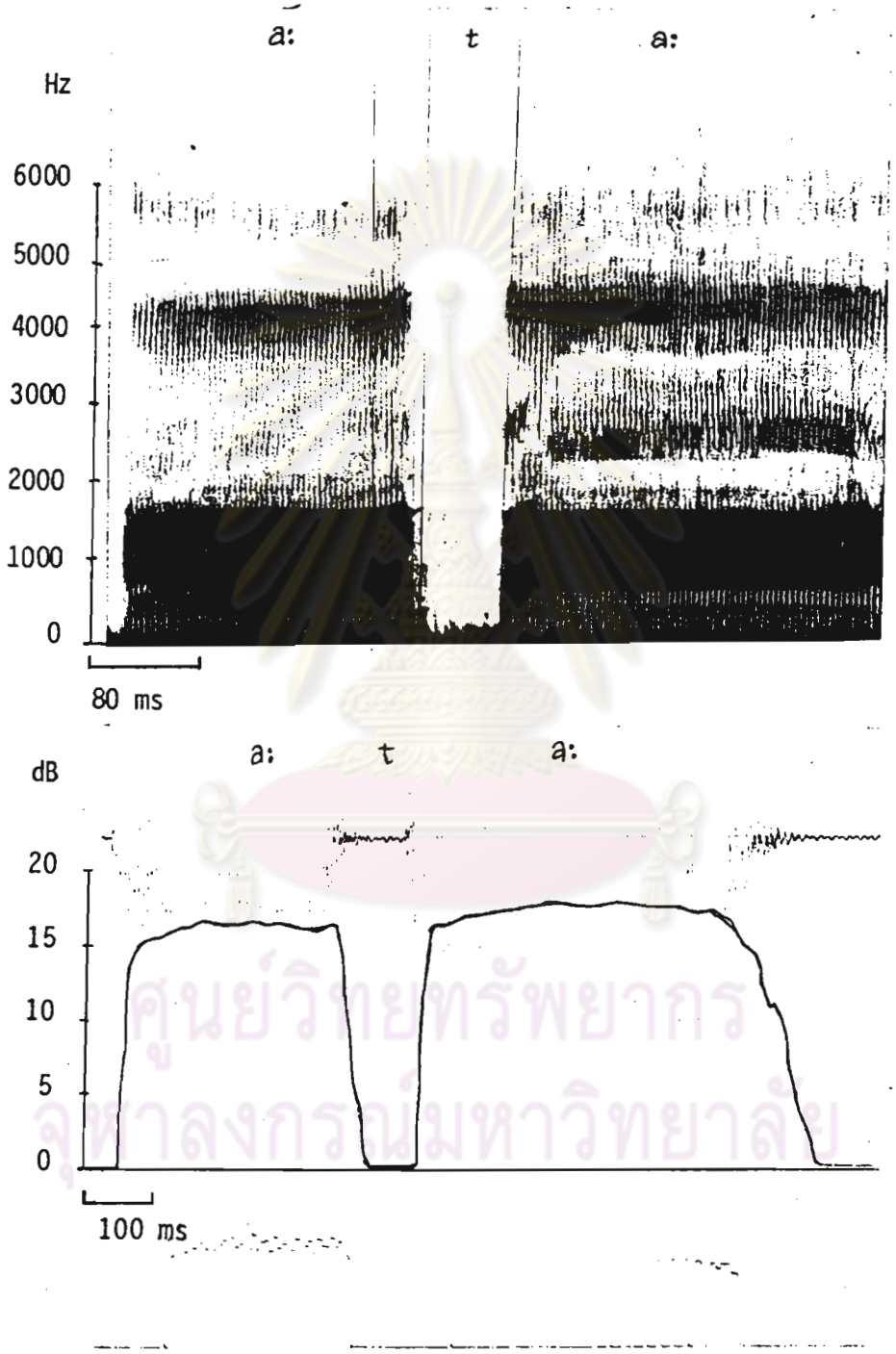


ภาพที่ 39 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพยิงโกแกรมในคำว่า "อีตี" /i:ti:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



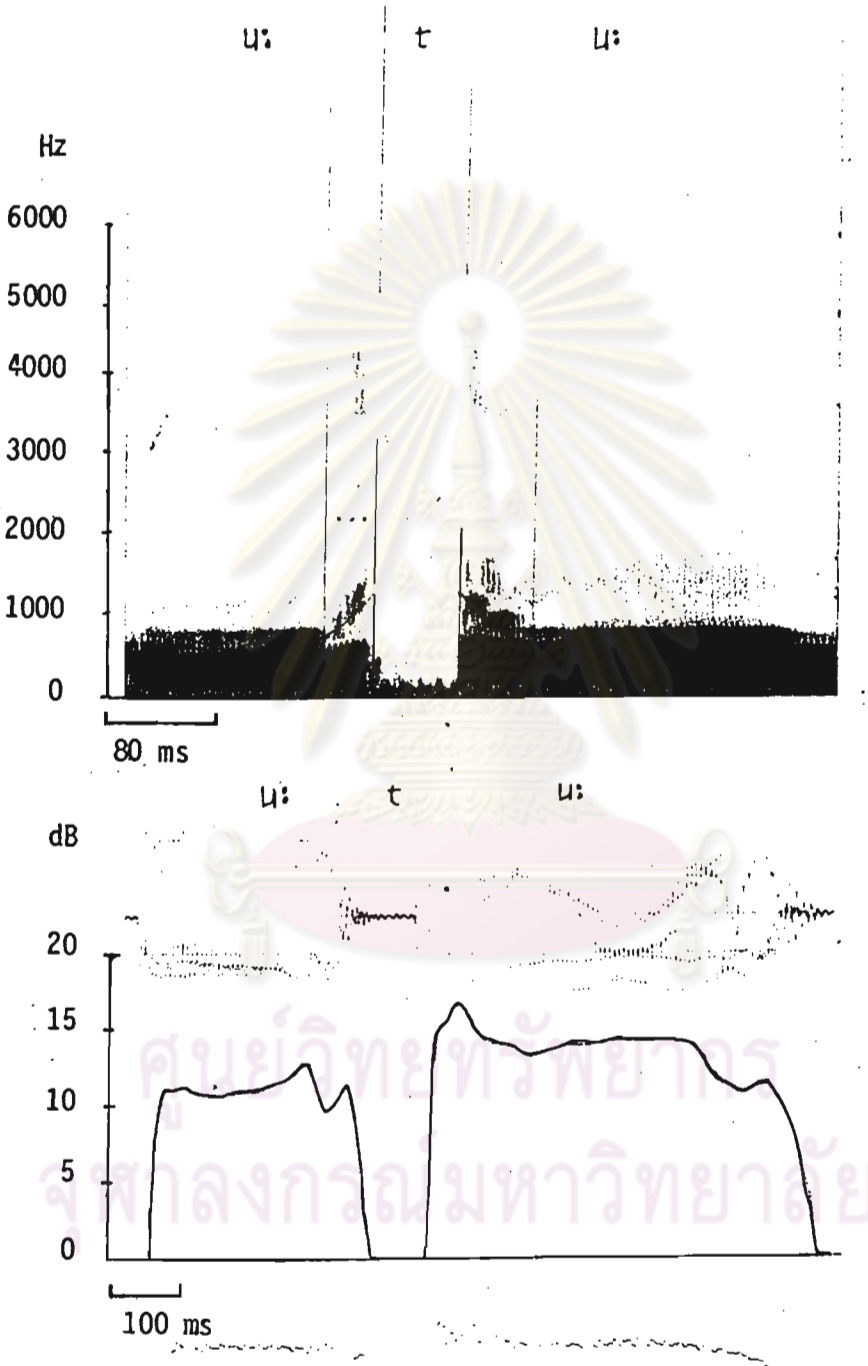
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 40 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อาตา" /a:ta:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

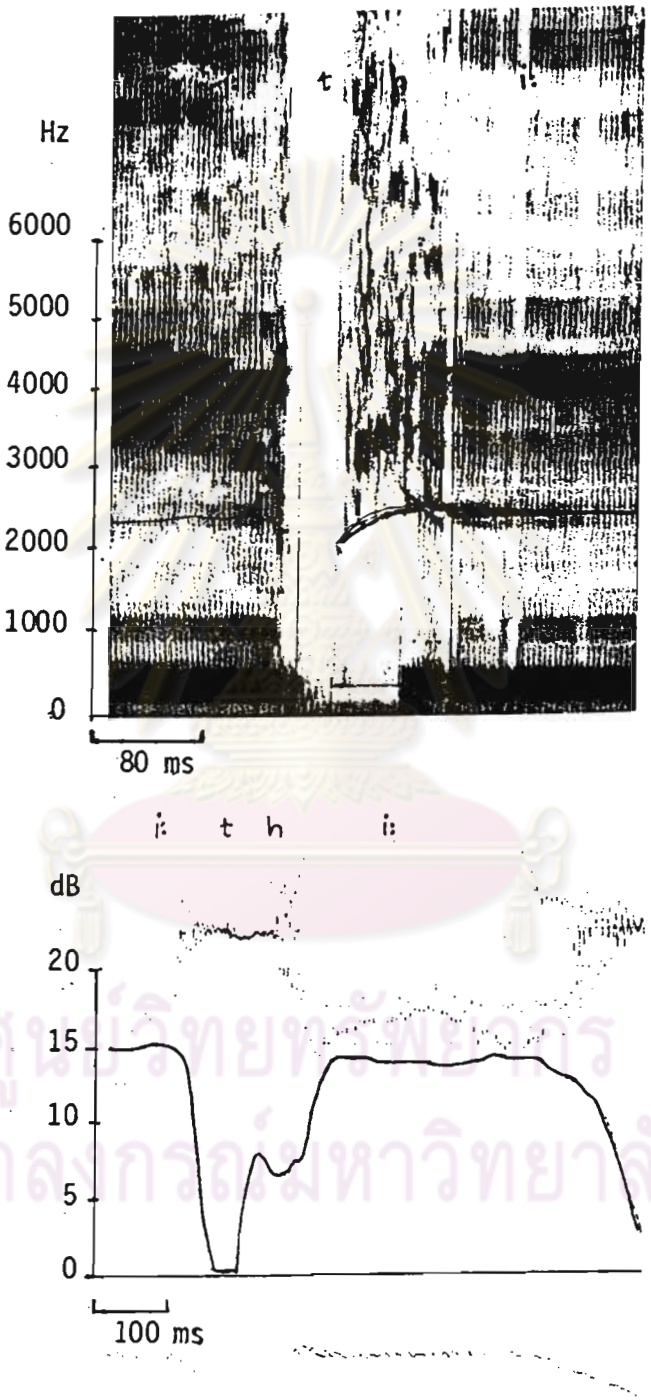


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 41 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อูตู" /u:tu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

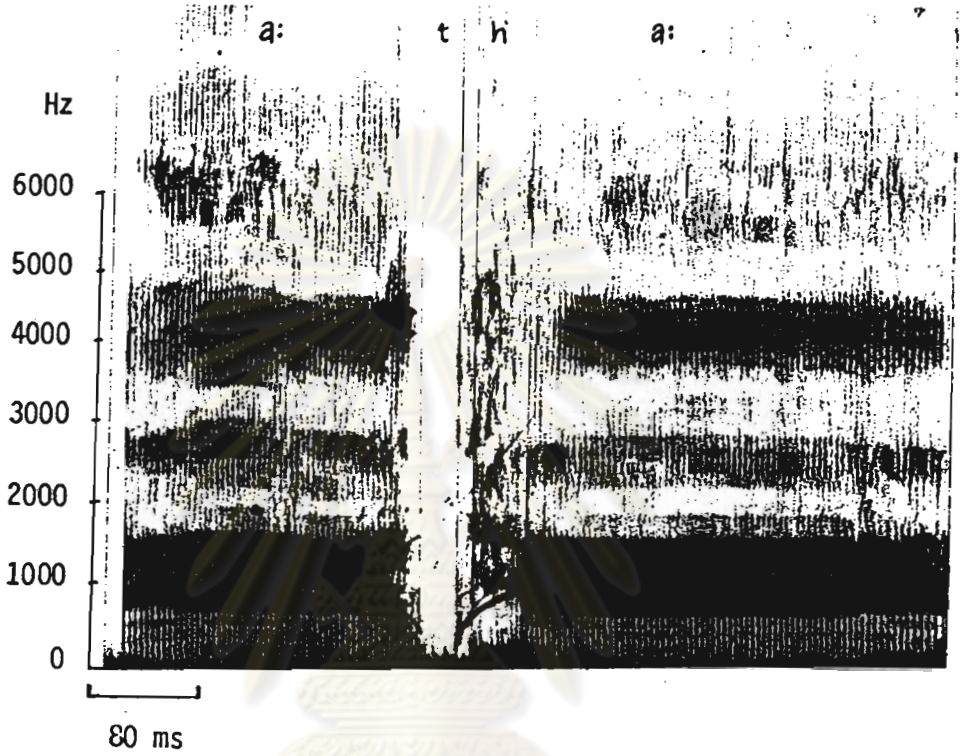


ภาพที่ 42 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อีที" /i:thi:/ ในกรอบประโยค

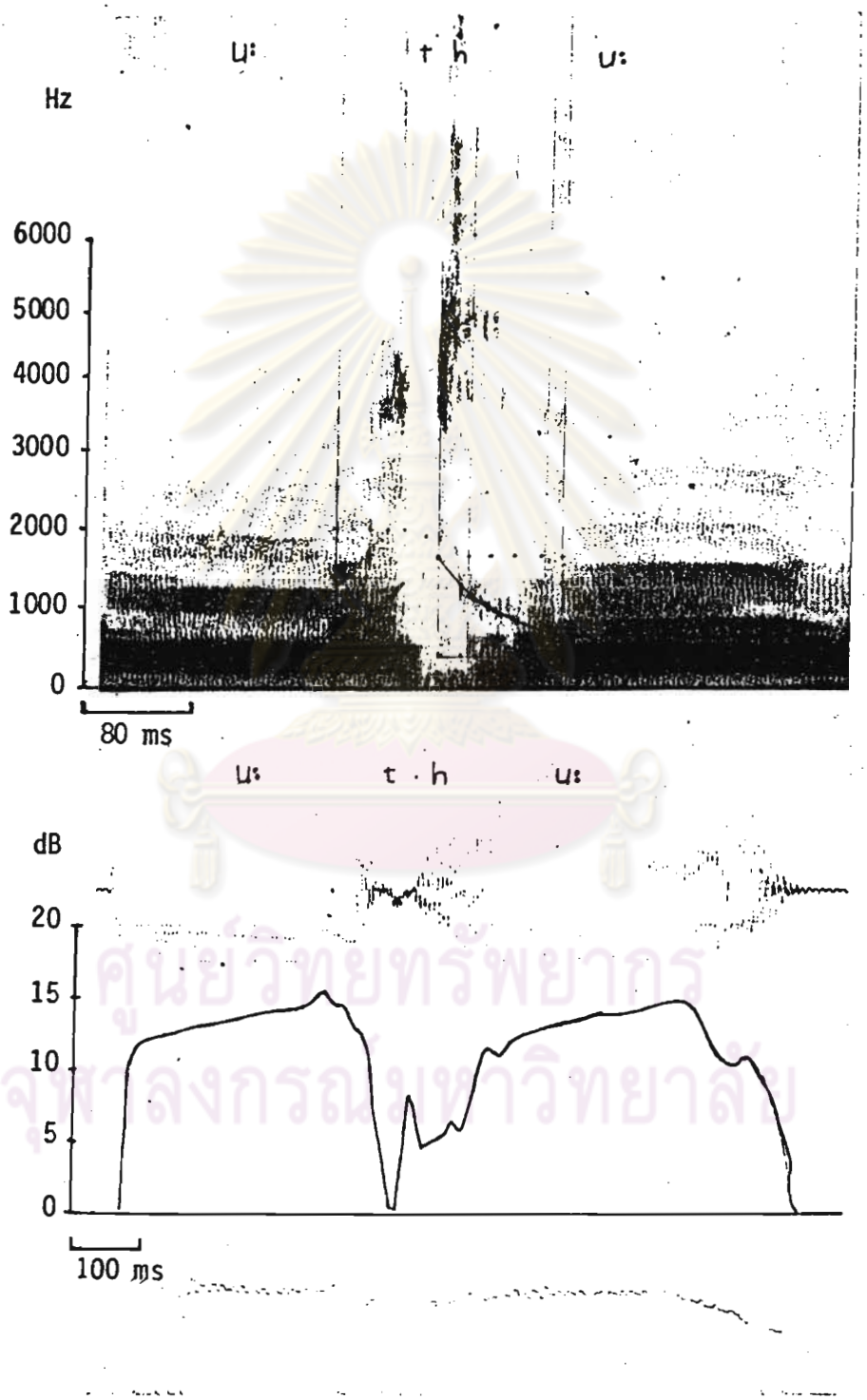


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 43 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "อาทา" /a:tha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

