บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

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

________. สัทศาสตร์ และภาษาศาสตร์. พระนคร: เทคเพรสเซอร์วิส, 2529.

วิบูลย์ ธานสกุล. "การวิเคราะห์พยัญชนะกักเชิงกลสัทศาสตร์ในภาษาไทย" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (กำลังดำเนินการ)

ภาษาต่างประเทศ

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

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

________. "The Coarticulation of Tones: An Acoustic Study of Thai" In Studies in Tai & Mon Khmer Phonetics and Phonology, pp. 1-9. Edited by Theeraphan L. Thongkum. Bangkok: Chulalongkorn University Press, 1979.

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

Erickson, Donna. "A Physiological Analysis of the Tone of Thai." Ph. D. Dissertation, University of Indiana, 1960.

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.

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

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

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

________. "The Perception of Tone" In Tone: A Linguistic Survey, pp.41-76. Edited by V.A. Fromkin. New York: Academic Press, 1978.

Gandour, J. and Ian Madison. "Measuring Larynx Movement in Standard Thai Using Cricothy rometre" 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.

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

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

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

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

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1

ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะไม่กัก

การนำเสนอลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะไม่กัก จากการวิเคราะห์เชิงกลสัทศาสตร์ซึ่งได้กล่าวถึงวิธีการโดยละเอียดแล้วในบทที่ 2 นั้น จะลำดับจากลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ พยัญชนะนาสิก พยัญชนะเปิด พยัญชนะข้างลิ้น พยัญชนะลิ้นรัว และพยัญชนะเสียดแทรก โดยในพยัญชนะแต่ละชนิดจะลำดับจากพยัญชนะฐานริมฝีปากเข้าไปยังฐานอื่น ๆ

<u>ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ที่ได้ศึกษาได้แก่</u>

1. ความถี่ก้ำทอน (Formant Frequency) ซึ่งจะเรียกย่อ ๆ ว่า ค่า F ซึ่งมีค่าเป็น เฮิรตซ์ (Hz)
2. ระยะเวลา (Duration) ซึ่งมีค่าเป็นมิลลิวินาที (ms)
3. ความเข้มของเสียง (Intensity) ซึ่งมีค่าเป็นเดซิเบล (dB)

ทั้งนี้ในพยัญชนะแต่ละชนิดนั้น จะได้กล่าวถึงลักษณะทางกลศาสตร์ที่เป็นลักษณะรวม ๆ ของพยัญชนะนั้น ๆ ก่อน หลังจากนั้นจะได้กล่าวถึงลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะแต่ละฐาน เมื่อพยัญชนะฐานนั้น ๆ ปรากฏตามปริบททางเสียง 2 ปริบทคือ

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน

ข. เมื่อปรากฏที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ

ในส่วนสุดท้าย จะเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างระหว่างพยัญชนะแต่ละหน่วยในพยัญชนะชนิดนั้น ๆ

1. <u>ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิก</u>

จากการศึกษาลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 ฐาน คือ ฐานริมฝีปาก /m/ ฐานปุ่มเหงือก /n/ และฐานเพดานอ่อน /ŋ/ พบว่ามีลักษณะทางกลสัทศาสตร์บางประการที่เป็นลักษณะทั่วไปของพยัญชนะนาสิกทุกฐาน ที่สมควร

นำมากล่าวถึง และพบว่า ลักษณะทางกลสัทศาสตร์บางประการมีการแปรไปเมื่อพยัญชนะฐานหนึ่ง ๆ ปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ กัน ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

1.1 ลักษณะทั่ว ๆ ไปของพยัญชนะนาสิก

1.1.1 ลักษณะของค่า F ของพยัญชนะนาสิก

ก. พยัญชนะนาสิกทุกฐานมี F1 ที่มีความเข้มสูง และมีค่า F อยู่ระหว่าง 300 ถึง 350 เฮิรตซ์ เท่านั้น

ข. ลักษณะการเปล่งเสียงพยัญชนะนาสิกนั้น ขณะที่บริเวณช่องปากมีการกักกันลม เพดานอ่อนจะลดตัวลงปล่อยให้ลมผ่านทางช่องจมูก จากการที่มีช่องกำทอนบริเวณช่องปากร่วมกับช่องจมูกนี่เอง ทำให้เกิด anti-formant frequency หรือ zero ขึ้น ทำให้ความเข้มในย่านความถี่บางย่านในสเปคตรัมของเสียงลดลงมาก (damped) ซึ่งเป็นลักษณะสากลของพยัญชนะนาสิก (Fant 1960, Pickett 1980 : 152) ผู้วิจัยพบว่าย่านความถี่ที่ความเข้มลดลงมากจะเริ่มตั้งแต่ 500 เฮิรตซ์จนถึง 2,000 เฮิรตซ์ เป็นผลให้ F2 ของพยัญชนะนาสิกทุกฐาน ปรากฏภาพสัญญาณเป็นแถบจาง ๆ หรือไม่มีภาพสัญญาณเลย ทั้งนี้ยกเว้นพยัญชนะนาสิกที่ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ ซึ่งภาพสัญญาณของ F2 ปรากฏค่อนข้างชัดเจน (ดูภาพคลื่นเสียงของพยัญชนะนาสิกในภาคผนวก หน้า 211 - 263)

ค. F3 และ F4 ของพยัญชนะนาสิกมีความเข้มสูงปรากฏเป็นภาพสัญญาณบนแผ่นภาพคลื่นเสียงชัดเจนโดยเฉพาะเมื่อพยัญชนะปรากฏที่ตำแหน่งท้ายคำ และระหว่างสระ ส่วนในตำแหน่งต้นคำทดสอบนั้นปรากฏไม่ชัดเจน ค่า F4 ของพยัญชนะนาสิกทุกฐาน อยู่ระหว่าง 3,900 เฮิรตซ์ ถึง 4,050 เฮิรตซ์ ส่วนค่า F3 นั้น พบว่า มีการแปรไปตามปริบทที่พยัญชนะนาสิกปรากฏซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

1.1.2 ระยะเวลา

ลักษณะทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกที่พบ คือ พยัญชนะนาสิกแต่ละหน่วย เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่างกันจะมีระยะเวลาแตกต่างกัน และเมื่อพยัญชนะนาสิกแต่ละหน่วยปรากฏร่วมกับสระแตกต่างกัน ระยะเวลาจะมีค่าแตกต่างกัน

1.1.3 ความเข้มของเสียง

ลักษณะร่วมประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิกที่พบคือ พยัญชนะนาสิกในตำแหน่งระหว่างสระจะมีค่าความเข้มของเสียงมากกว่า พยัญชนะนาสิกในตำแหน่งท้ายคำ และ ตำแหน่งต้นคำ ตามลำดับ และเมื่อพยัญชนะนาสิกปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน ความเข้มของเสียงก็จะมีการแปรไป ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไปในตอนที่ 3.1.2

ลำดับต่อไปจะเป็นส่วนที่เกี่ยวกับลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ กัน* คือ เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน และเมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กัน ทั้งนี้จะเริ่มจากพยัญชนะนาสิก ฐานริมฝีปาก ฐานปุ่มเหงือก และฐานเพดานอ่อน ตามลำดับ

1.2 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกฐานริมฝีปาก /m/

1.2.1 ลักษณะของค่า F ของ /m/

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าสัญญาณความถี่ก้ำทอนของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ ส่วนใหญ่ปรากฏชัดเจนเฉพาะ F1 F3 F4 เท่านั้น และจากการศึกษาค่า F ต่าง ๆ เหล่านี้ ผู้วิจัยพบว่า ค่า F3 มีการแปรไป ดังนี้ (ดูตารางที่ 29ประกอบ)

---

*ในการนำเสนอค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะไม่กัก เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ นั้น จะอยู่ในรูปของตารางซึ่งแสดงค่าโดยละเอียด พร้อมกับค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และสัดส่วนของ $\bar{x}$ นั้นด้วย สัดส่วนจะแสดงให้ทราบว่า ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของพยัญชนะไม่กักในปริบทใด มีค่าสูงต่ำต่างกันอย่างไร เช่น ในตารางที่ 1 หน้า 95 $\bar{x}$ และสัดส่วนในตารางด้านขวามือแสดงให้เห็นว่า ค่า F3 ของ /m/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ เฉลี่ยทั้งสามตำแหน่งมีค่าเท่ากับ 2783 Hz เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/ เฉลี่ยเท่ากับ 2750 Hz และเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i/ เฉลี่ยเท่ากับ 2383 Hz และสัดส่วนของ $\bar{x}$ เหล่านี้เท่ากับ 35.16 : 34.74 : 30.10 ตามลำดับ

$\bar{x}$ และสัดส่วนในตารางด้านล่างแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของ F3 ของ/m/ เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ร่วมกับสระทั้งสามเสียงนั้น มีค่าสูงเรียงจากตำแหน่งท้ายคำ ตำแหน่งระหว่างสระ และตำแหน่งต้นคำ ตามลำดับ

ตารางที่ 29 ค่า F3 ของ /m/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่า F3 ของ /m/ (หน่วย : เฮิรตซ์)				
ตำแหน่ง / สระร่วม	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	2850	2750	2750	2783	35.16
u:	2750	2750	2750	2750	34.74
i:	2650	2250	2250	2383	30.10
$\bar{X}$	2750	2583	2583		
สัดส่วน	34.74	32.63	32.63		

ก. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และสัดส่วนของค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางแล้ว ทำให้เห็นว่า เมื่อ /m/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน ค่า F3 มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /m/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ/i:/ ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาค่า F3 โดยละเอียดแล้วพบว่า เมื่ออยู่ในตำแหน่งระหว่างสระ และต้นคำ F3 ของ /m/ ในปริบทสระ /a:/ และ /u:/ มีค่าเท่ากัน

ข. เมื่อ /m/ ปรากฏในตำแหน่งต่างกัน ค่า F3 ของ /m/ ในตำแหน่งท้ายคำมีค่าสูง ส่วน /m/ ในตำแหน่งระหว่างสระ และต้นคำมีค่า F3 เท่ากัน

1.2.2 ระยะเวลาของ /m/

จากการศึกษาค่าระยะเวลาของ /m/ พบว่ามีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ 30 ประกอบ)

ตารางที่30 ค่าระยะเวลาของ /m/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของ /m/ (หน่วย: มิลลิวินาที)													
	ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ			ระยะคงที่		รวม F-Trans	
	ระยะคงที่	F-Trans	รวม	ระยะคงที่	F-Trans		รวม	ระยะคงที่	F-Trans	รวม	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	226	51	277	104	48	55	207	81	72	153	137	36.53	212	40.08
a:	216	45	261	84	40	46	170	62	64	126	121	32.27	186	35.16
u:	191	10	201	90	10	10	110	71	10	81	117	31.20	131	24.76
$\bar{X}$	211		246	93			162	71		120				
สัดส่วน	56.27		46.60	24.80			30.68	18.93		22.72				

ก. เมื่อ /m/ มีสระร่วมต่าง ๆ กัน พบว่าระยะเวลาของพยัญชนะทั้งที่รวมและไม่รวมระยะ F-Trans มีค่าแปรจากสูงมาต่ำเมื่อ /m/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /m/ ปรากฏในตำแหน่งต่างกันในคำทดสอบ พบว่าระยะเวลามีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏที่ตำแหน่งท้ายคำ - ตำแหน่งระหว่างสระและต้นคำทดสอบตามลำดับ และค่าระยะเวลารวมระยะ F-Trans มีการแปรเป็นแบบเดียวกัน (ดูค่า $\bar{X}$ และสัดส่วนในตารางที่ 30ประกอบ)

1.2.3 ความเข้มของเสียงของ /m/

จากการศึกษาค่าความเข้มของเสียงของ /m/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่ามีการแปรเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 31 ประกอบ)

ตารางที่ 31 ค่าความเข้มของเสียงของ /m/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ความเข้มของเสียง/m/(หน่วย : เดซิเบล)				
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	9.16	7.41	4.91	7.16	35.91
i:	9.00	7.00	4.83	6.94	34.81
u:	7.66	6.71	3.16	5.84	29.28
$\bar{X}$	8.60	7.04	4.3		
สัดส่วน	43.12	35.31	21.57		

ก. เมื่อ /m/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กันพบว่าความเข้มของเสียงมีค่าแปรจากสูงมาต่ำเมื่อ /m/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /i:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /m/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กัน พบว่าความเข้มของเสียงมีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /m/ ปรากฏในตำแหน่งระหว่างสระ ท้ายคำ และต้นคำตามลำดับ

1.3 ลักษณะทางกลศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกฐานปุ่มเหงือก /n/

1.3.1 ลักษณะค่า F ของ /n/

การปรากฏภาพสัญญาณของค่า F ของ /n/ มีลักษณะเช่นเดียวกับ /m/ คือปรากฏเป็นภาพชัดเจนเฉพาะ F1 F3 และ F4 เท่านั้น และจากการศึกษาค่า F ต่าง ๆ พบว่า ค่า F3 มีการแปรไปตามปริบททางเสียงดังนี้ (ดูตารางที่ 32 ประกอบ)

ตารางที่ 32 ค่า F3 ของ /n/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่า F3 ของ /n/ (หน่วย : เฮิรตซ์)				
ตำแหน่ง / สระร่วม	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	2900	2850	2750	2833	24.55
u:	2800	2750	2600	2717	33.13
i:	2750	2650	2550	2650	32.32
$\bar{X}$	2817	2750	2633		
สัดส่วน	34.35	33.54	32.11		

ก. เมื่อ /n/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ F3 มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /n/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กัน พบว่า ค่า F3 มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /n/ ปรากฏในตำแหน่งท้ายคำ ระหว่างสระ และต้นคำ ตามลำดับ

.1.3.2 ระยะเวลาของ /n/ จากการศึกษาระยะเวลาของ /n/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่ามีการแปรดังนี้

ตารางที่ 33 ค่าระยะเวลาของ /n/ ในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของ /n/ (หน่วย : มิลลิวินาที)															
	ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ			ระยะคงที่		รวมF-Trans			
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans Pre.	ระยะ F-Trans Post.	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
u:	210	78	288	98	66	75	239	80	81	161	129	33.76	229	36.06
i:	210	71	281	78	63	66	207	67	72	139	118	30.90	209	32.91
a:	222	42	264	102	44	46	192	81	53	134	135	35.34	197	31.03
$\bar{X}$	214		278	93			213	76		145				
สัดส่วน	55.87		43.71	24.29			33.49	19.84		22.80				

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. เมื่อ /n/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ พบว่าระยะเวลาของระยะคงที่ของ /n/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ แต่ระยะเวลารวม F-Trans มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /n/ ปรากฏร่วมกับ /u:/ /i:/ และ /a:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /n/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่าทั้งระยะคงที่และระยะเวลารวมมีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /n/ ปรากฏในตำแหน่งท้ายคำ ระหว่างสระและต้นคำ ตามลำดับ

1.3.3 ความเข้มของเสียงของ /n/

จากการศึกษาความเข้มของเสียง /n/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆกัน พบว่า มีการแปรเป็นดังนี้ คือ (ดูตารางที่ 34 ประกอบ)

ตารางที่ 34 ค่าความเข้มของเสียงของ /n/ ในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่าความเข้มของเสียงของ /n/ (หน่วย : เดซิเบล)				
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
u:	10.58	7.50	7.08	8.38	36.26
i:	8.75	8.33	5.83	7.63	33.01
a:	8.75	6.91	5.66	7.10	30.72
$\bar{X}$	9.36	7.58	6.19		
สัดส่วน	40.46	32.77	29.87		