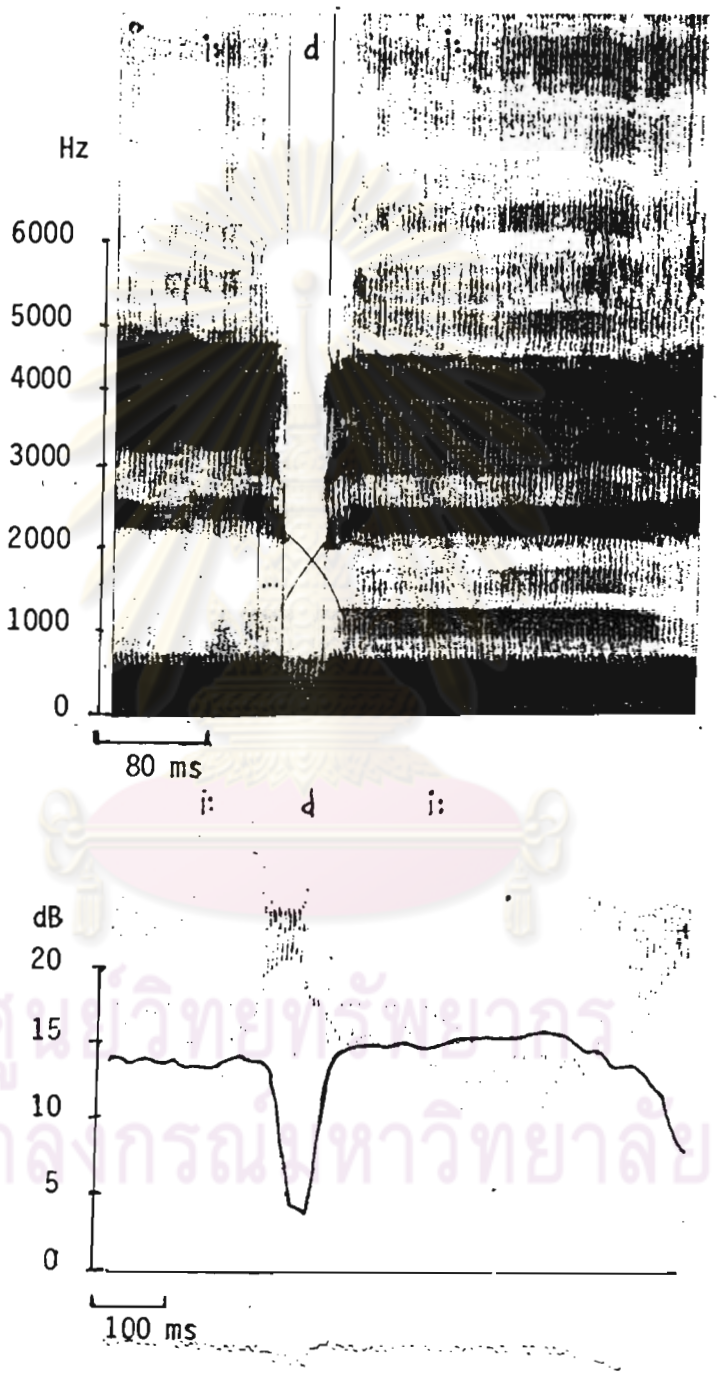


ภาพที่ 44 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อูทู" /u:thu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



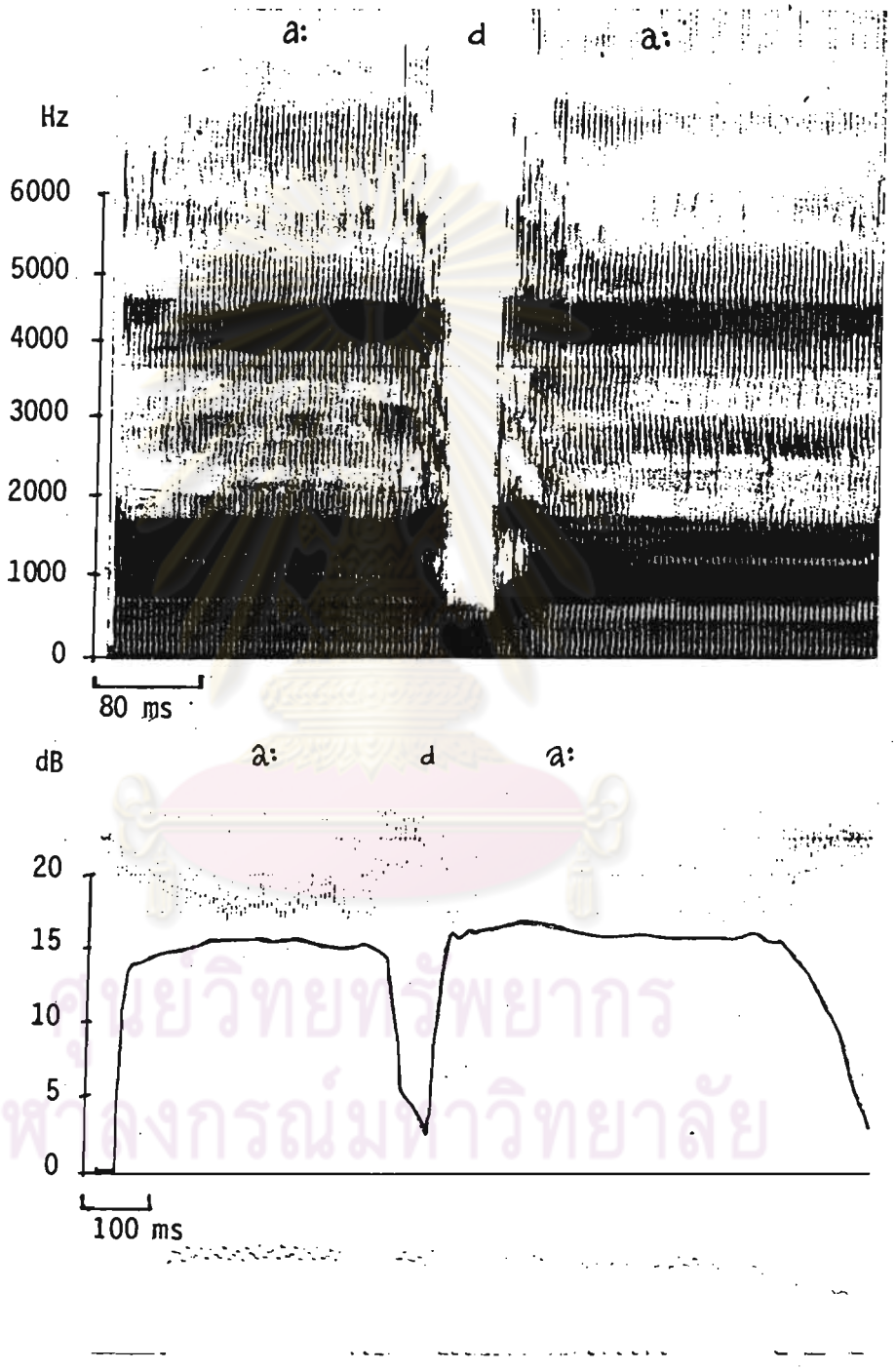
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 45 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อีดี" /i:di:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

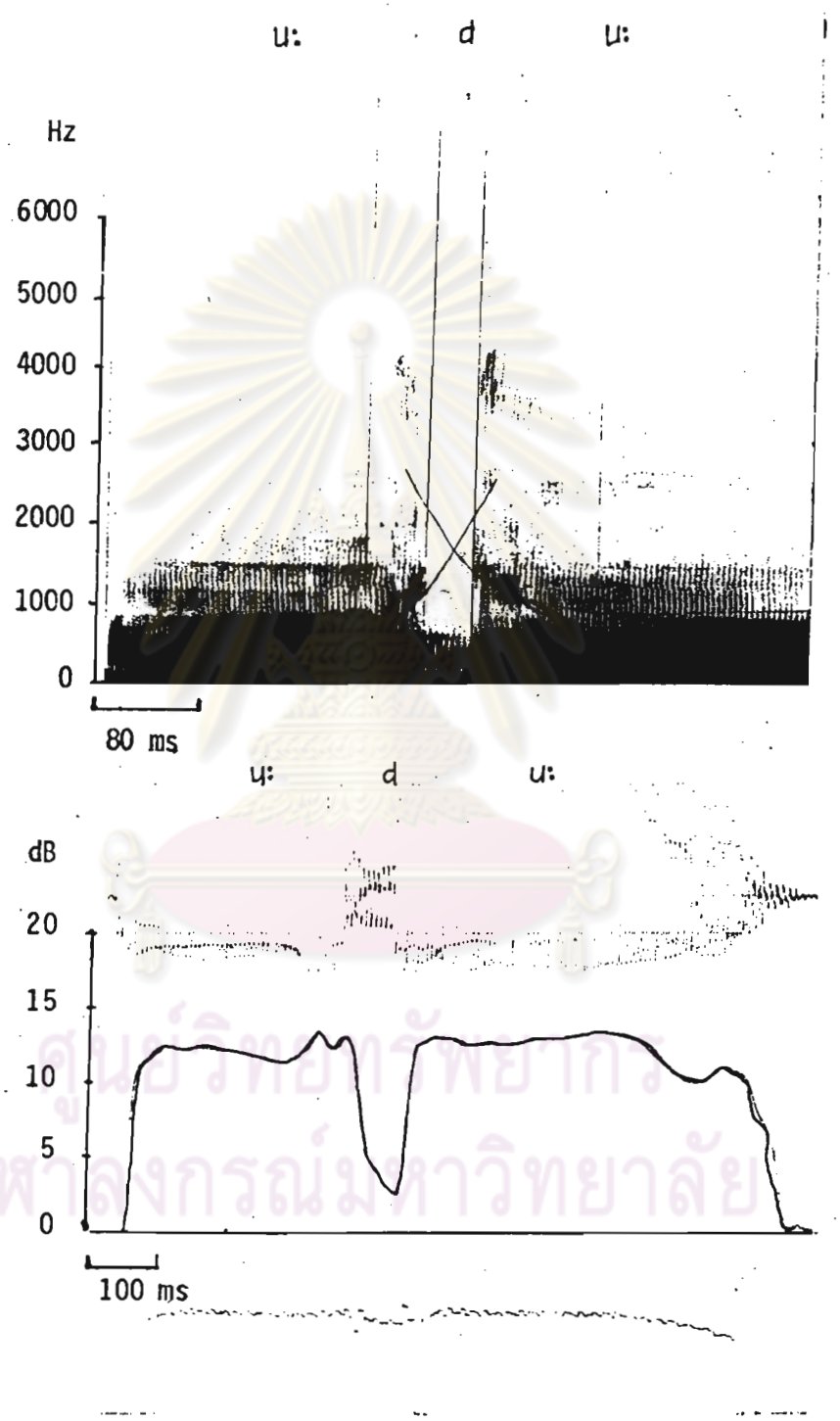


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 46 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อาดา" /a:da:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

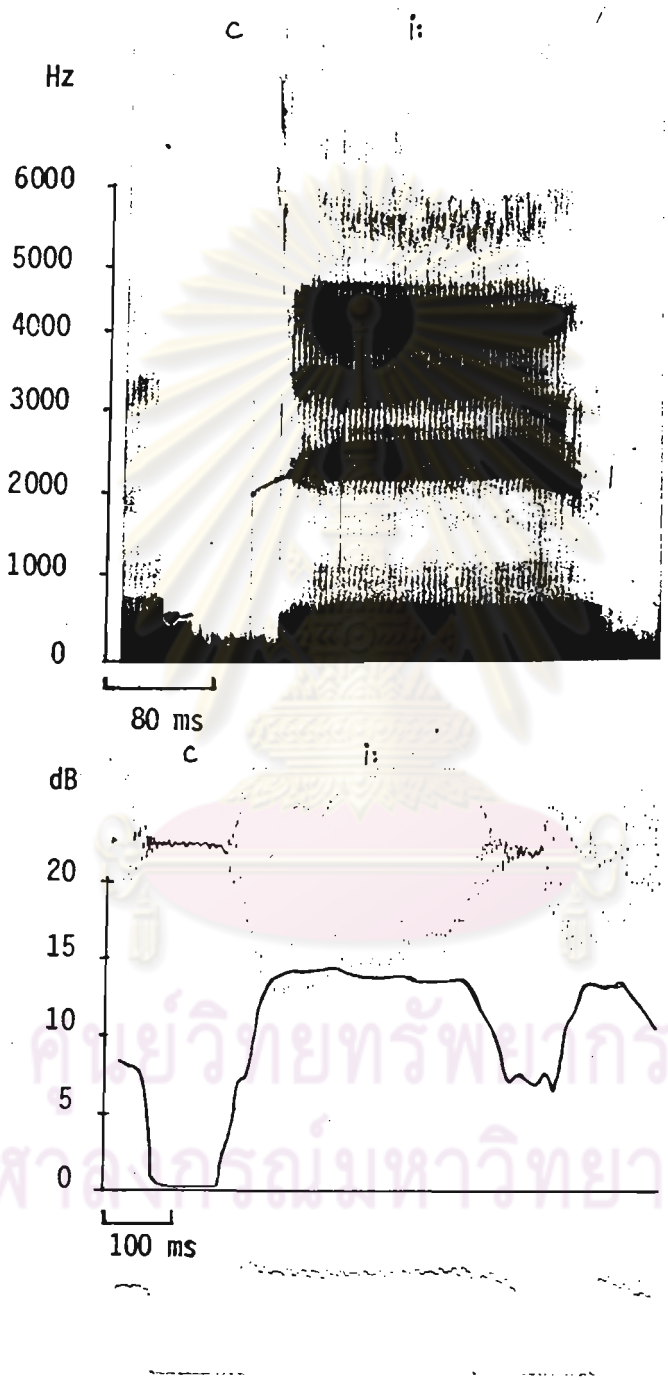


ภาพที่ 47 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อุด" /u:du:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