ก. เมื่อ /n/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่าความเข้มของเสียง มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /n/ ปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /i:/ และ /a:/ ตามลำดับ ยกเว้นในตำแหน่งท้ายคำจะแปรจากสูงมาต่ำในปริบทของสระ /i:/ /u:/ และ /a:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /n/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่า ความเข้มของเสียงมีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /n/ ปรากฏที่ตำแหน่งกลางระหว่างสระ ท้ายคำ และต้นคำ ตามลำดับ

1.4 <u>ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกฐานเพดานอ่อน /ŋ/</u>

1.4.1 <u>ค่า F ของ /ŋ/</u>

การปรากฏภาพสัญญาณของค่า F ต่าง ๆ ของ /ŋ/ มีลักษณะเช่นเดียวกันกับพยัญชนะนาสิกฐานอื่น ๆ คือ ปรากฏชัดเจนเฉพาะ F1 F3 และ F4 ส่วน F2 จะมีความเข้มลดลงมาก จนไม่ปรากฏเป็นภาพสัญญาณของ F2 ในแผ่นภาพคลื่นเสียง และจากการศึกษาค่า F ต่าง ๆ ของ /ŋ/ พบว่า ค่า F3 มีการแปรไปตามปริบททางเสียงดังนี้ คือ (ดูตารางที่ 35 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 35 ค่า F3 ของ /ŋ/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่า F3 ของ /ŋ/ (หน่วย : เฮิรตซ์)				
ตำแหน่ง / สระร่วม	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	3087	2967	2500	2851	36.28
u:	2850	2750	2300	2633	33.50
i:	2450	2450	2200	2367	30.12
$\bar{X}$	2796	2722	2333		
สัดส่วน	35.62	34.67	29.71		

ก. เมื่อ /ŋ/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ค่า F3 แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /ŋ/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /ŋ/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่า ค่า F3 แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /ŋ/ ปรากฏในตำแหน่งท้ายคำ ระหว่างสระและต้นคำ ตามลำดับ ยกเว้นในปริบทของสระ /i:/ /ŋ/ ที่ปรากฏท้ายคำ และระหว่างสระมีค่า F3 เท่ากัน

1.4.2 <u>ระยะเวลาของ /ŋ/</u>

เมื่อพิจารณาค่าของระยะเวลาของพยัญชนะ และระยะเวลาของระยะ F-Trans แล้ว พบว่ามีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่36 ประกอบ)

ตารางที่ 36 ค่าระยะเวลาของ /ŋ/ ในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าระยะเวลาของ /ŋ/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ			ระยะคงที่		รวม F-Trans	
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะเวลาของ F- Trans Pre-C Trans	ระยะเวลาของ F- Trans Post-C Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	212	62	274	105	48	68	221	85	83	168	134	33.84	221	39.32
a:	213	46	259	95	46	51	192	84	54	138	134	33.08	196	34.87
u:	195	10	205	112	10	10	132	86	12	98	131	33.08	145	25.81
$\bar{X}$	207		246	104			182	85		135				
สัดส่วน	52.28		43.69	26.26			32.33	21.46		23.98				

ก. เมื่อ /ŋ/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ระยะเวลาของระยะคงที่ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อรวมระยะเวลาของ F-Trans แล้ว ทำให้ระยะเวลารวมมีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /ŋ/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /ŋ/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่าทั้งระยะคงที่ และระยะเวลารวมระยะ F-Trans มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /ŋ/ ปรากฏท้ายคำ ระหว่างสระ และต้นคำ ตามลำดับ

1.4.3 ความเข้มของเสียง /ŋ/

จากการศึกษาความเข้มของเสียงของ /ŋ/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่ามีการแปร ดังนี้คือ (ดูตารางที่ 37 ประกอบ)

ตารางที่ 37 ค่าความเข้มของเสียงของ /ŋ/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่าความเข้มของเสียง /ŋ/ (หน่วย : เดซิเบล)				
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้น	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	11.25	9.00	7.41	9.22	37.51
u:	9.55	7.66	6.53	8.02	32.27
i:	9.25	6.83	6.75	7.61	30.62
$\bar{X}$	10.02	7.83	6.99		
สัดส่วน	40.33	31.53	28.14		

ก. เมื่อ /ŋ/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ความเข้มของเสียง มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /ŋ/ ปรากฏร่วมกับสระ /aː/ /uː/ และ /iː/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /ŋ/ ปรากฏที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน พบว่า ค่าความเข้มของเสียงจะแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ/ŋ/ ปรากฏในตำแหน่งระหว่างสระ ท้ายคำ และต้นคำ ตามลำดับ

ที่กล่าวมาข้างต้น เป็นการกล่าวถึงลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกที่มีการแปรทีละหน่วย เพื่อให้เห็นภาพรวมของการแปรของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วยดังกล่าว อาจเปรียบเทียบได้ดังนี้

1.5 <u>เปรียบเทียบลักษณะการแปรของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกทุกหน่วย</u>

1.5.1 <u>ลักษณะการแปรของค่า F3 ของ /m/ /n/ และ /ŋ/</u>

ลักษณะการแปรของค่า F3 ของพยัญชนะนาสิกทุกหน่วยมีการแปรไปในทิศทางเดียวกันคือ (ดูตารางที่ 38 ประกอบ)

ตารางที่ 38 ค่า F3 ของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย

พยัญชนะ / สระร่วม	ค่า F3 ของพยัญชนะนาสิก (หน่วย : เฮิรตซ์)														
	m			n			ŋ			m		n		ŋ	
	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	2850	2750	2750	2900	2850	2750	3087	2967	2500	2783	35.16	2833	33.13	2851	36.28
u:	2750	2750	2750	2800	2750	2600	2850	2750	2300	2750	34.74	2717	32.31	2633	33.50
i:	2670	2250	2250	2750	2650	2550	2450	2450	2250	2383	30.10	2650	24.54	2367	30.12
$\bar{X}$	2750	2583	2583	2817	2750	2633	2796	2722	2333						
สัดส่วน	34.74	32.63	32.63	34.35	33.53	32.10	35.61	34.64	29.71						

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ ค่า F3 จะมีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อพยัญชนะนาสิกปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งในคำต่าง ๆ กัน ค่า F3 จะแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อพยัญชนะ นาสิกปรากฏที่ตำแหน่ง ท้ายคำ ระหว่างสระและต้นคำ ตามลำดับ

1.5.2 <u>ลักษณะการแปรของระยะเวลาของ /m/. /n/ และ /ŋ/</u>

ลักษณะการแปรของระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกทั้ง เมื่อรวมระยะเวลาของระยะ F-Trans แล้ว มีการแปรไปในทิศทางเดียวกัน ดังนี้คือ (ดูตารางที่ 38 ประกอบ)

ตารางที่ ๓๙ ค่าระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกทั้ง ๓ หน่วย

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของพยัญชนะนาสิก (หน่วย : มิลลิวินาที) m ท้ายคำ	m ระหว่างสระ	m ต้นคำ		n ท้ายคำ	n ระหว่างสระ	n ต้นคำ		ŋ ท้ายคำ	ŋ ระหว่างสระ	ŋ ต้นคำ	m $\bar{X}$	m สัดส่วน	n $\bar{X}$	n สัดส่วน	ŋ $\bar{X}$	ŋ สัดส่วน
i:	277	207	153	u	288	239	161	i	274	221	168	212	40.08	209	32.91	221	39.32
a:	261	170	126	i	281	207	139	a	259	192	138	186	35.16	197	31.03	196	34.87
u:	191	90	71	a	264	192	134	u	195	112	80	131	24.76	229	36.06	145	25.80
$\bar{X}$	246	162	120		278	213	145		246	182	135						
สัดส่วน	46.59	30.68	22.72		43.71	33.49	22.80		43.69	32.32	23.97						

ก. เมื่อพยัญชนะ /m/ และ /ŋ/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน ระยะเวลาจะมีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ แต่ในกรณีของพยัญชนะ /n/ ค่าระยะเวลา จะแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /i:/ และ /a:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งในคำต่าง ๆ กันในคำทดสอบ ระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกทุกฐาน จะมีค่าแปรจากสูงมาต่ำเมื่อพยัญชนะปรากฏท้ายคำ ระหว่างสระ และ ต้นคำ ตามลำดับ

1.5.3 <u>ลักษณะการแปรของความเข้มของเสียง</u>

ลักษณะการแปรของค่าความเข้มของเสียงของพยัญชนะนาสิก ทั้ง 3 หน่วย มีทั้งเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และ แตกต่างกัน ดังนี้คือ (ดูตารางที่ 40 ประกอบ)

ตารางที่ 40 ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิก (หน่วย : เดซิเบล)																
	m			n				ŋ				m		n		ŋ	
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ		ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ		ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	9.16	7.41	4.91	u:	10.58	7.50	7.08	a:	11.25	9.00	7.41	7.16	35.91	8.38	36.26	9.22	37.51
i:	9.00	7.00	4.83	i:	8.75	8.33	5.83	u:	9.58	7.66	6.83	6.94	34.81	7.63	33.02	8.02	32.27
u:	7.66	6.71	3.16	a:	8.75	6.91	5.66	i:	9.25	6.83	6.75	5.84	29.28	7.10	30.72	7.61	30.62
$\bar{X}$	8.60	7.04	4.30		9.36	7.58	6.91		10.02	7.83	6.99						
สัดส่วน	43.12	35.31	21.57		40.46	32.77	29.87		40.34	31.52	28.14						

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่างกัน ความเข้มของเสียงของพยัญชนะนาสิก ทั้ง 3 ฐาน มีการแปรที่มีรูปแบบต่าง ๆ กัน คือ

ความเข้มของเสียงของ

/m/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับ /a:/ /i:/ /u:/ตามลำดับ

แต่ /n/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับ /u:/ /i:/ /a:/ตามลำดับ

/ŋ/ มีค่าแปรสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับ /a:/ /u:/ /i:/ตามลำดับ

ข. เมื่อมีตำแหน่งต่าง ๆ กัน ความเข้มของเสียงของพยัญชนะนาสิก ทั้ง 3 หน่วย มีการแปรไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏในตำแหน่งระหว่างสระ ท้ายคำ และต้นคำ ตามลำดับ

1.6 <u>เปรียบเทียบลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย</u>

ส่วนนี้เป็นการเปรียบเทียบ พยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย เพื่อให้เห็นความแตกต่างของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ทั้ง 3 ประการ คือ ค่า F ค่าระยะเวลา และ ค่าความเข้มของเสียง ของพยัญชนะนาสิกทั้งสามนี้

1.6.1 <u>เปรียบเทียบลักษณะการบิดเบนของ F-Trans</u>

นักสัทศาสตร์หลายท่านได้ให้ข้อสรุปว่า พยัญชนะนาสิกต่างฐานกรณ์ กันนั้นมีค่า F2 แตกต่างกันชัดเจน และ การบิดเบนของ F2-Trans ก็เป็นส่วนหนึ่งที่บอกความแตกต่างได้ (Painter 1979: 20, Pickett 1980: 152) แต่จากการศึกษาพยัญชนะนาสิกในงานวิจัยนี้ พบว่า F2 ส่วนใหญ่มีความเข้มลดลงมาก (damped) ไม่สามารถหาค่า F2 ได้ดังกล่าวแล้วในตอนต้น ในที่นี้จึงจะกล่าวเฉพาะการบิดเบนของ F2-Trans ในการเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างพยัญชนะนาสิกแต่ละฐาน ได้ดังนี้

ก. การบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏต้นคำ

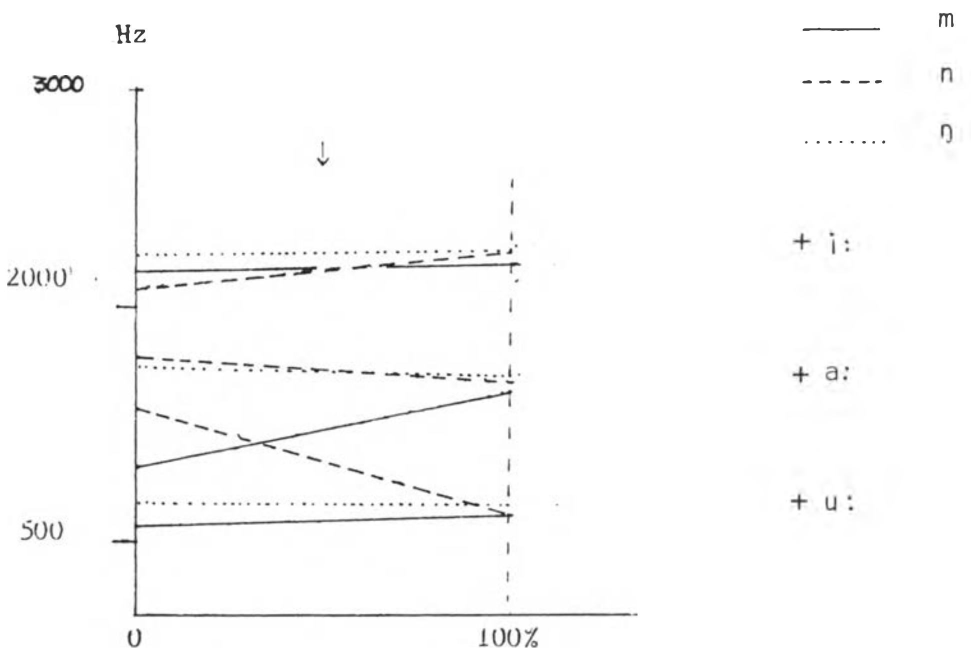
ลักษณะการบิดเบน และพิสัยการบิดเบนของ Post-C-F-Tras เป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 41 ประกอบ)

ตารางที่ 41 พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏต้นคำ

พยัญชนะ / สระร่วม	การบิดเบนของ Post-C-F2-Trans (หน่วย : เฮิรตซ์)								
	m			n			ŋ		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	2246	2275	29	2146	2350	204	2321	2404	83
a:	962	1467	505	1658	1533	125	1625	1566	59
u:	600	621	21	1383	658	725	721	721	-*
$\bar{X}$			185			351			71
สัดส่วน			30.48			57.82			11.70

ในปริบทของสระ /i:/ พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /n/ กว้างกว่า /ŋ/ และ /m/ ตามลำดับ แต่ในปริบทสระ /a:/ พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /m/ กว้างกว่า /n/ และ /ŋ/ ตามลำดับ และในปริบทสระ /u:/ พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /n/ กว้างกว่า /m/ และ /ŋ/ ตามลำดับ ส่วนทิศทางการบิดเบนของ F2-Trans แสดงได้ดังแผนภูมิที่ 1

<u>แผนภูมิที่</u> 1 ทิศทางการบิดเบนของ Post-C-F2-Trans ของพยัญชนะนาสิก



ข. <u>การบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะนาสิก</u>
<u>เมื่อปรากฏระหว่างสระ</u>

การบิดเบนและพิสัยการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans Post-C-F2-Trans ของพยัญชนะนาสิกเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 42 ประกอบ)

ตารางที่ 42 พิสัยการปิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏระหว่างสระ