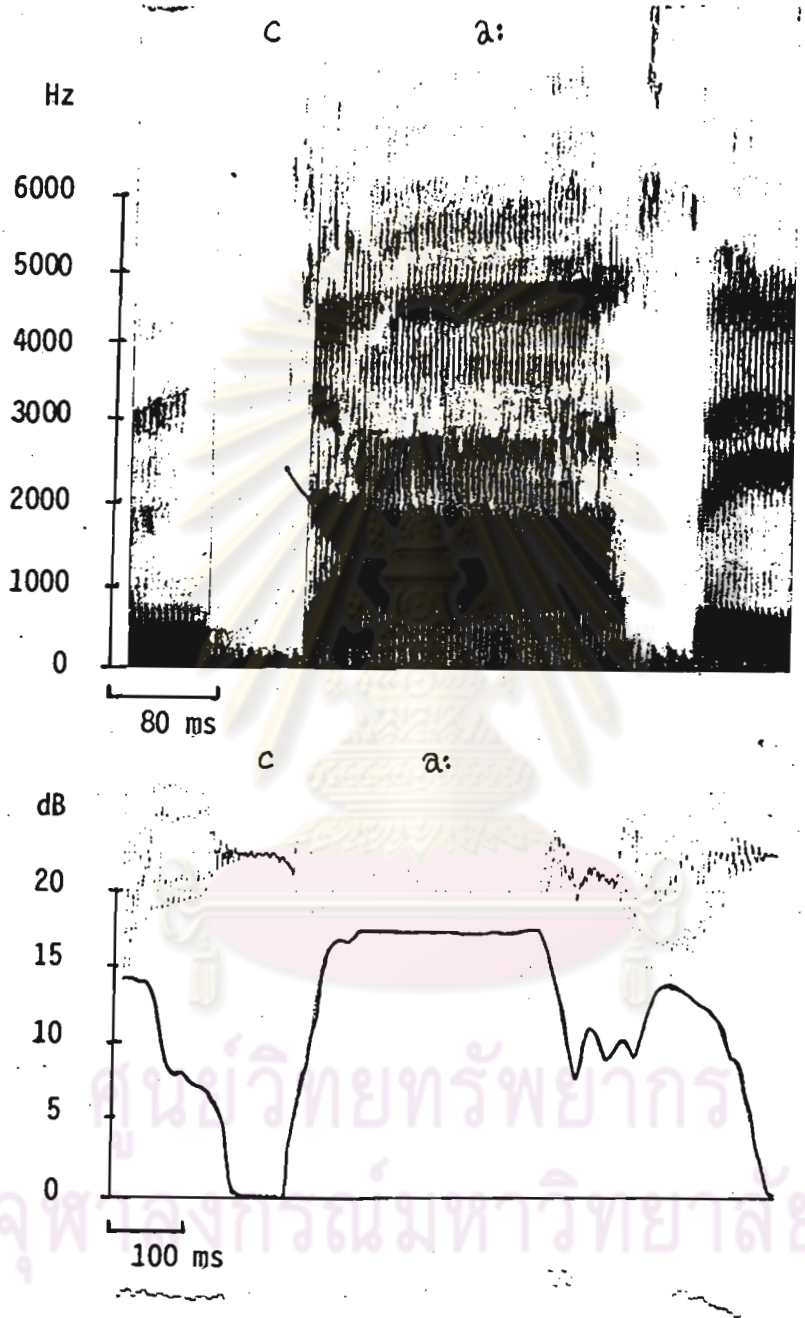
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 48 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพบิงไกแกรมในคำว่า "จี" /ci:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



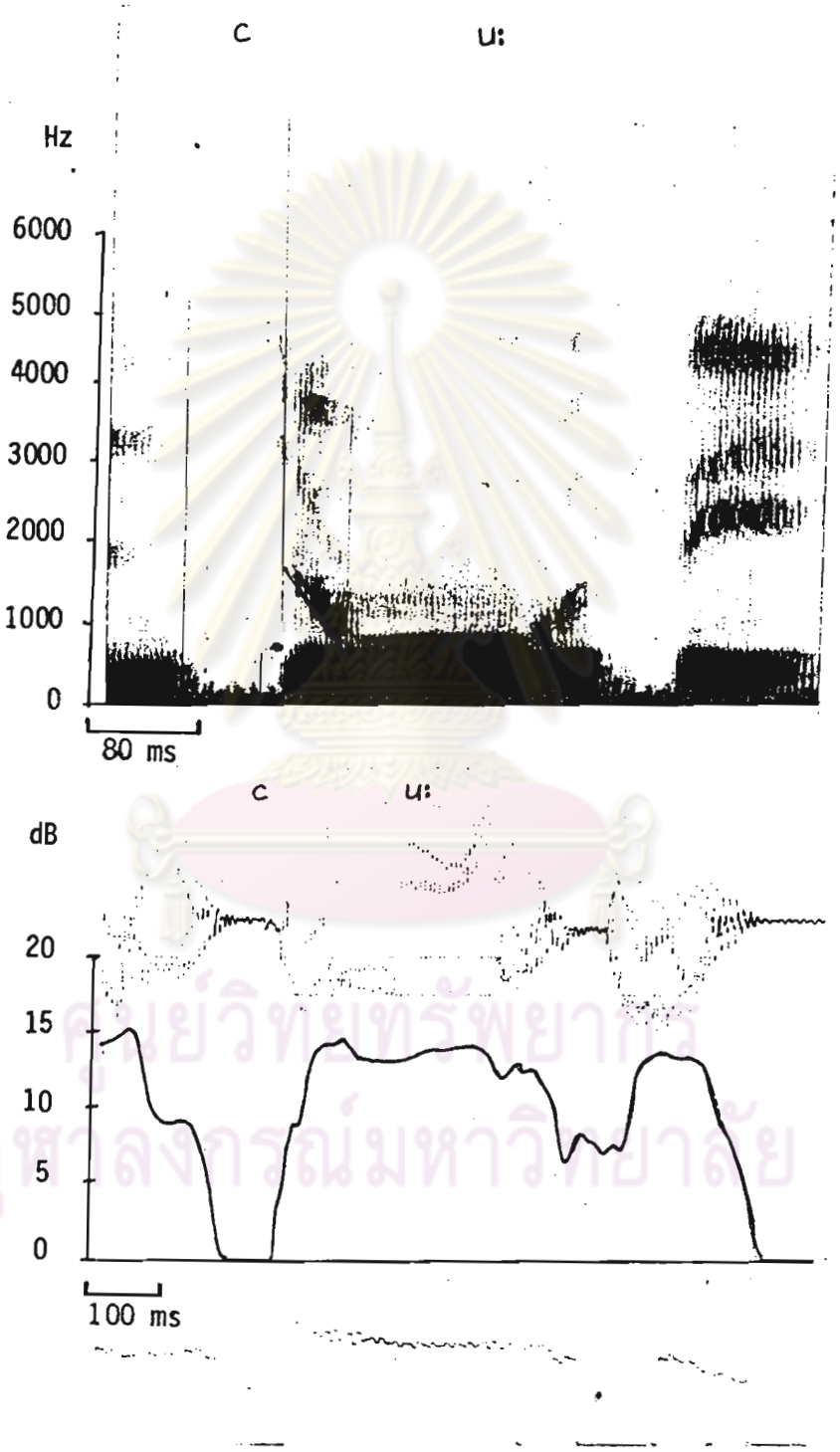
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 49 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "จา" /ca:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



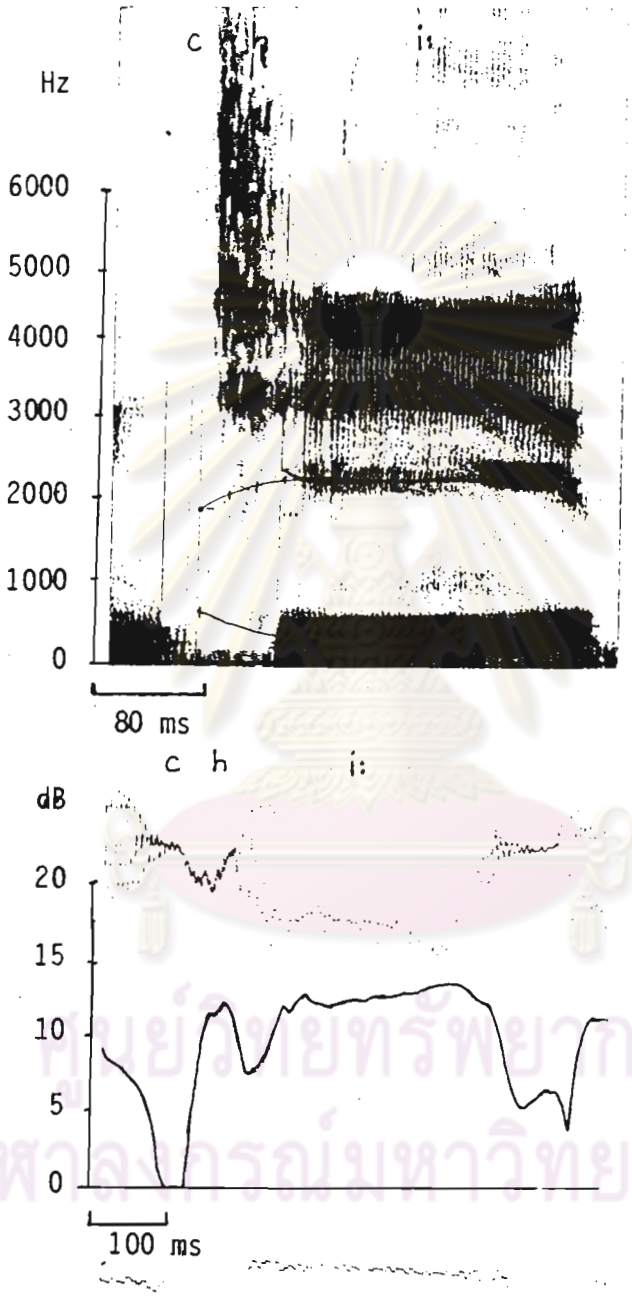
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 50 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพยิงไกแกรมในคำว่า "อู" /cu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



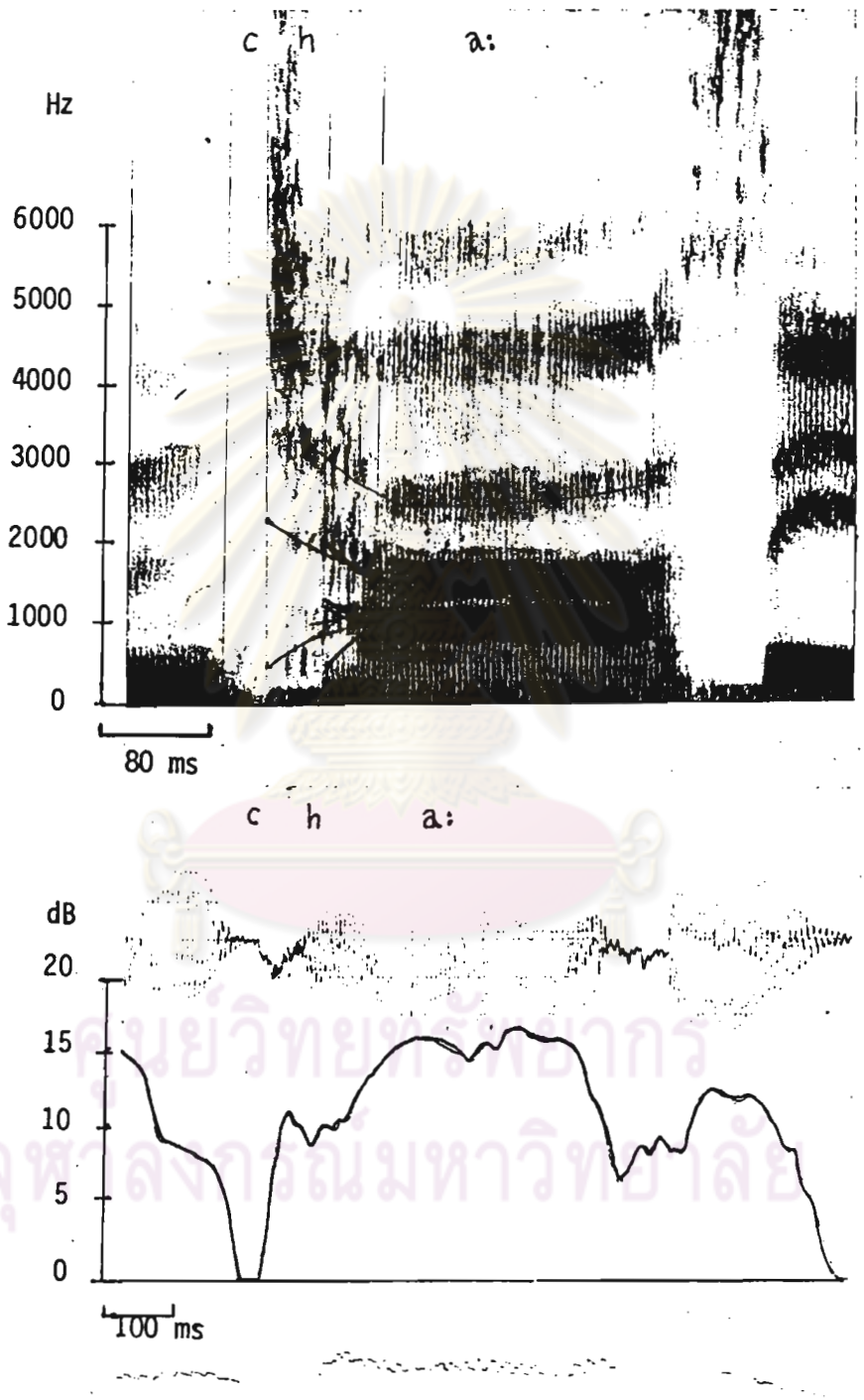
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 51 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรมในคำว่า "ชี" /chi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชี"