พยัญชนะ / สระร่วม	การปิดเบนของ Pre-C-F2-Trans (หน่วย : เฮิรตซ์)								
	m			n			ŋ		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	2171	2150	21	2342	2221	121	2312	2312	-*
a:	1371	983	388	1529	1650	121	1475	1542	67
u:	633	571	62	658	1217	559	617	617	-*
$\bar{X}$			157			267			81
สัดส่วน			31.09			52.87			16.04

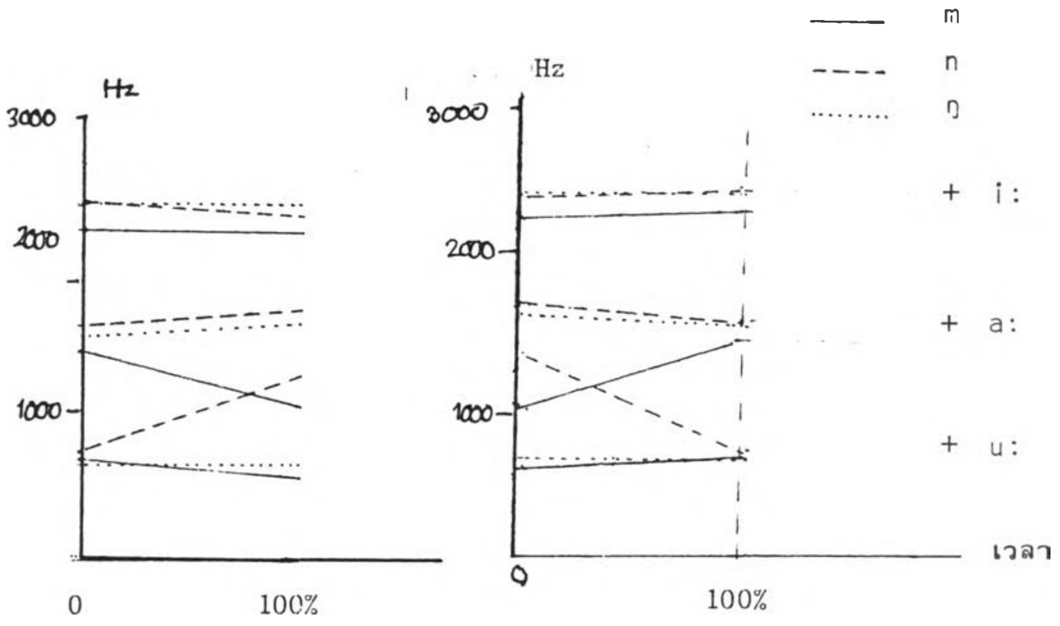
พยัญชนะ / สระร่วม	การปิดเบนของ Post-C-F2-Trans (หน่วย : เฮิรตซ์)								
	m			n			ŋ		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	2200	2225	25	2346	2404	58	2375	2375	-*
a:	983	1400	417	1658	1550	108	1592	1533	59
u:	571	633	116	1275	658	617	617	617	-*
$\bar{X}$			186			261			59
สัดส่วน			36.76			51.58			11.66

*ไม่มีการปิดเบน

ในปริบทของสระ /i:/ และ /u:/ พิสัยการบิดเบนของ F-Trans ของ /n/ กว้างกว่าของ /m/ และ /ŋ/ ตามลำดับ แต่ในปริบทสระ /a:/ พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans /m/ กว้างกว่าของ /n/ และ /ŋ/ ตามลำดับ และโดยค่าเฉลี่ยจากปริบทสระแล้ว พิสัยการบิดเบนของ F-Trans ของ /n/ กว้างกว่า /m/ และ /ŋ/ ตามลำดับ

ส่วนทิศทางการบิดเบนของ F2-Trans แสดงได้ดังแผนภูมิที่ 2

<u>แผนภูมิที่</u> 2 ทิศทางการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans และ Post-C-F2-Trans ของพยัญชนะนาสิก



ค. การบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏในตำแหน่งท้ายคำ

การบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans เป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 43 ประกอบ)

ตารางที่ 43 พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏท้ายคำ

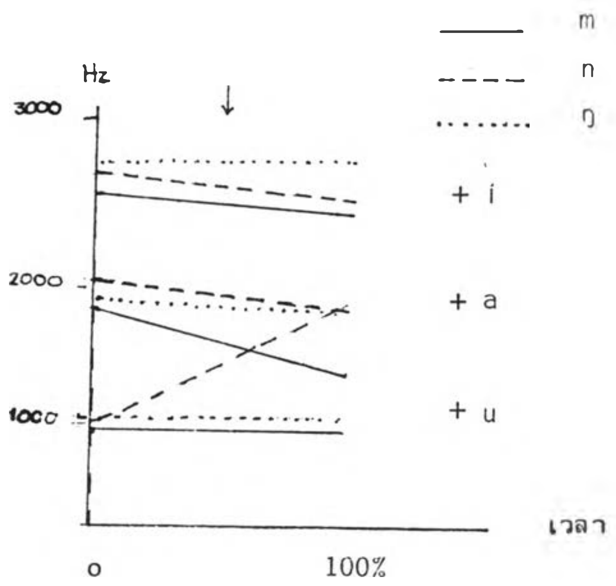
พยัญชนะ / สระร่วม	การบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans (หน่วย : เฮิรตซ์) m			n			ŋ		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	2221	2050	171	2312	2100	212	2342	2392	50
a:	1412	1017	395	1612	1487	125	1475	1421	54
u:	617	600	17	612	1479	867	658	658	- *
$\bar{X}$			194			401			52
สัดส่วน			29.98			61.98			8.04

*ไม่มีการบิดเบน

ในปริบทของสระ /iː/ และ /uː/ พิสัยการบิดเบนของ F-Trans ของ /n/ กว้างกว่า ของ /m/ และ /ŋ/ ตามลำดับ แต่ในปริบทสระ /aː/ พิสัยการบิดเบนของ F-Trans ของ /m/ กว้างกว่าของ /n/ และ /ŋ/ ตามลำดับ

ทิศทางการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans ของพยัญชนะนาสิกทั้งสามหน่วย แสดงได้ดังแผนภูมิที่ 3

<u>แผนภูมิที่</u> 3 ทิศทางการบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏท้ายคำ



จากที่กล่าวมาในส่วนของการปิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะนาสิก ในตำแหน่งในคำทดสอบทั้งสามตำแหน่งนั้น เห็นได้ว่า

ก. ในปริบทสระ /iː/ F2-Trans ของ /n/ มีพิสัยการปิดเบนกว้างกว่าพิสัยการปิดเบน F2-Trans ของ /m/ และ /ŋ/

ข. ในปริบทสระ /aː/ F2-Trans ของ /m/ มีพิสัยการปิดเบนกว้างกว่าพิสัยการปิดเบน F2-Trans ของ /n/ และ /ŋ/

ค. ในปริบทสระ /uː/ F2-Trans ของ /n/ มีพิสัยการปิดเบนกว้างกว่าพิสัยการปิดเบน F2-Trans ของ /m/ และ /ŋ/

1.6.2 <u>เปรียบเทียบระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย</u>

ในส่วนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย โดยจะเรียงจากเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/ /aː/ และ /uː/ ตามลำดับ

1.6.2.1 <u>เปรียบเทียบระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/</u>

จากการศึกษา พบว่าระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/ เป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 44 ประกอบ)

ตารางที่ 44 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/

ตำแหน่ง / พยัญชนะ	ระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ						
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะF-Trans		รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans		รวม F-Trans		ระยะคงที่	
					Pre-C	Post-C					$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
m	226	51	277	104	48	55	207	81	72	153	212	33.03	137	35.40
n	210	71	281	78	63	66	207	61	72	139	209	32.55	116	29.97
ŋ	212	62	274	105	48	68	221	85	83	168	221	34.42	134	34.63

ก. ระยะเวลาของระยะคงที่ของ /m/ มีค่าใกล้เคียงกับ /ŋ/ แต่สูงกว่า /n/

ข. ระยะเวลาของระยะคงที่รวมกับระยะ F-Trans ของ /ŋ/ มีค่าใกล้เคียงกับ /m/ แต่สูงกว่า /n/

1.6.2.2 <u>เปรียบเทียบระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/</u>

จากการศึกษา พบว่า ระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกพบว่า เป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 45 ประกอบ)

ตารางที่ 45 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/

ระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ (หน่วย : มิลลิวินาที)

ตำแหน่ง / พยัญชนะ	ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ			รวม F-Trans		ระยะคงที่	
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะF-Trans Pre-C	ระยะF-Trans Post-C	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
m	216	45	261	84	40	46	170	62	64	126	186	32.12	121	31.27
n	222	42	264	102	44	46	192	81	53	134	197	34.02	135	34.88
ŋ	213	46	259	95	46	51	192	84	54	138	196	33.85	131	33.85

ก. ระยะเวลาของระยะคงที่ของ /n/ มีค่าใกล้เคียงกับ /ŋ/ แต่ระยะเวลาของทั้งสองหน่วยสูงกว่า ระยะเวลาของ /m/

ข. ระยะเวลาของระยะคงที่รวมกับระยะ F-Trans ของ /n/ มีค่าใกล้เคียงกับ /ŋ/ แต่สูงกว่า ระยะเวลาของ /m/

1.6.2.3 เปรียบเทียบระยะเวลาของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วยเมื่อปรากฏกับสระ /u:/

จากการศึกษา พบว่า ระยะเวลาของพยัญชนะทั้ง 3 หน่วย เป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 46 ประกอบ)

ตารางที่ 46 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /uː/

ระยะเวลาของพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /uː/ (หน่วย : มิลลิวินาที)

ตำแหน่ง / พยัญชนะ	ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ			รวม F-Trans		ระยะคงที่	
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะF-Trans Pre-C	ระยะF-Trans Post-C	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
m	91	10	201	90	10	10	110	71	10	81	131	26.68	117	31.03
n	210	78	288	98	66	75	239	80	81	161	229	46.64	129	34.22
ŋ*	195	-	195	112	-	-	112	86	-	86	131	26.68	131	34.75

* /ŋ/ ที่ปรากฏร่วมกับสระ /uː/ จะไม่ปรากฏระยะ F-Trans

ก. ระยะเวลาของระยะเวลาคงที่ของ /ŋ/ มีค่าสูงกว่า /n/ และ /m/ ตามลำดับ

ข. ระยะเวลาของระยะคงที่รวมกับระย F-Trans ของ /n/ มีค่าสูงกว่า ระยะเวลาของ /m/ และ /ŋ/ ซึ่งมีค่าเท่ากัน

1.6.3 เปรียบเทียบความเข้มของเสียงของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย

ในส่วนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบความเข้มของเสียงของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 หน่วย โดยจะเรียงลำดับจาก เมื่อพยัญชนะนาสิกปรากฏร่วมกับสระ /iː/ /aː/ และ /uː/ ตามลำดับ

1.6.3.1 เปรียบเทียบความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/

จากการศึกษาพบว่าค่าความเข้มของเสียงของพยัญชนะนาสิกทั้ง 3 ฐานกรณ์เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/ ในแต่ละตำแหน่งในคำทดสอบมีค่าแตกต่างกันโดยไม่มีรูปแบบ แต่จากค่าเฉลี่ยของความเข้มเสียงของแต่ละหน่วยในทุกตำแหน่งรวมกัน พบว่า ความเข้มของเสียงของ /ŋ/ มีค่าใกล้เคียงกับ /n/ แต่สูงกว่า /m/ (ดูตารางที่ 47 ประกอบ)

ตารางที่ 47 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/

	ความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/				
ตำแหน่ง / พยัญชนะ	ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ	X̄	สัดส่วน
n	8.75	8.33	5.83	7.63	34.40
ŋ	9.25	6.83	6.75	7.61	34.34
m	9.00	7.00	4.83	6.94	31.29

1.6.3.2 **เปรียบเทียบความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /aː/**

ความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิกในปริบท สระ /aː/ ในแต่ละตำแหน่งในคำทดสอบ มีค่าแตกต่างกันโดยไม่มีรูปแบบ แต่จากค่าเฉลี่ยในทุกตำแหน่งรวมกัน พบว่าความเข้มของเสียงของ /ŋ/ มีค่าสูงกว่า /n/ และ /m/ ตามลำดับ (ดูตารางที่ 48 ประกอบ)

ตารางที่ 48 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /aː/

	ความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /aː/				
ตำแหน่ง / พยัญชนะ	ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
ŋ	11.25	9.00	7.41	9.22	39.15
n	8.95	6.91	5.66	7.17	30.45
m	9.16	7.41	4.91	7.16	30.40

1.6.3.3 เปรียบเทียบความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/

ความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิก แต่ละหน่วยในปริบทสระ /u:/ มีค่าแตกต่างกันโดยไม่มีรูปแบบ แต่จากค่าเฉลี่ย ในทุกตำแหน่งรวมกัน พบว่า ความเข้มของเสียงของ /n/ มีค่าสูงกว่า /ŋ/ และ /m/ ตามลำดับ (ดูตารางที่ 49 ประกอบ)

ตารางที่ 49 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/

	ความเข้มของเสียงพยัญชนะนาสิก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/				
ตำแหน่ง / พยัญชนะ	ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
n	10.58	7.50	7.08	8.39	37.71
ŋ	9.58	7.66	6.83	8.02	36.04
m	7.66	6.91	3.16	5.84	26.25

2 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเปิด

พยัญชนะเปิดในภาษาไทยมี 2 หน่วย คือ /w/ กับ /j/ ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเปิดทั้งสองหน่วย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ลักษณะทั่ว ๆ ไปของพยัญชนะเปิด

2.1.1 ลักษณะของค่า F ของ /w/ และ /j/

ในแผ่นภาพคลื่นเสียงของ /w/ และ /j/ สัญญาณของ F1 F2 F3 และ F4 ส่วนใหญ่ปรากฏชัดเจน เว้นแต่เมื่อพยัญชนะทั้งสองปรากฏต้นท่าทดสอบความถี่ก่าทอนปรากฏชัดเจนเพียง F1 และ F2 เท่านั้น (ดูภาพคลื่นเสียงของพยัญชนะเปิดในภาคผนวกหน้า 265- 295) จากการศึกษาพบว่าเมื่อพยัญชนะทั้งสองปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ นั้น ค่า F1 ของพยัญชนะทั้งสองหน่วยมีค่าอยู่ระหว่าง 300 ถึง 350 เฮิรตซ์ ส่วน F2 มีค่าแปรแตกต่างกัน และ F2 นี้ยังมีการบิดเบนอย่างชัดเจน ซึ่งลักษณะต่าง ๆนี้จะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

2.1.2 ระยะเวลาของพยัญชนะเปิด

จากการศึกษา พบว่าค่าของระยะเวลาของพยัญชนะเปิดทั้งสองหน่วยมีการแปรไป เมื่อพยัญชนะเหล่านี้ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ และปรากฏในตำแหน่งในสระต่าง ๆ กัน ดังจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

2.1.3 ความเข้มของเสียงของพยัญชนะเปิด

จากการศึกษา พบว่า ความเข้มของเสียงพยัญชนะเปิดแต่ละหน่วย มีการแปรไปเมื่อพยัญชนะเหล่านี้ปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

2.2 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /w/

2.2.1 ลักษณะของค่า F ของ /w/

จากการศึกษาค่า F ต่าง ๆ ของ /w/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่าค่า F2 ของ /w/ มีทั้งการแปร และการบิดเบนของค่า F2 นั้นด้วย ดังนี้ (ดูตารางที่ 50 ประกอบ)