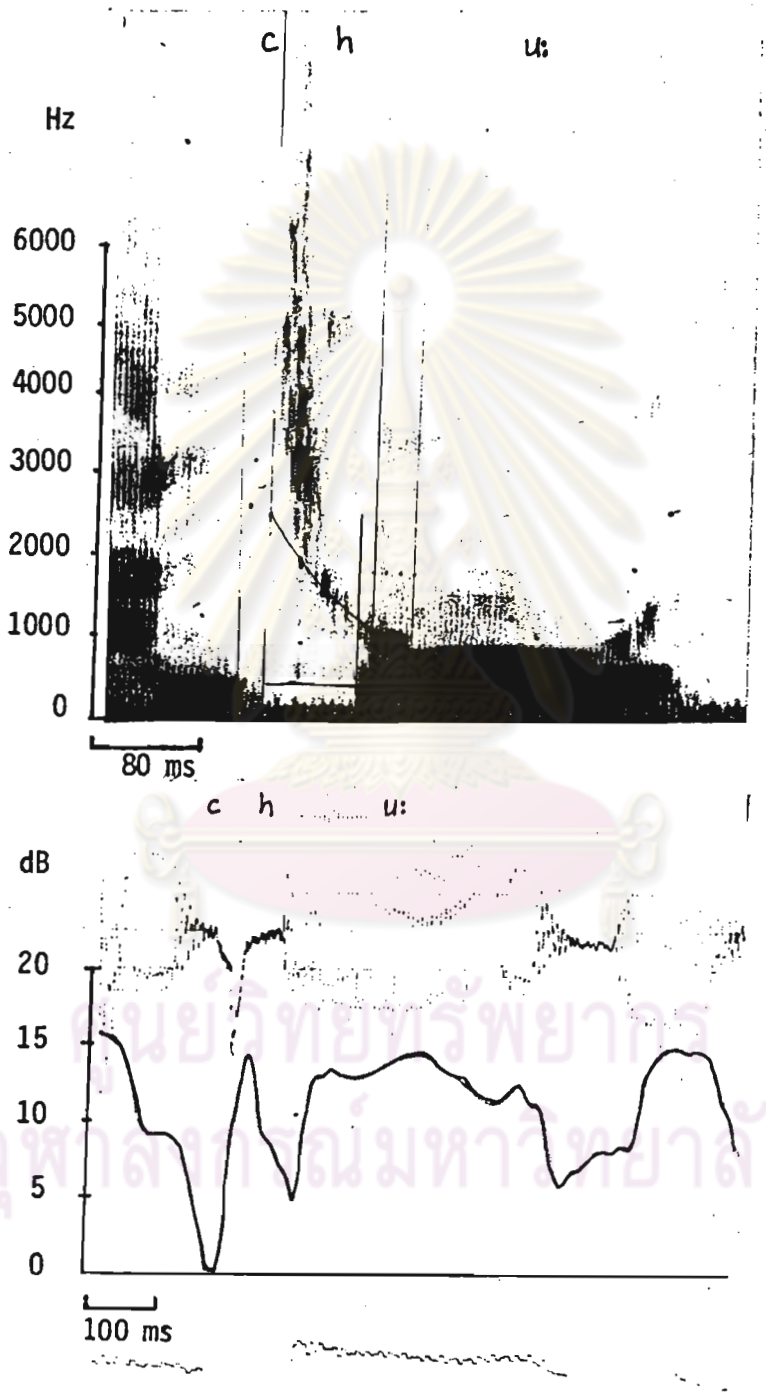
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 52 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "ชา" /cha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



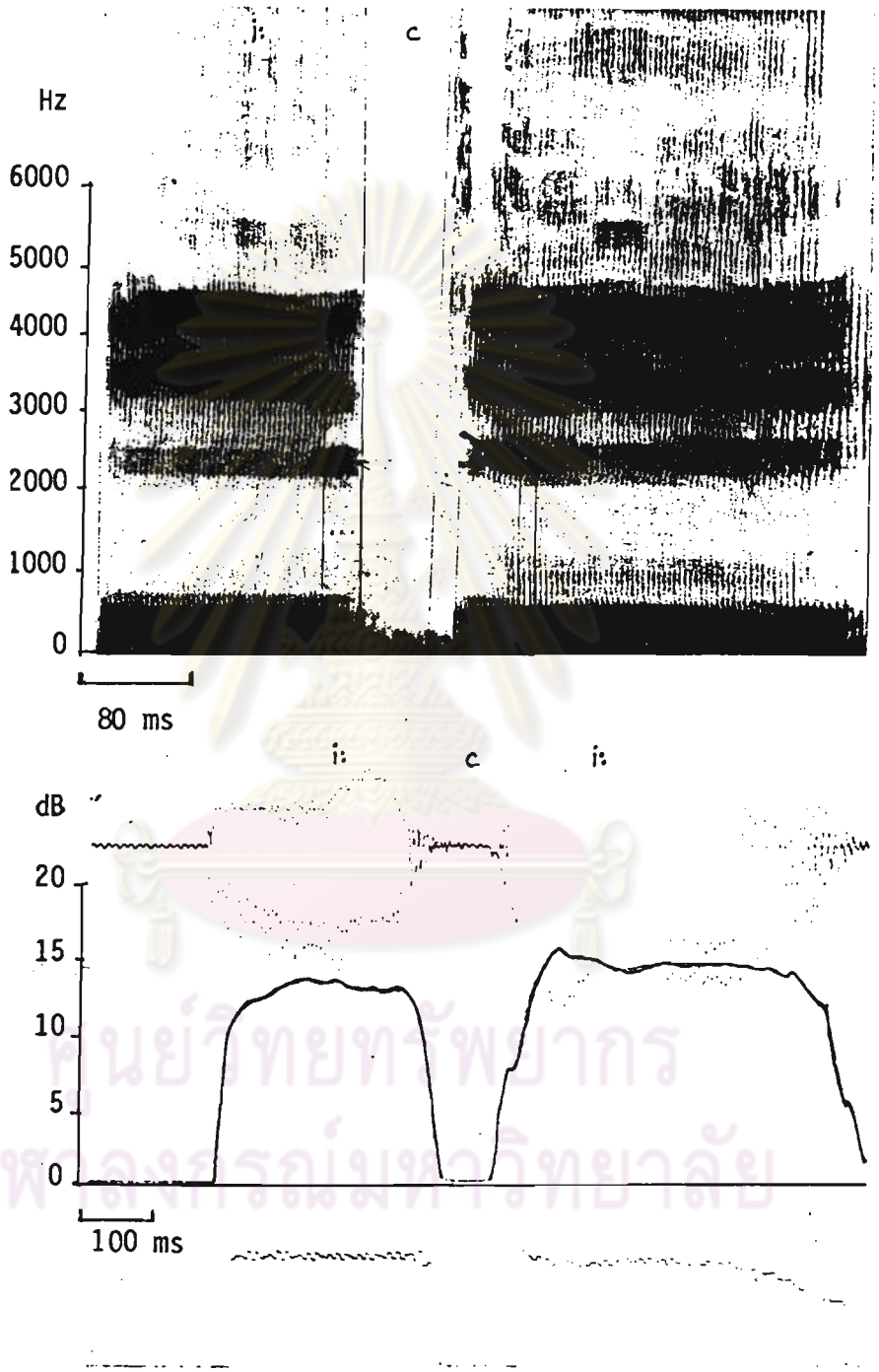
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 53 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "ชู" /chu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



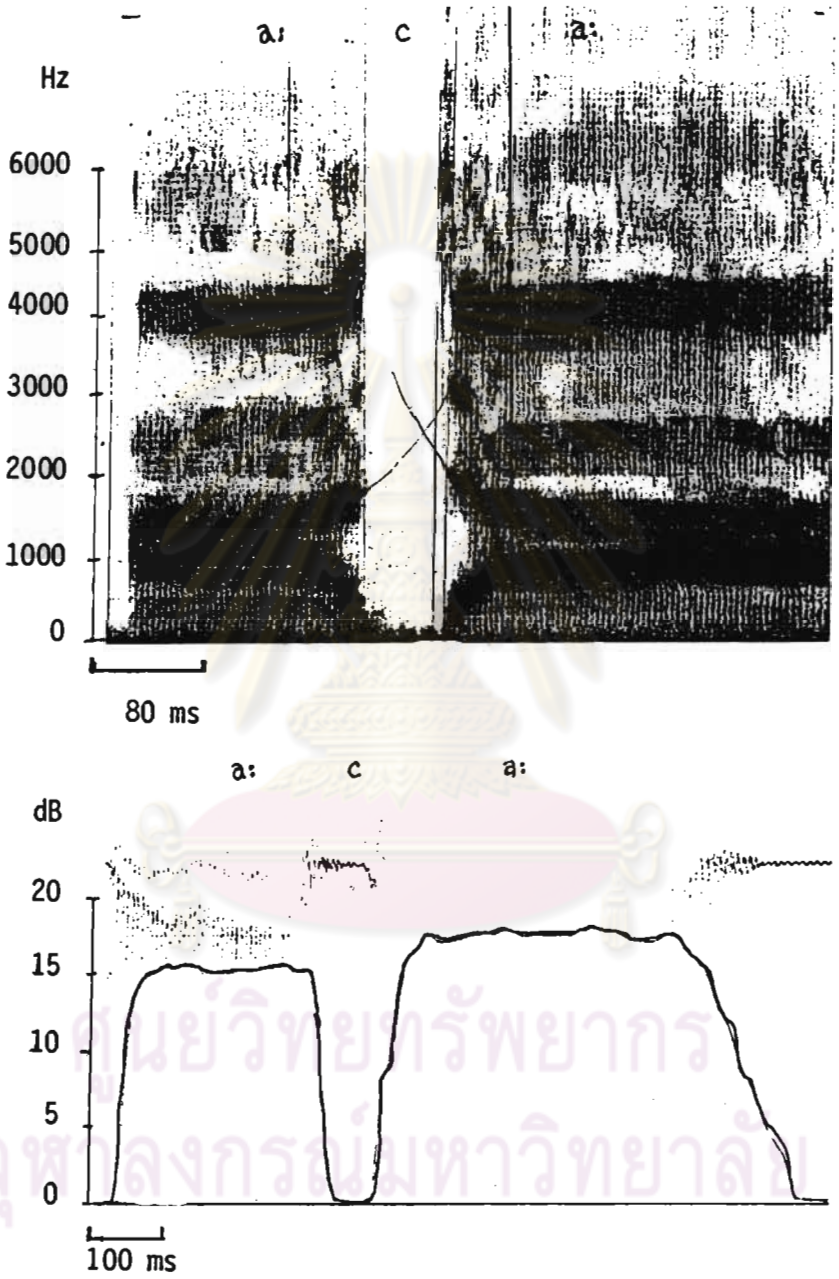
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 54 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า /i:ci:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



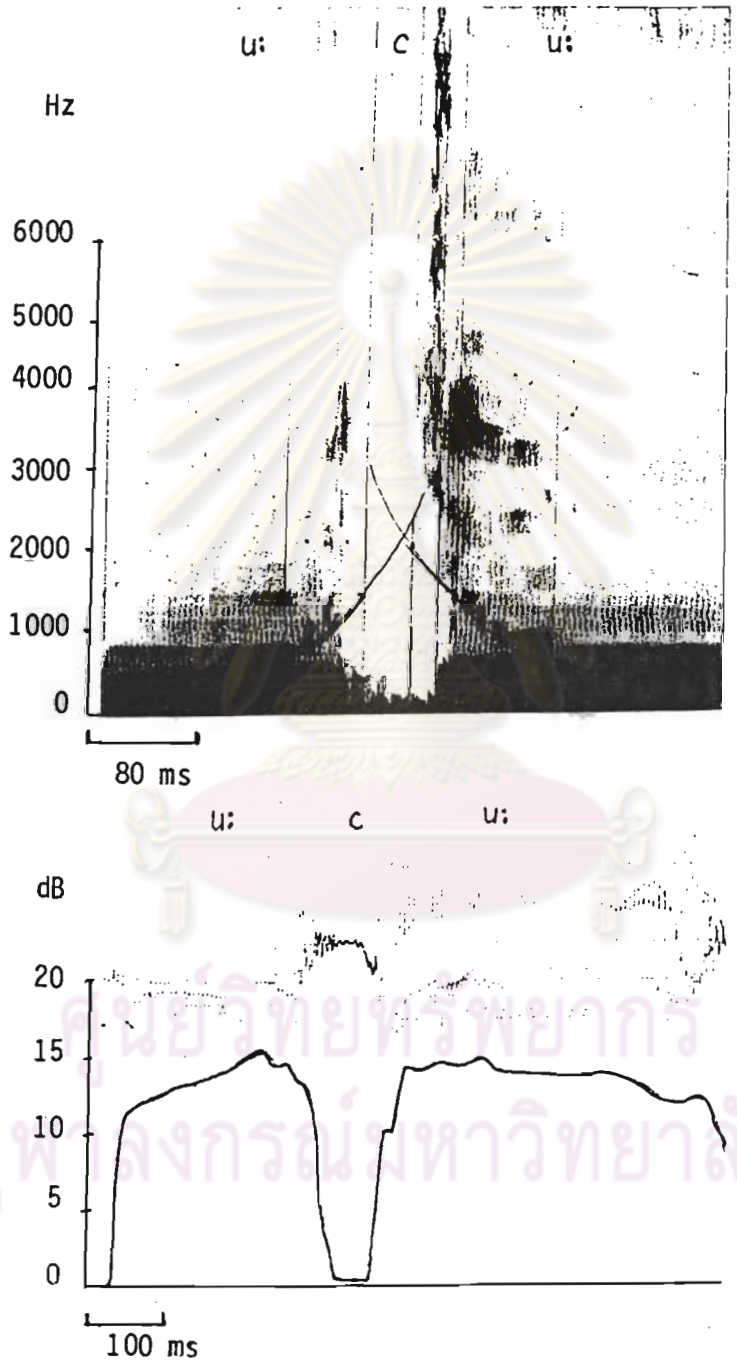
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 55 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อาจา" /a:ca:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



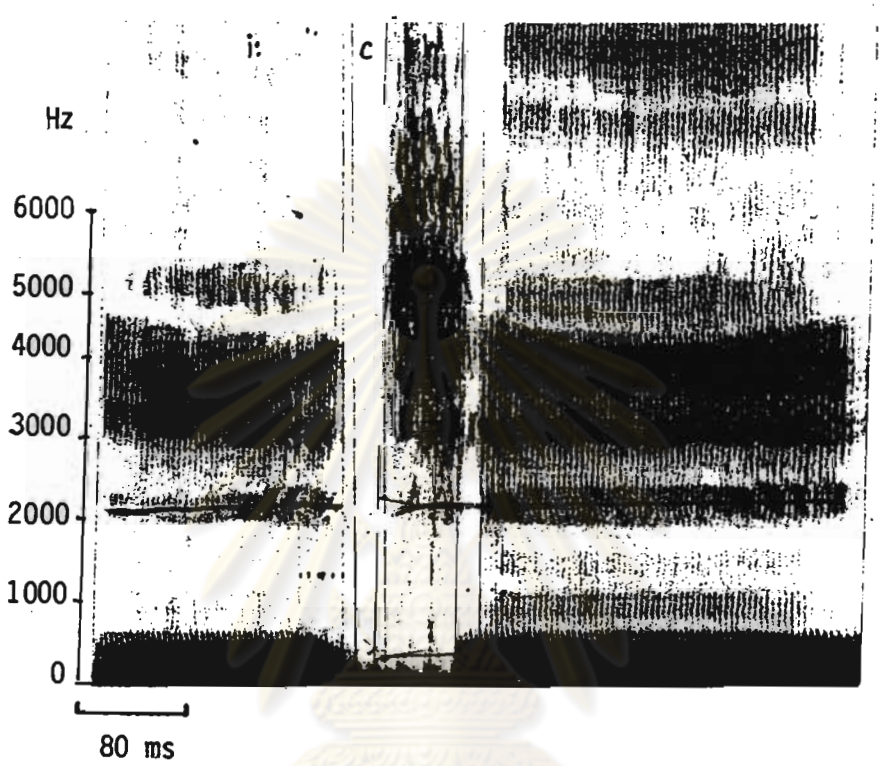
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 56 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อูฐ" /u:cu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



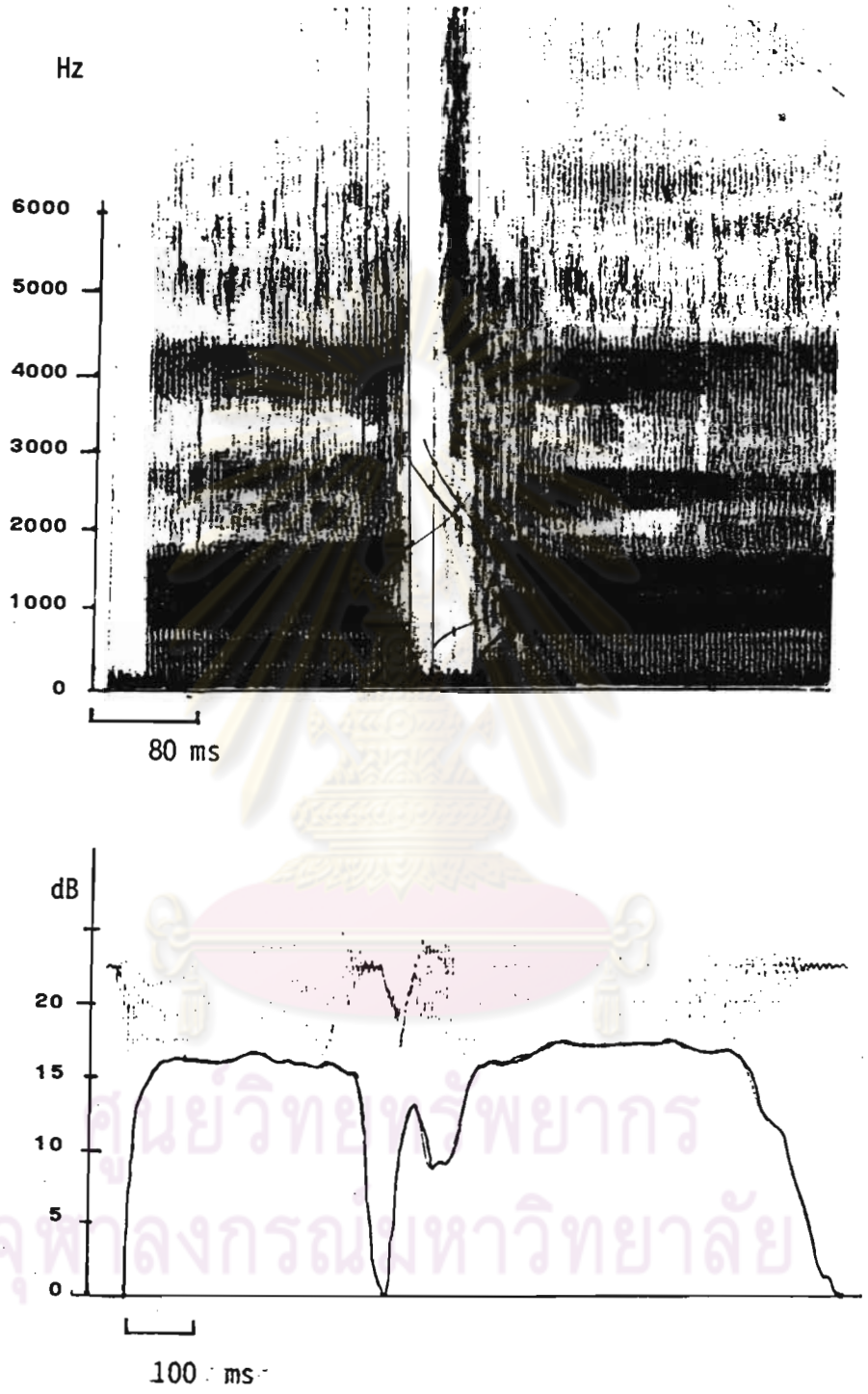
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 57 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อีชี" /i:ch:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชี"



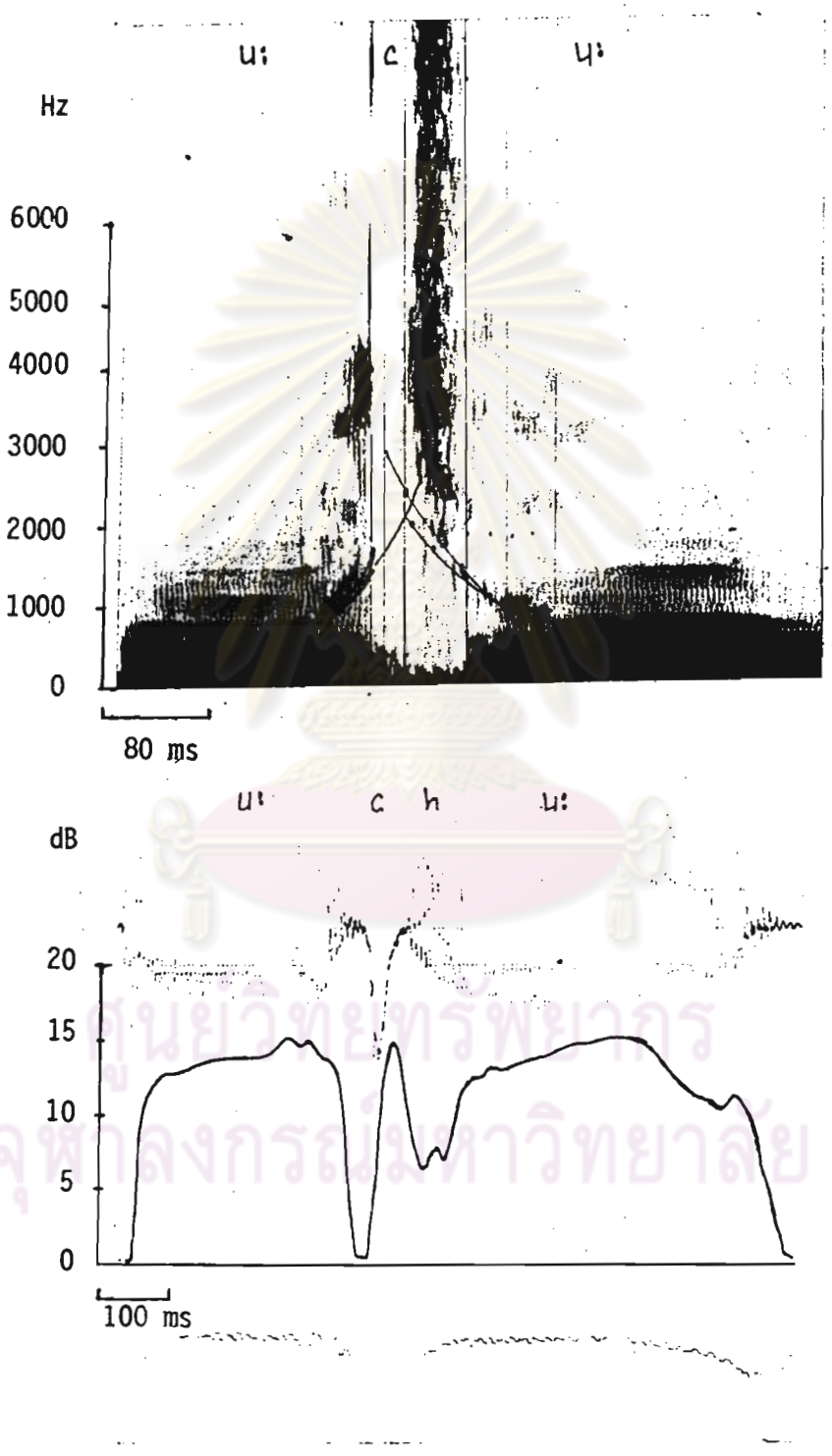
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 75 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อาชา" /a:cha:/



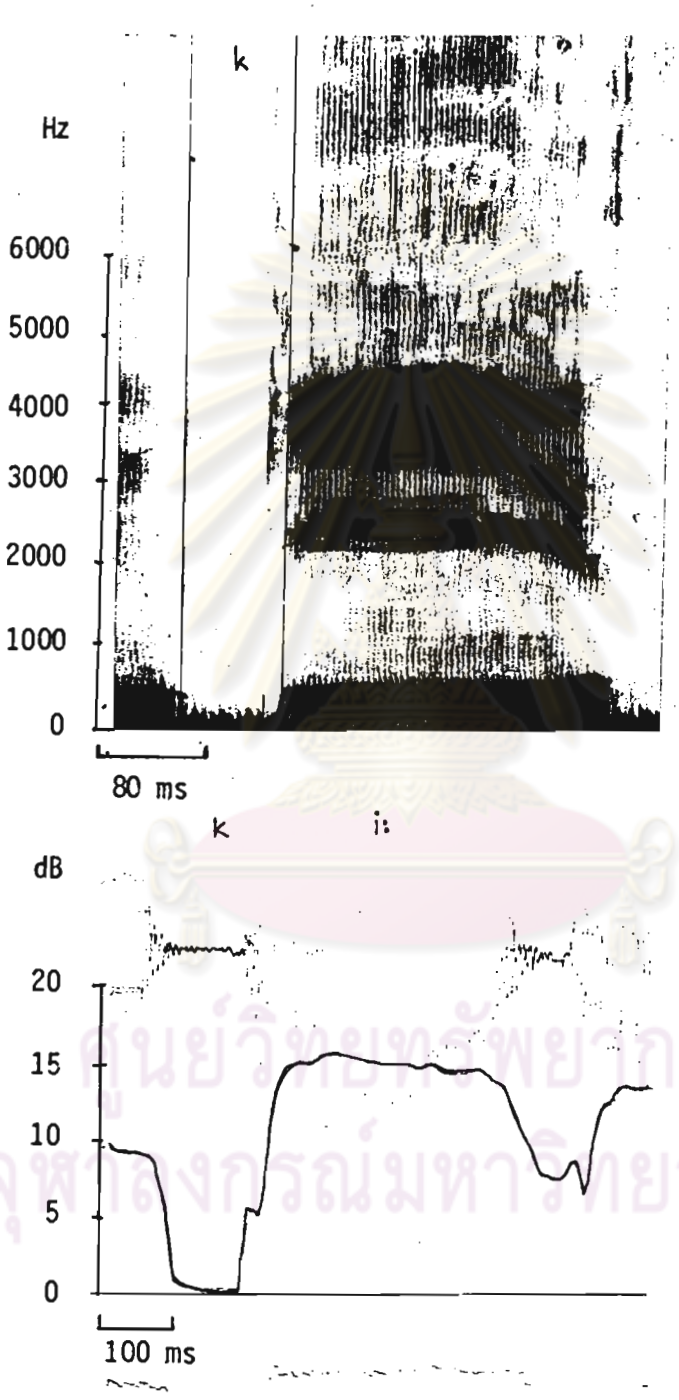
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 59 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพหมึงโกแกรมในคำว่า "อูชู" /u:chu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ชิ"



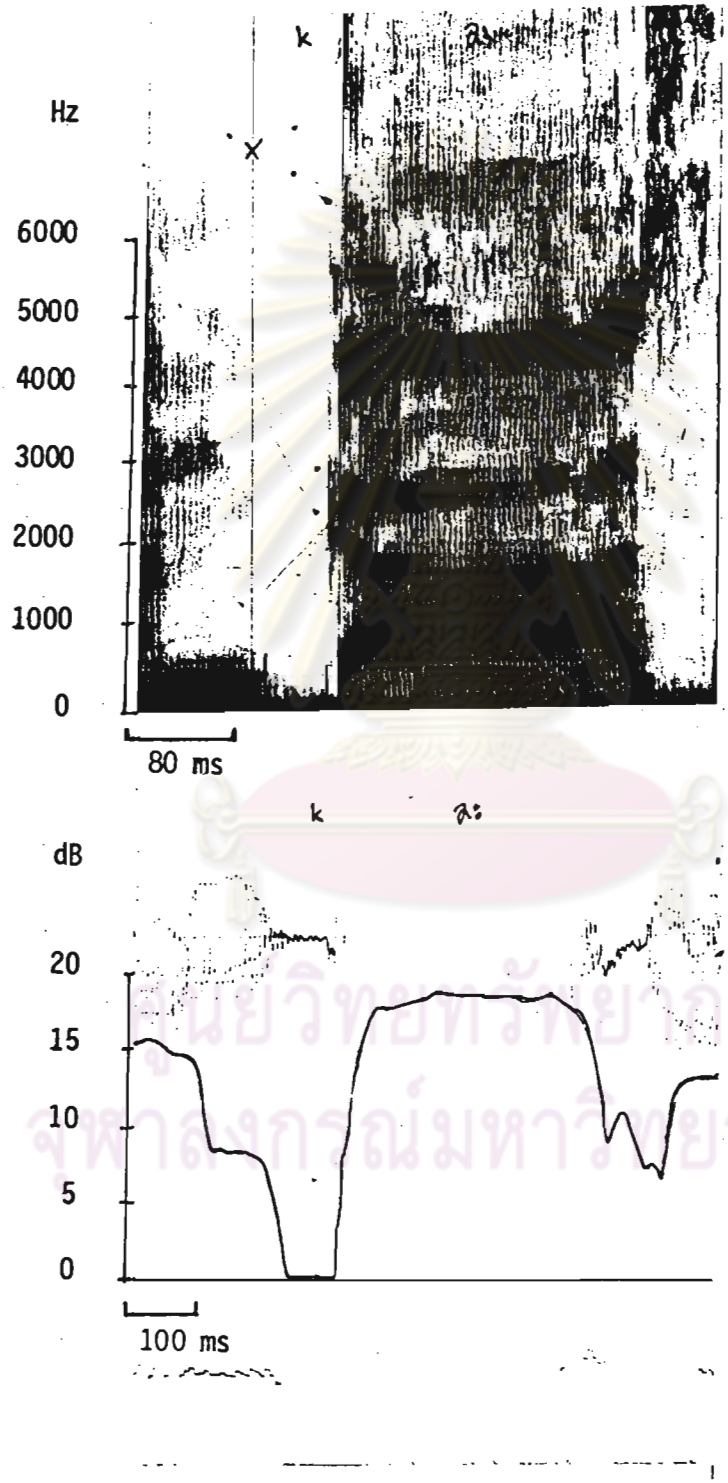
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 60 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพยิงไกแกรมในคำว่า "กี" /ki:/ ในกรอบประโยค