ตารางที่ 50 ค่า F2 และพิสัยการบิดเบนของ F2 ของ /w/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ค่า F2 และพิสัยการบิดเบนของ F2 ของ /w/ (หน่วย : เฮิรตซ์)

ตำแหน่ง / สระร่วม	ต้นคำ			ระหว่างสระ**			ท้ายคำ			ระยะคงที่		พิสัย	
	ระยะคงที่	จุดสุดท้าย	พิสัย	ระยะคงที่	จุดสุดท้าย	พิสัย	ระยะคงที่	จุดสุดท้าย	พิสัย	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	550	1771	1221	1179	2125	946	550	2117	1567	760	42.10	1244	74.93
a:	550	1004	454	550	786	274	512	1033	521	537	29.75	416	25.07
u:	504	-	-*	512	-	-	-	-	-*	508	28.15	-	-
$\bar{X}$	535		838	747		610	531	-	1044				
สัดส่วน	29.51		33.63	41.20		24.47	29.29		41.90				

*ไม่มีการบิดเบน

ก. เมื่อ /พ/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่าค่า F2 และลักษณะของการบิดเบน มีค่า แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ ทั้งนี้ /พ/ ที่ปรากฏร่วมกับสระ /u: / นั้น F2 ไม่มีการบิดเบน

ข. เมื่อ /พ/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่าค่า F2 ของ /พ/ ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระ มีค่าสูงกว่า F2 ของ /พ/ ในตำแหน่งอื่น ๆ แต่มีลักษณะของการบิดเบนของ F2 ต่ำกว่า /พ/ ในตำแหน่งอื่น ๆ ด้วย

2.2.2 <u>ระยะเวลาของ /พ/</u>

จากการศึกษาค่าของระยะเวลาของ /พ/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่า มีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ 51 ประกอบ)

ตารางที่ 51 ค่าระยะเวลาของ /w/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าระยะเวลาของ /w/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ			ระยะคงที่		รวม F-Trans	
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะF-Trans Pre-C	ระยะF-Trans Post-C	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	180	94	274	133	64	64	261	115	75	190	143	38.75	242	44.40
a:	184	65	249	128	55	55	238	110	57	167	141	38.21	218	40.00
u:	-	-	-*	89	-	-**	89	80	-**	80	85	23.04	85	15.60
$\bar{X}$	182		262	117			196	102		146				
สัดส่วน	45.39		43.38	29.18			32.45	25.43		24.17				

*/w/ ไม่ปรากฏท้ายคำร่วมกับสระ /u:/

**ไม่ปรากฏระยะ F-Trans

ก. เมื่อ /w/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ในปริบทสระ /i:/ และในปริบทสระ /a:/ ระยะคงที่ของ /w/ มีค่าระยะเวลาใกล้เคียงกัน และมีค่าสูงกว่า /w/ ที่ปรากฏในปริบทสระ /u:/ คือมีระยะเวลาเป็นสัดส่วนกันดังนี้ 38.75 : 38.21 : 24.04 และเมื่อรวมระยะเวลาของระยะ F-Trans เข้าด้วยกันแล้ว พบว่า ค่าของระยะเวลา แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /w/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏ /w/ ในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบ พบว่าระยะเวลาของ /w/ ทั้งที่รวมและไม่รวม ระยะ F-Trans มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏในตำแหน่ง ท้ายคำ ระหว่างสระ และต้นคำ ตามลำดับ

2.2.3 ความเข้มของเสียงของ /w/

จากการศึกษา พบว่า ค่าความเข้มของเสียงของ /w/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ มีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ 52 ประกอบ)

ตารางที่ 52 ค่าความเข้มของเสียงของ /w/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ความเข้มของเสียง/w/ (หน่วย : เดซิเบล)				
	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{x}$	สัดส่วน
a:	9.75	8.99	6.83	8.52	43.18
i:	8.00	6.66	5.83	6.83	34.62
u:	-	6.00	2.75	4.83	22.20
$\bar{x}$	8.88	7.22	5.14		
สัดส่วน	41.81	33.99	24.20		

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. เมื่อ /w/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ความเข้มของเสียงของ /w/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /i:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /w/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กัน พบว่า ค่าความเข้มของเสียง แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /w/ ปรากฏในตำแหน่งท้ายคำ ระหว่างสระ และต้นคำ ตามลำดับ

2.3 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /j/

2.3.1 ลักษณะของค่า F ของ /j/

จากการศึกษาค่า F ต่าง ๆ ของ /j/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่า ค่า F2 ของ /j/ มีทั้งการแปร และการบิดเบน ของ ค่า F2 นั้นด้วย ดังนี้ (ดูตารางที่ 53 ประกอบ)

ตารางที่ 53 ค่า F2 และพิสัยการบิดเบนของ F2 ของ /j/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าF2 และพิสัยการบิดเบนของF2ของ/ j / (หน่วย : เฮิรตซ์)												
	ต้นคำ			ระหว่างสระ			ท้ายคำ			ระยะคงที่		พิสัย	
	ระยะคงที่	จุดสุดท้าย	พิสัย	ระยะคงที่	จุดสุดท้าย	พิสัย	ระยะคงที่	จุดสุดท้าย	พิสัย	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	2296	2296	-*	2300	2300	-	-	-	-**	2298	35.26	-	-*
a:	2146	1854	292	2133	1921	319	2246	2042	204	2175	33.37	272	33.49
u:	2016	1512	504	2016	1500	516	2100	1500	600	2044	31.36	540	66.50
$\bar{X}$	2153		398	2150		418	2173		804				
สัดส่วน	33.24		24.56	33.19		25.80	33.55		49.62				

* ในปริบทของสระ /i:/F2 ของ /j / ไม่มีการบิดเบน

** / j/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ก. เมื่อ /j/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ค่า F2 แปรจากสูงมาต่ำ และพิสัยการปิดเบนแคบมากว้าง เมื่อ /j/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /j/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบ พบว่า F2 โดยเฉลี่ย มีค่าใกล้เคียงกัน คือเป็นสัดส่วนเท่ากับ 33.24 : 33.19 : 33.55 ส่วนพิสัยการปิดเบนของ F2 มีพิสัยแคบมากว้าง เมื่อ /j/ ปรากฏในตำแหน่ง ต้นคำ ระหว่างสระ และ ท้ายคำ ตามลำดับ

2.3.2 <u>ระยะเวลาของ /j/</u>

จากการศึกษาค่าระยะเวลาของ /j/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่ามีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ 54 ประกอบ)

ตารางที่ 54 ค่าระยะเวลาของ /j/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของ /j/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ						
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans Pre-C	ระยะ F-Trans Post-C	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่ $\bar{X}$	ระยะคงที่ สัดส่วน	รวม F-Trans $\bar{X}$	รวม F-Trans สัดส่วน
u:	202	99	301	139	72	72	283′	116	85	201	152	38.29	262	43.96
a:	208	72	280	140	65	65	270	115	65	180	154	38.79	243	40.77
i:	-	-	-*	101	-	-	101	81	-	81	91	22.92	91	15.27
$\bar{X}$	205		291	127			218	104		154				
สัดส่วน	47.02		43.90	29.13			32.88	23.85		23.22				

*ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ก. เมื่อ /j/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ระยะคงที่ของ /j/ ที่ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ มีค่าระยะเวลาต่ำกว่า /j/ ที่ปรากฏร่วมกับสะ /a:/ และ /u:/ ซึ่งในคู่หลังนี้ ระยะเวลามีค่าใกล้เคียงกัน คือเป็นสัดส่วน 38.79 : 38.29 แต่เมื่อรวมระยะเวลาของ F-Trans เข้าด้วยกันแล้ว พบว่า ค่าของระยะเวลารวม แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /j/ ปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /a:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /j/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆกันในคำทดสอบ พบว่าค่าระยะเวลาของ /j/ ทั้งที่รวม และไม่รวม F-Trans แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /j/ ปรากฏในตำแหน่งท้ายคำ ระหว่างสระ และ ต้นคำ ตามลำดับ