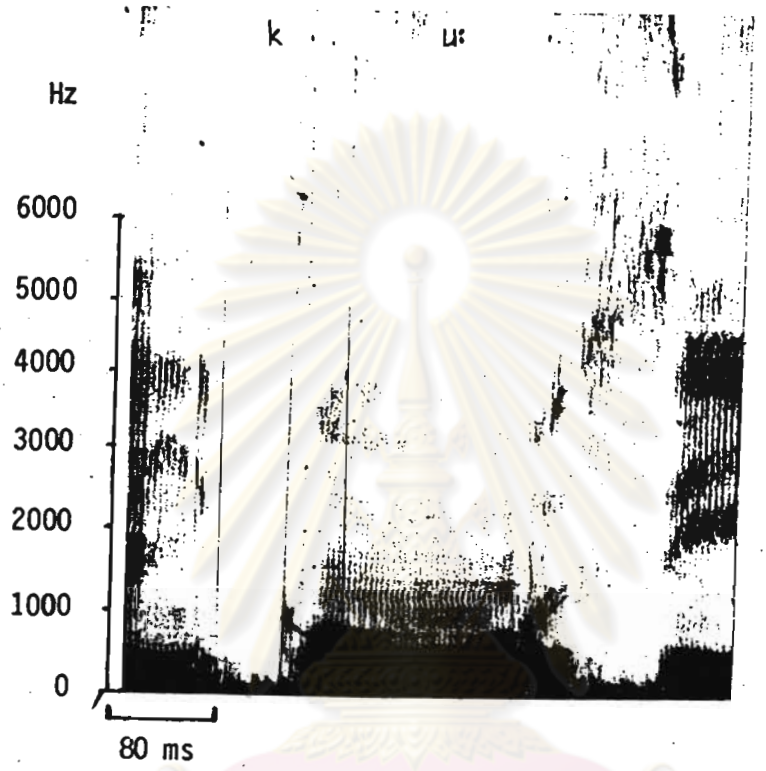


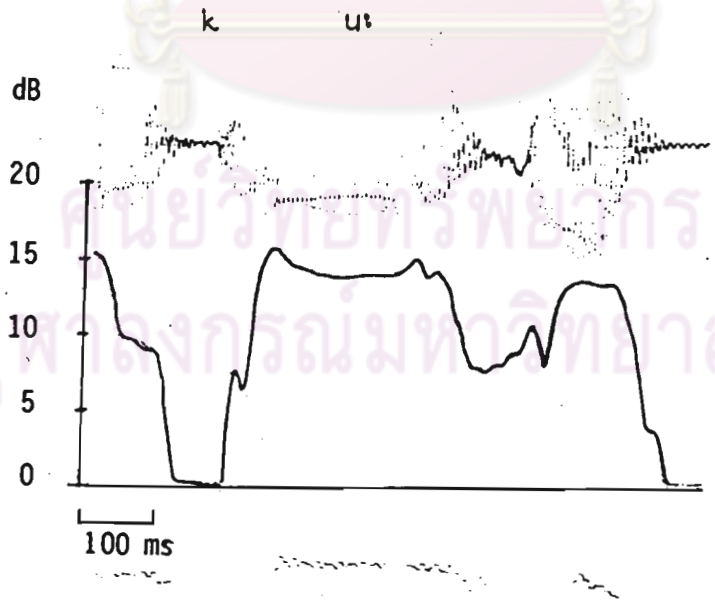
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 61 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "กา" /ka:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



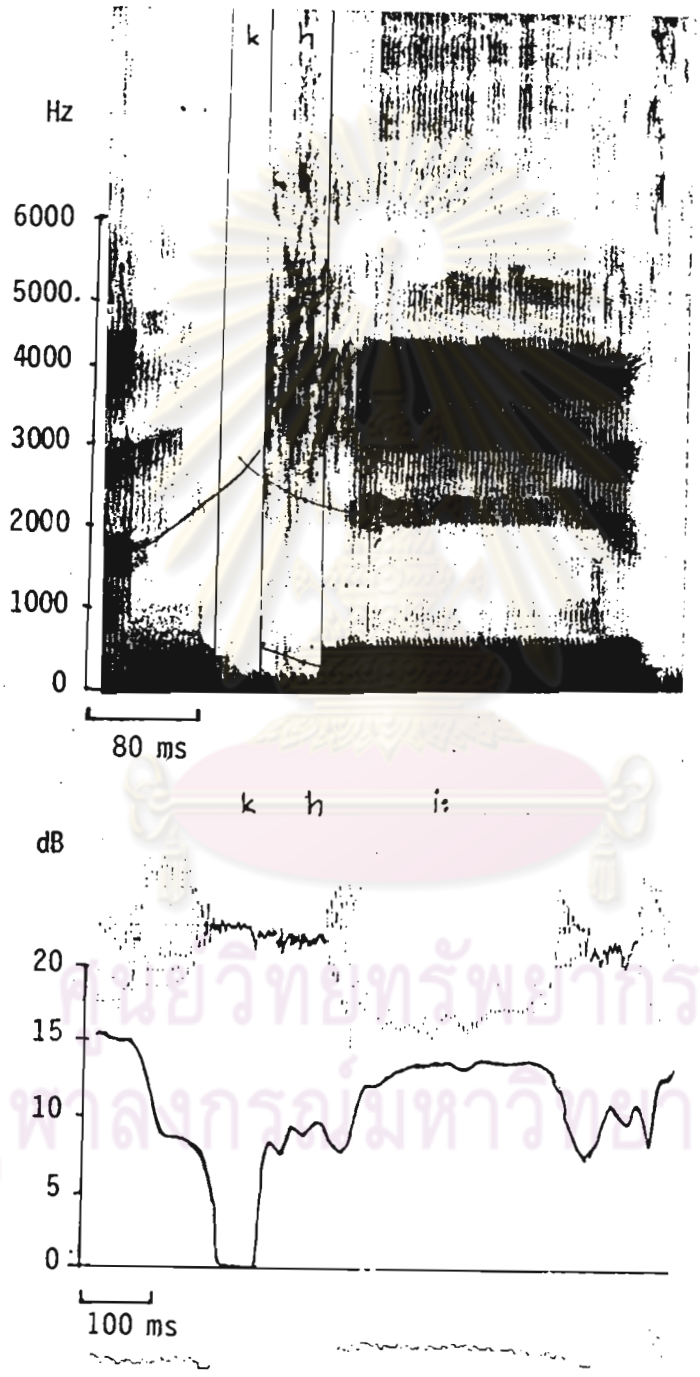
ภาพที่ 62 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "กู" /ku:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"





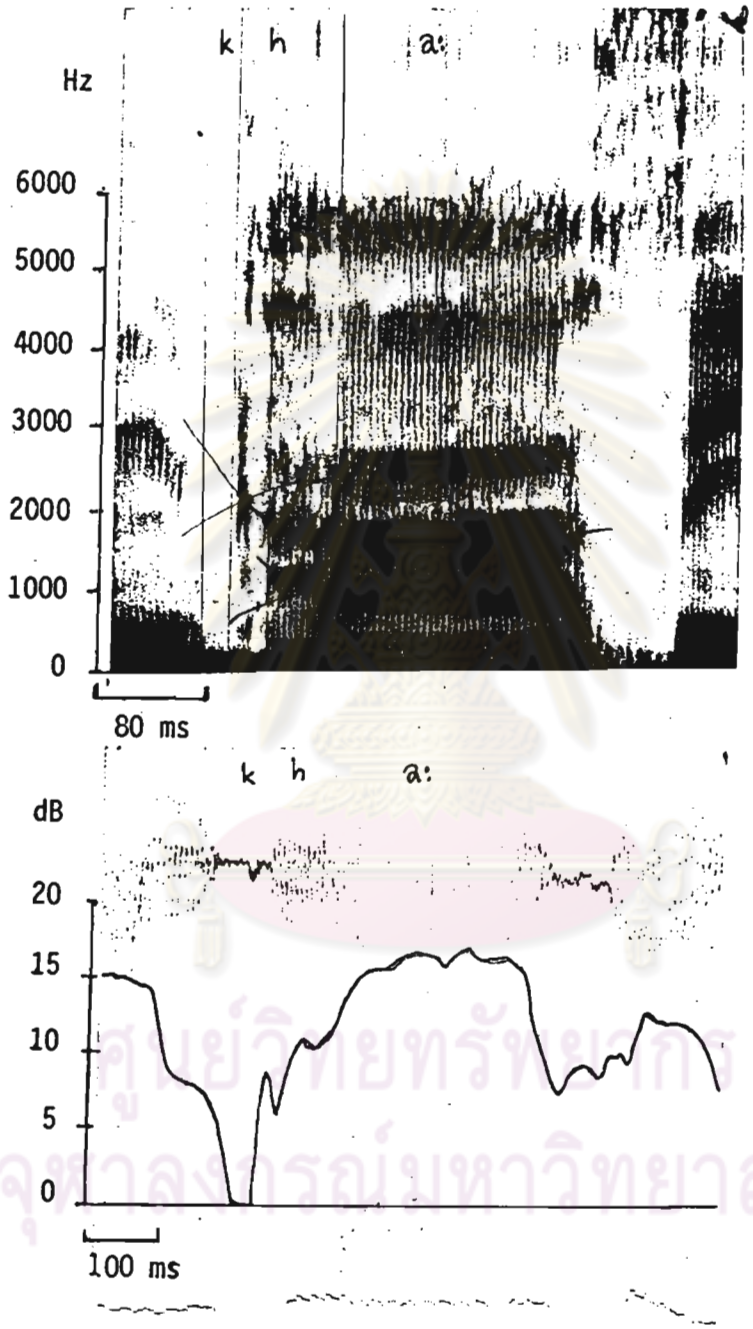
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 63 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "คี" /khi:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



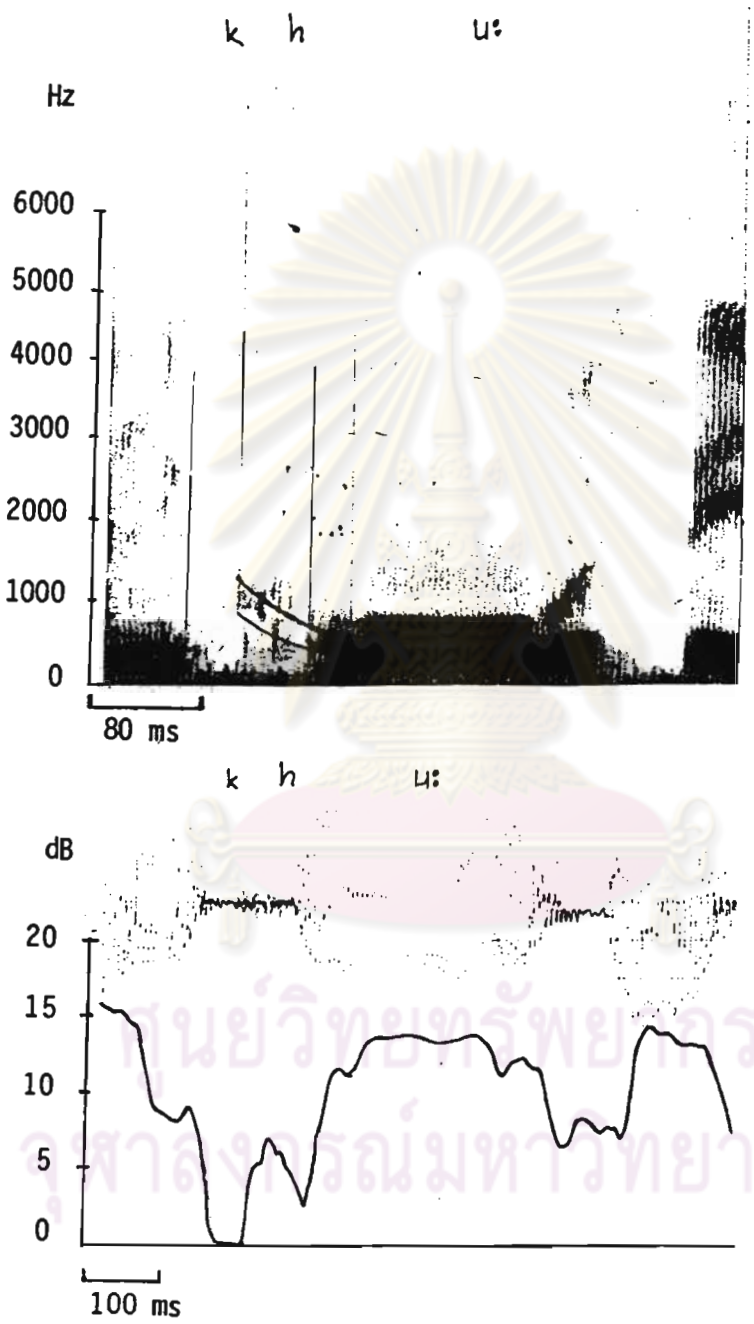
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 64 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "คา" /kha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



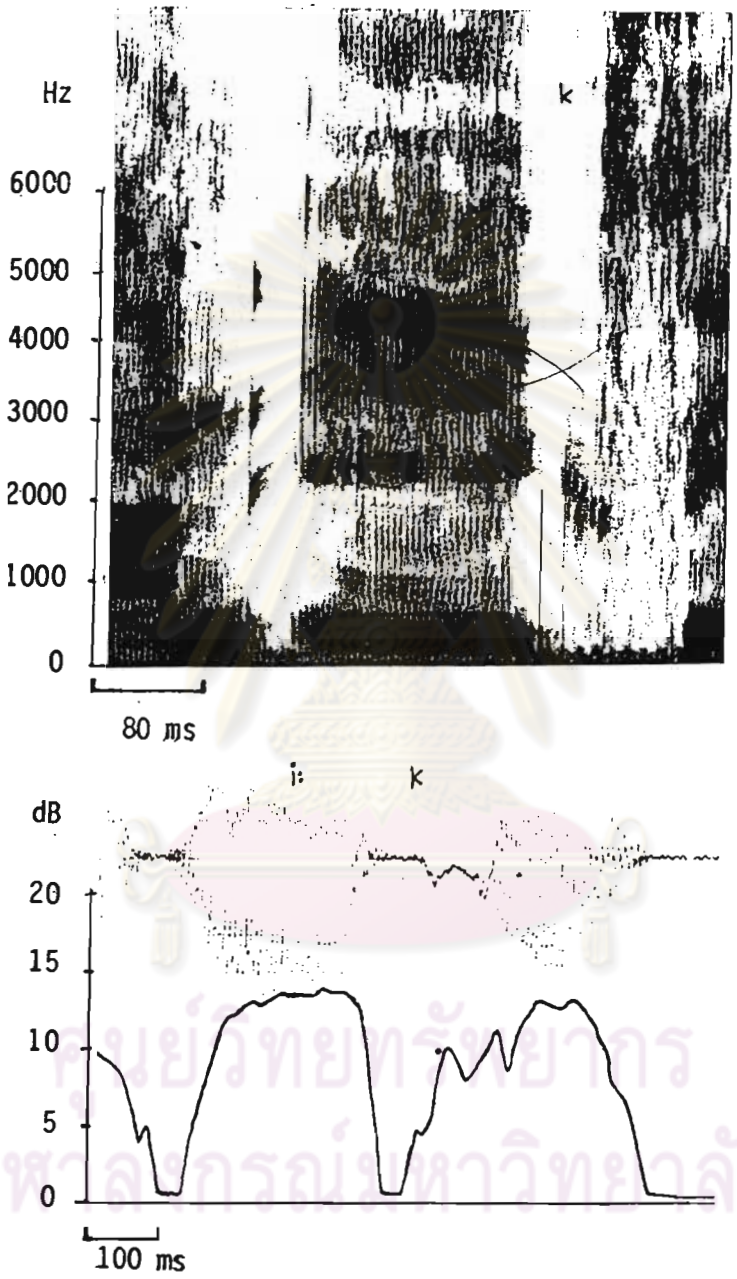
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 65 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "คู" /khu:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

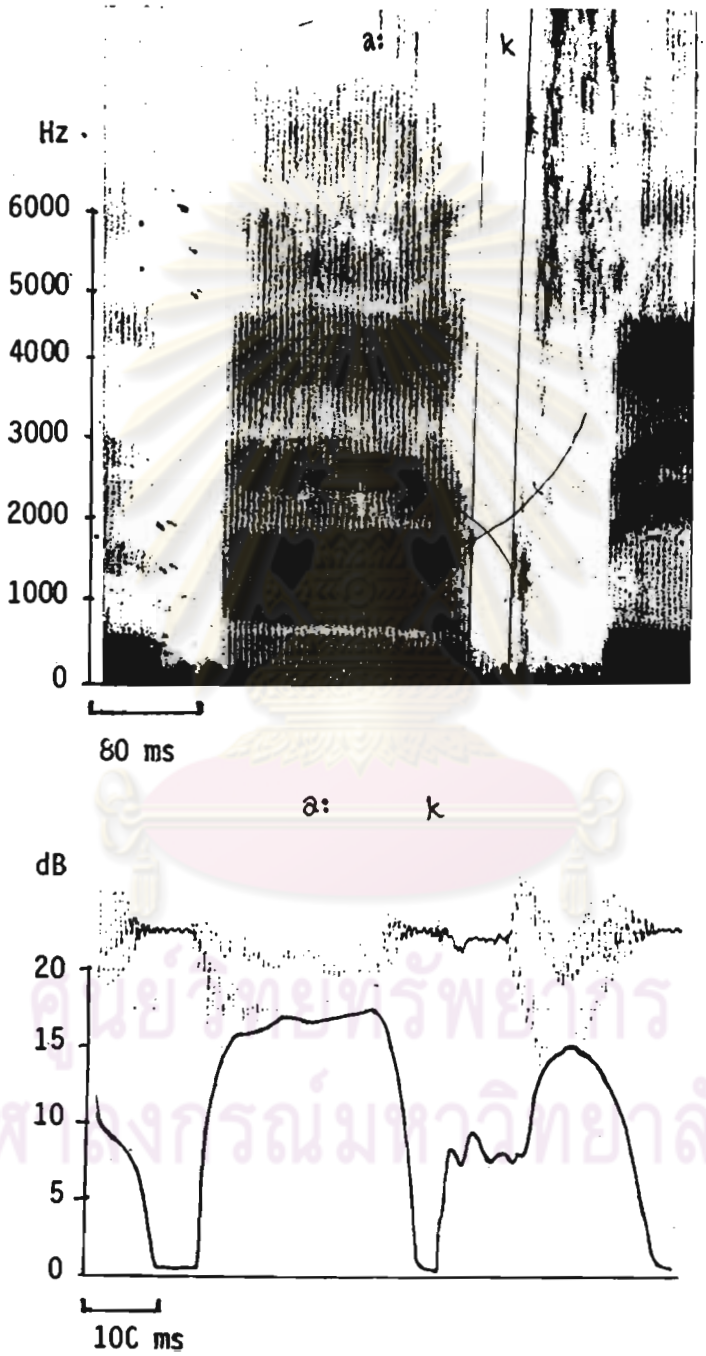


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 66 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงโกแกรมในคำว่า "อีก" /i:k/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"

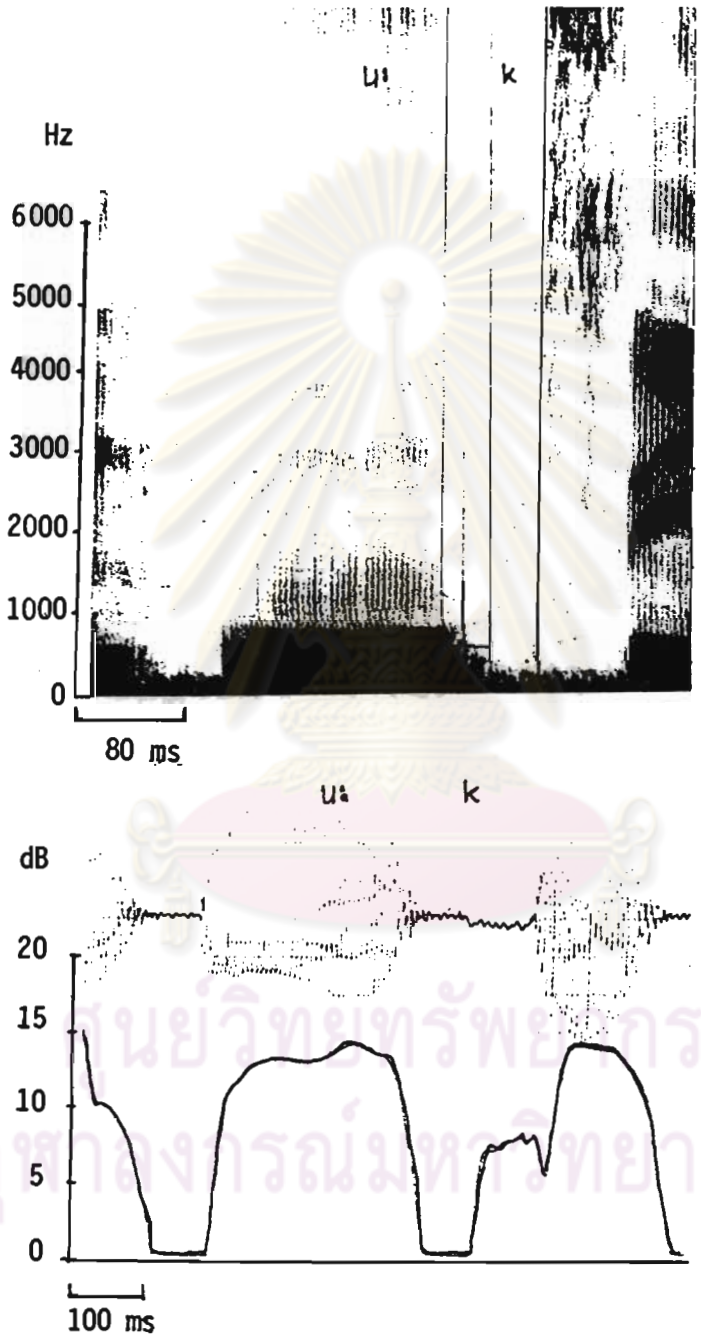


ภาพที่ 67 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงไกแกรมในคำว่า "อาก" /a:k/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



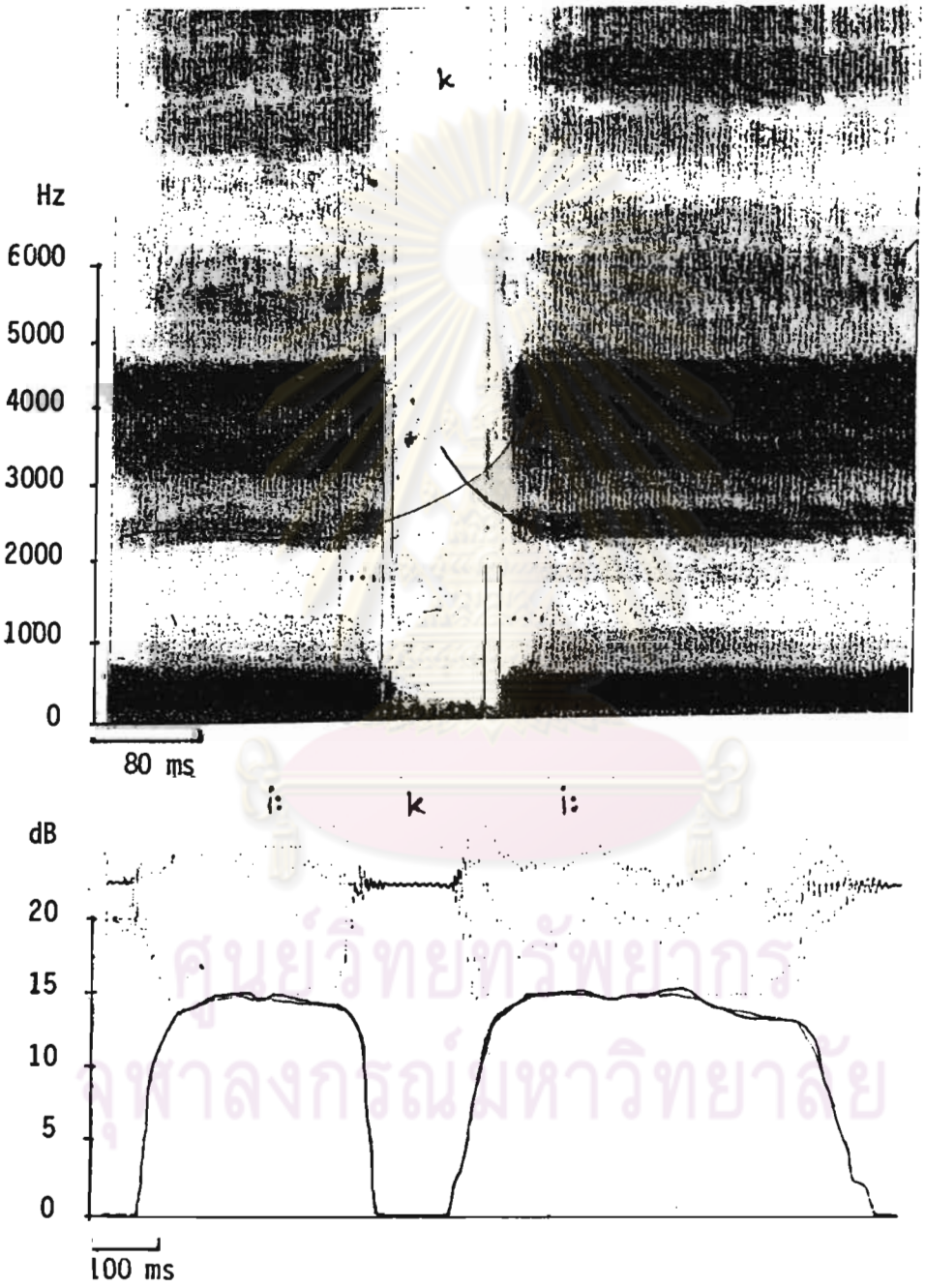
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 68 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "อูก" /u:k/ ในกรอบประโยค "อ่าน . . . ซิ"



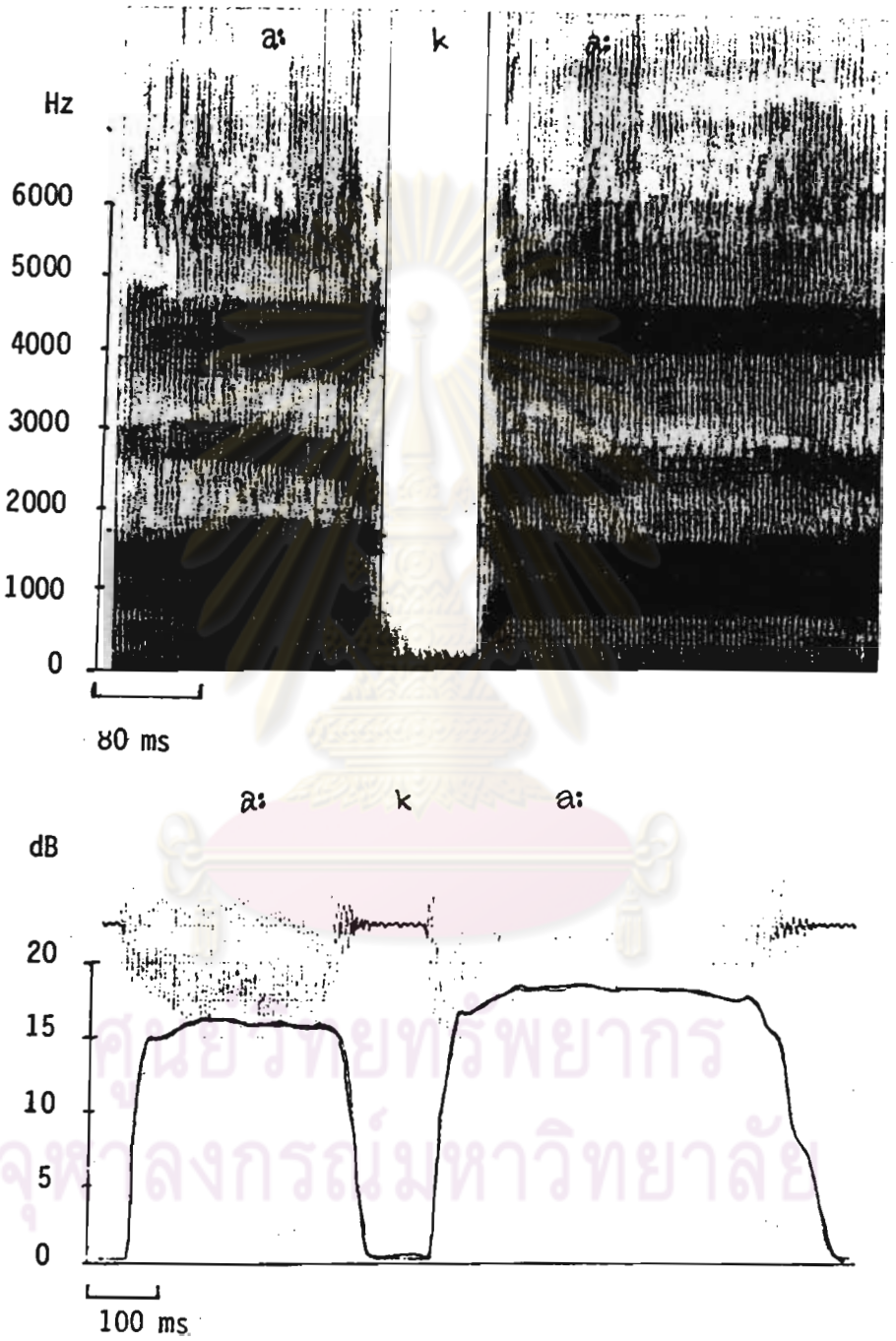
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 69 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "อีกี" /i:ki:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