2.3.3 ความเข้มของเสียงของ /j/

จากการศึกษาพบว่า ค่าความเข้มของเสียงของ /j/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ มีการแปรดังนี้ คือ (ดูตารางที่ 55 ประกอบ)

ตารางที่ 55 ค่าความเข้มของเสียงของ /j/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่าความเข้มของเสียง/j/ (หน่วย : เดซิเบล)				
ตำแหน่ง / สระร่วม	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	9.58	8.37	5.62	7.91	40.88
u:	9.00	6.91	5.08	6.99	36.12
i:	- *	4.83	4.08	4.45	23.00
$\bar{X}$	9.37	6.70	4.92		
สัดส่วน	44.64	31.92	23.44		

* /j / ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ก. เมื่อ /j/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ค่าความเข้มของเสียงของ /j/ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /j/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่า ค่าความเข้มของเสียงของ /j/ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏในตำแหน่งท้ายคำ ระหว่างสระ และ ต้นคำ ตามลำดับ

2.4 <u>เปรียบเทียบลักษณะการแปรของค่า ทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเปิดทั้ง 2 หน่วย</u>

ในส่วนนี้เป็นการนำเอา ลักษณะการแปรของค่าของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ และ /j/ ซึ่งได้กล่าวถึงใน 2.2 และ 2.3 นำมาเปรียบเทียบ เพื่อให้เห็นความเหมือนและความต่างดังต่อไปนี้

2.4.1 <u>ลักษณะการแปรของ F2 ของ /w/ และ /j/</u>

ลักษณะการแปรเป็นดังนี้ คือ(ดูตารางที่ 56 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 56 ค่า F2 ของ /w/ และ /j/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่า F2 ของ /w/ และ /j/ (หน่วย : เฮิรตซ์)										
พยัญชนะ / สระร่วม	w				j			w		j	
	ระหว่างสระ	ท้ายคำ	ต้นคำ		ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	1179	550	550	i	- *	2300	2296	760	42.10	2298	35.26
a:	550	512	550	a	2246	2133	2146	537	29.75	2175	33.77
u:	512	- *	504	u	2100	2016	2016	508	28.15	2044	31.36
$\bar{X}$	747	531	535		2173	2150	2153				
สัดส่วน	41.20	29.29	29.51		33.55	33.19	33.24				

* ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ก. เมื่อ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ ค่า F2 ของทั้ง /w/ และ /j/ มีลักษณะการแปรไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีการแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/ /aː/ และ /uː/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ พบว่า ค่า F2 ของ /w/ และ /j/ มีลักษณะการแปรแตกต่างกันคือ F2 ของ /w/ ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระ มีค่าสูงกว่า F2 ของ /w/ ที่ปรากฏท้ายคำ และต้นคำ ซึ่งในสองตำแหน่งหลังนี้มีค่าใกล้เคียงกันมากคือมีสัดส่วนเท่ากับ 41.20 : 29.29 : 29.51 ส่วนค่า F2 ของ /j/ ในทุกตำแหน่งมีค่าใกล้เคียงกันคือมีสัดส่วนเท่ากับ 33.55 : 33.19 : 33.24

2.4.2 ลักษณะการแปรของระยะเวลาของ /w/ และ /j/

ระยะเวลาของ /w/ และ /j/ มีลักษณะการแปร ดังนี้ (ดูตารางที่ 57 ประกอบ)

ตารางที่ 57 ค่าระยะเวลาของ /w/ และ /j/

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าระยะเวลาของ /w/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ			ระยะคงที่		รวม F-Trans	
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans Pre-C	Post-C	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	x̄	สัดส่วน	x	สัดส่วน
i:	180	94	274	133	64	64	261	115	75	190	143	38.75	242	44.40
a:	184	65	249	128	55	55	238	110	57	167	141	38.21	218	40.00
u:	–	–	–*	89	–	–**	89	80	–**	80	85	23.04	85	15.60
x̄	182		262	117			196	102		146				
สัดส่วน	45.39		43.38	29.18			32.45	25.43		24.17				

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของ /j/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ท้ายคำ			ระหว่างสระ				ต้นคำ			ระยะคงที่		รวม F-Trans	
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans Pre-C	Post-C	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	x̄	สัดส่วน	x̄	สัดส่วน
u:	202	99	301	139	72	72	283	116	85	201	152	38.29	262	43.96
a:	208	72	280	140	65	65	270	115	65	180	154	38.79	243	40.77
i:	–	–	–*	101	–	–	101	81	–	81	91	22.92	91	15.27
x̄	205		291	127			218	104		154				
สัดส่วน	47.02		43.90	29.13			32.88	23.85		23.22				

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ พบว่า ระยะเวลาของ /w/ และ /j/ มีลักษณะการแปรไม่เหมือนกัน คือ ระยะเวลาของ /w/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ แต่ระยะเวลาของ /j/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /a:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบ พบว่าค่าของระยะเวลาของทั้ง /w/ และ /j/ มีลักษณะการแปรคล้ายคลึงกันคือ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อพยัญชนะทั้งสองปรากฏท้ายคำระหว่างสระ และต้นคำ ตามลำดับ

2.4.3 <u>ลักษณะการแปรของความเข้มของเสียงของ /w/ และ /j/</u>

ลักษณะการแปร เป็นดังนี้คือ (ดูตารางที่ 58 ประกอบ)

ตารางที่ 58 ค่าความเข้มของเสียง /w/ และ /j/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

พยัญชนะ / สระร่วม	ค่าความเข้มของเสียง /w/ และ /j/ (หน่วย เดซิเบล) w				j			w		j	
	ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ		ท้ายคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	9.75	8.99	6.83	a:	9.58	8.37	5.62	8.52	43.18	7.91	40.88
i:	8.00	6.66	5.83	u:	9.00	6.71	5.08	6.83	34.62	6.99	36.12
u:	-*	6.00	2.75	i:	-*	4.83	4.08	4.38	22.20	4.45	23.00
$\bar{X}$	8.88	7.22	5.14		9.37	6.70	4.92				
สัดส่วน	41.81	33.99	24.20		44.64	31.92	23.44				

*ไม่ปรากฏในปริบทนี้

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ พบว่า ค่าความเข้มของเสียงของพยัญชนะทั้งสองหน่วย มีลักษณะการแปรแตกต่างกันคือ ความเข้มของเสียงของ /w/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /w/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /i:/ และ /u:/ ตามลำดับ ส่วนความเข้มของเสียงของ /j/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏ /j/ ร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบ พบว่า ค่าความเข้มของเสียงของ /w/ และ /j/ แปรไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อพยัญชนะทั้งสองหน่วยปรากฏในตำแหน่ง ท้ายคำ ระหว่างสระ และต้นคำ ตามลำดับ

2.5 <u>เปรียบเทียบลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเปิดทั้ง 2 หน่วย</u>

ในส่วนนี้เป็นการนำเอาค่าของลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ กับ /j/ ซึ่งได้กล่าวถึงโดยละเอียดแล้วใน 2.2 และ 2.3 มาเปรียบเทียบ เพื่อให้เห็นความเหมือนและความต่าง ดังต่อไปนี้

2.5.1 <u>เปรียบเทียบค่า F2 ของ /w/ กับ /j/</u>

ของพยัญชนะทั้งสอง เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงเหมือนกัน พบว่า มีค่าแตกต่างกัน ดังนี้คือ (ดูตารางที่ 59 ประกอบ)

ตารางที่ 59 เปรียบเทียบค่า F2 ของ /w/ และ /j/

พยัญชนะ / สระร่วม	ค่า F2 ของ /w/ และ /j/ (หน่วย : เฮิรตซ์)					
	ต้นคำ		ระหว่างสระ		ท้