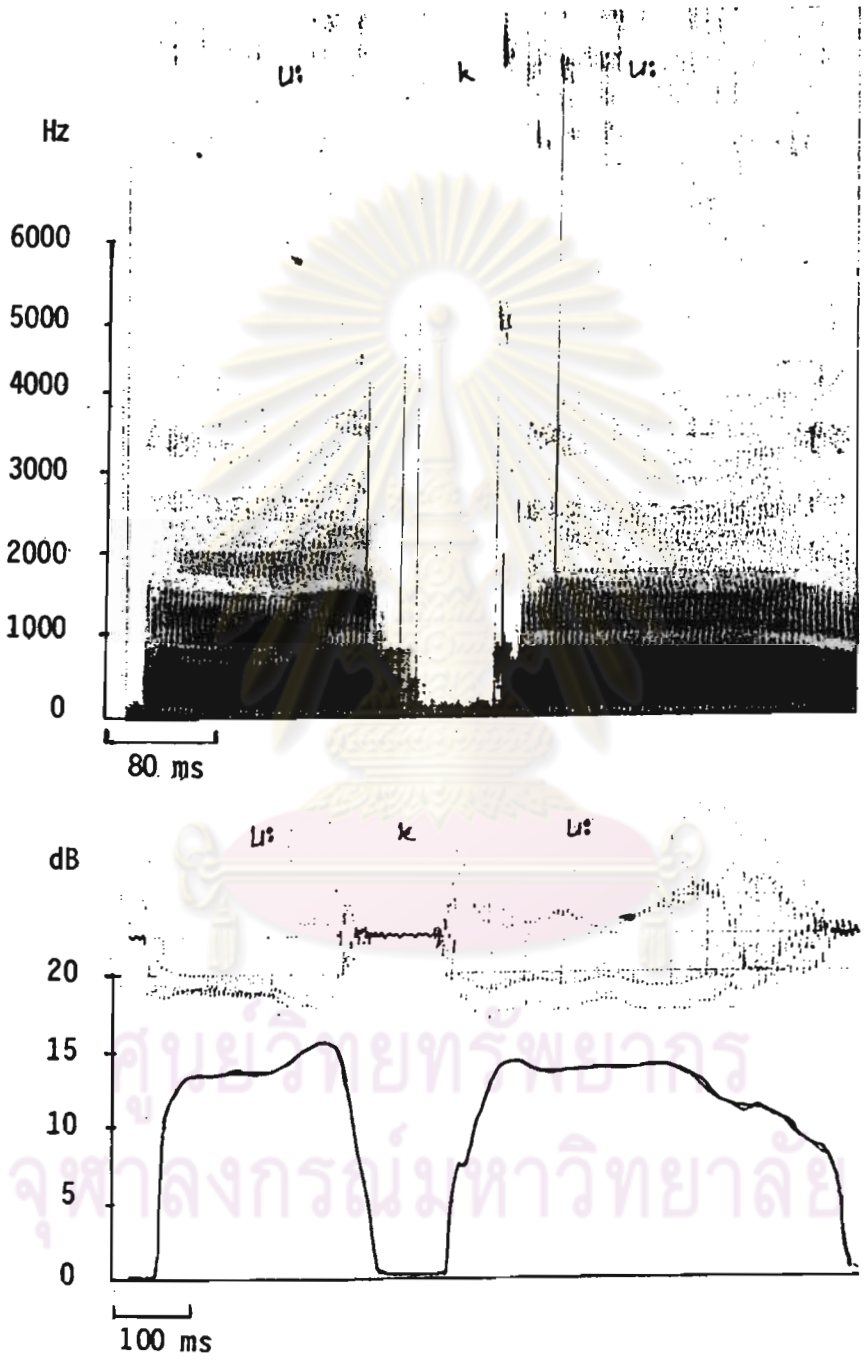
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 70 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพมิงโกแกรมในคำว่า "อากา" /a:ka:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



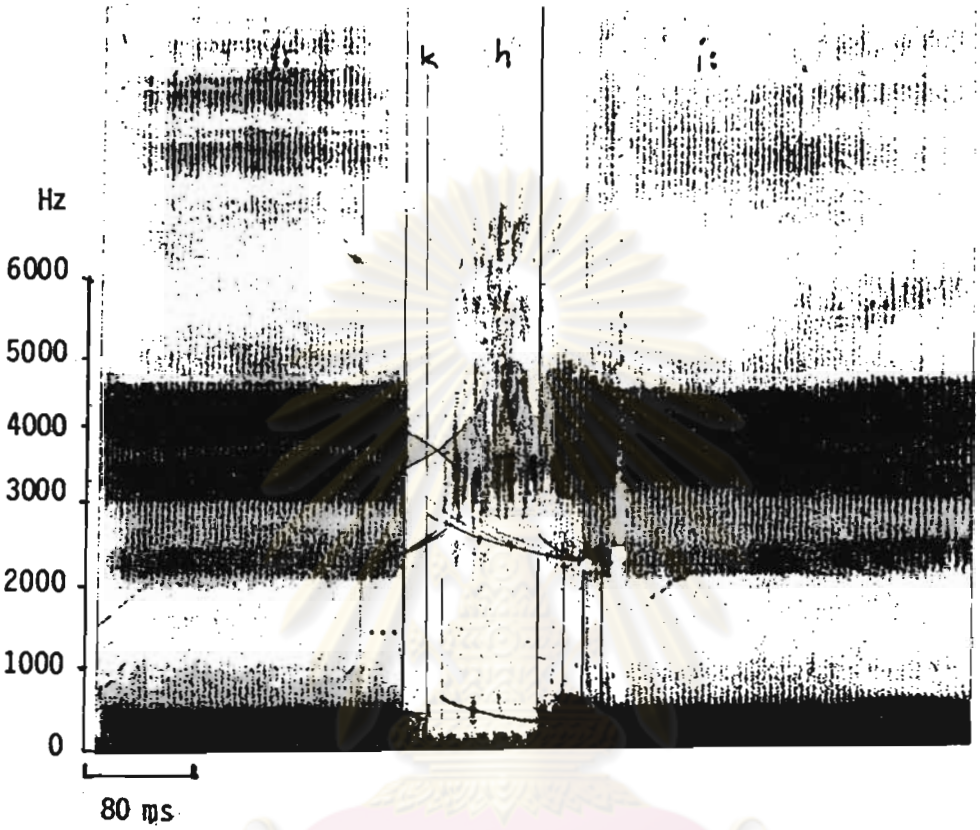
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

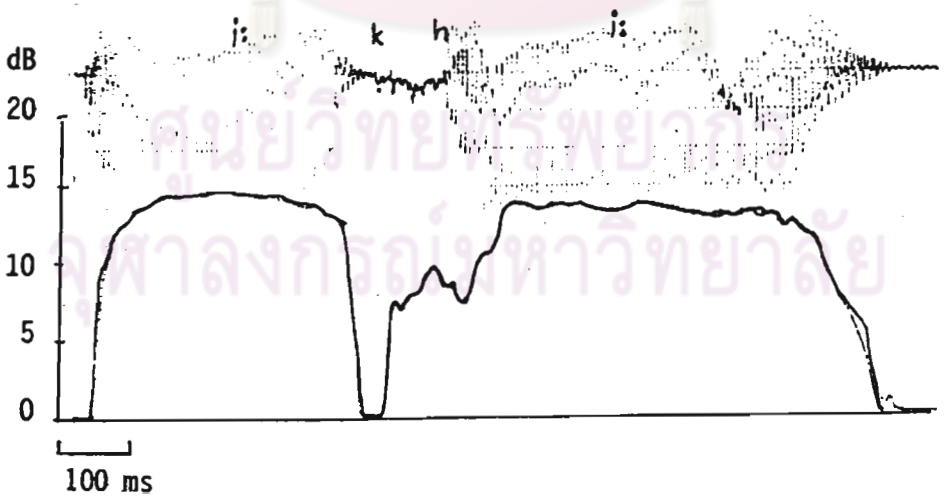
ภาพที่ 71 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "อยู่" /u:ku:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

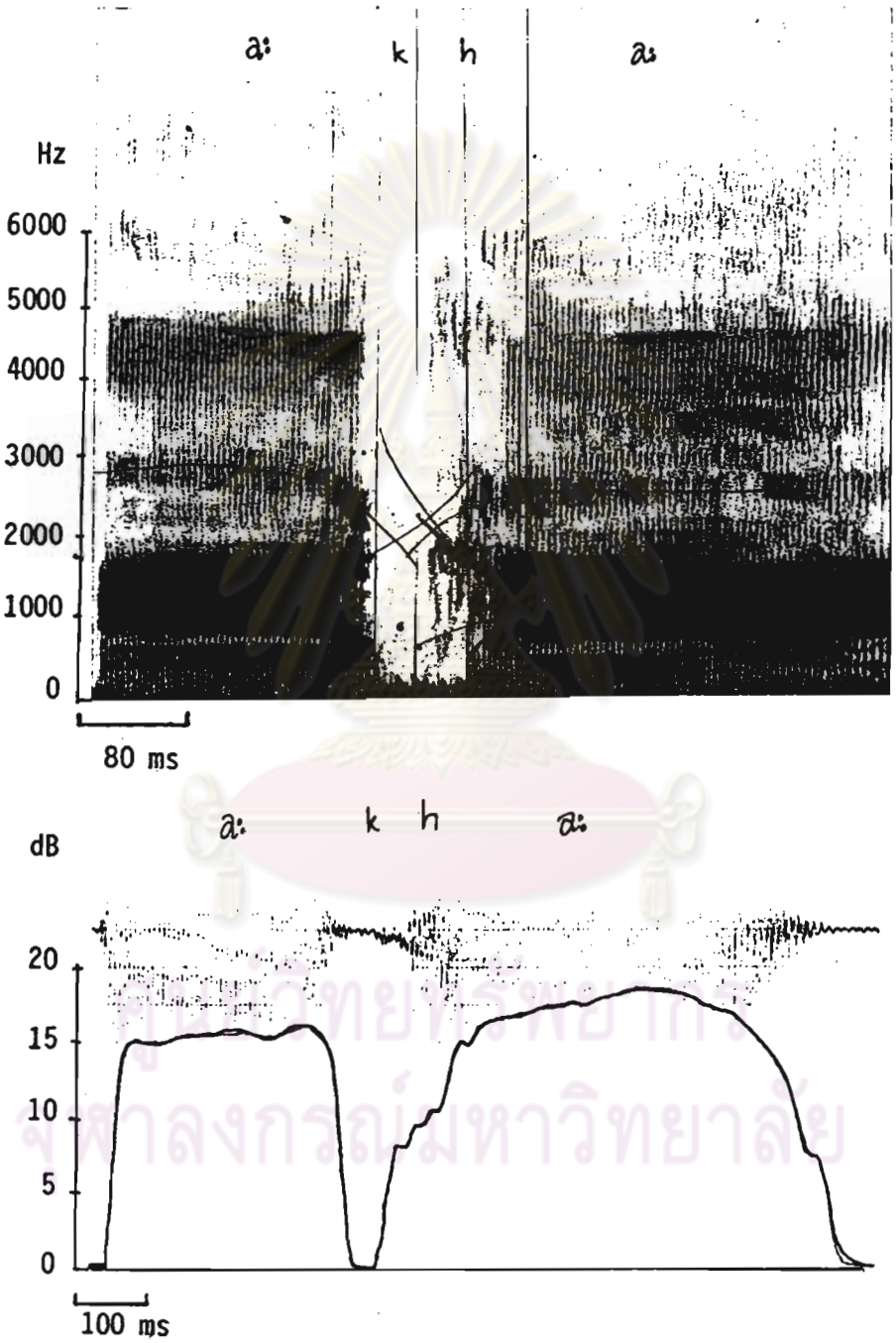
ภาพที่ 72 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพยิงไกแกรมในคำว่า "อีสี" /i:khi/
ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



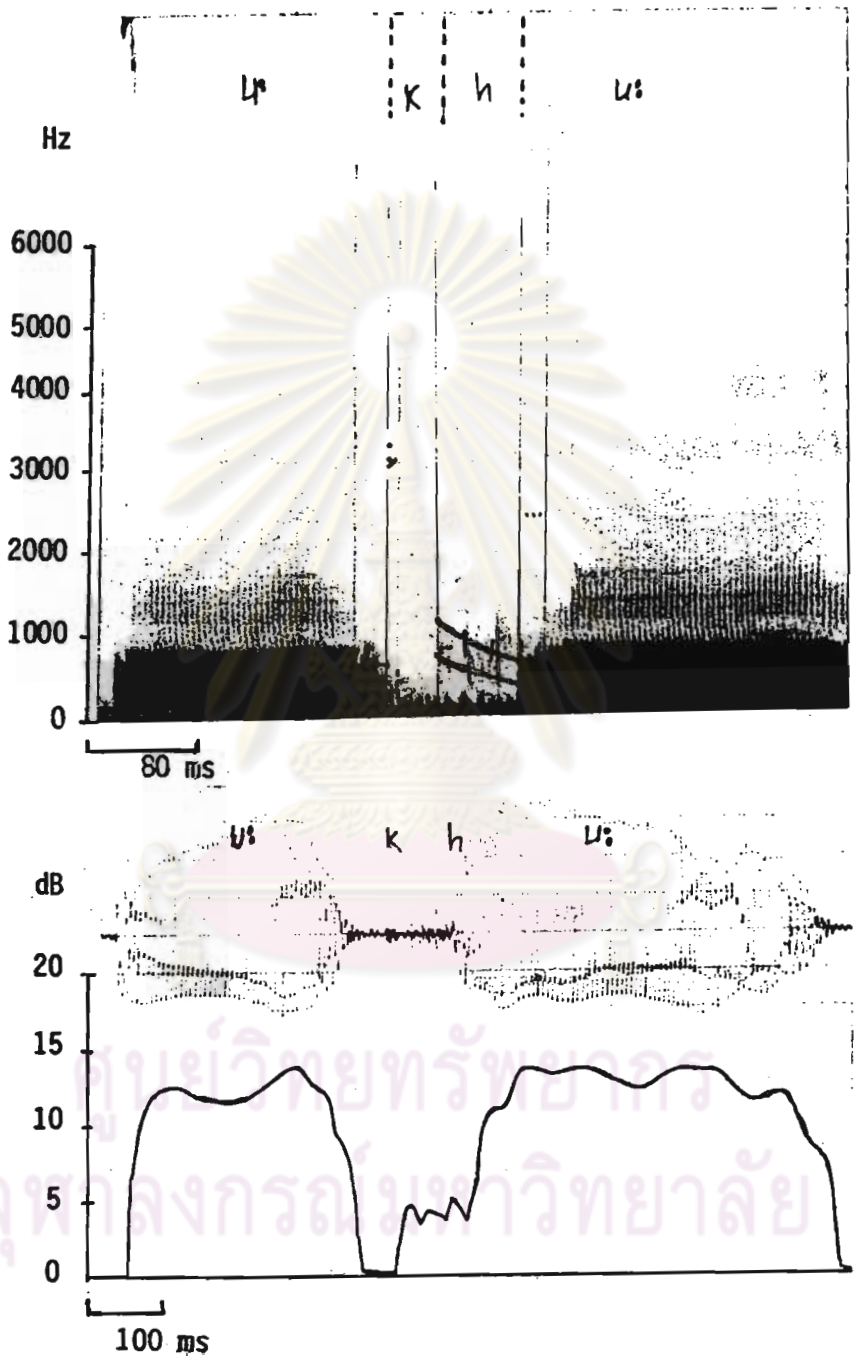


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 73 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพยิงไกแกรมในคำว่า "อาคา" /a:kha:/ ในกรอบประโยค "อ่าน...ซิ"



ภาพที่ 74 แผ่นภาพคลื่นเสียงและแผ่นภาพพิงไกแกรมในคำว่า "อูคู" /u:khu:/



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายวิบูลย์ ธานสกุล เกิดเมื่อวันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2499 ที่จังหวัดปัตตานี จบการศึกษาขั้นปริญญาบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี เมื่อปีการศึกษา 2522 ปัจจุบันเป็นข้าราชการระดับ 4 โรงเรียนเตชะปัตตนยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย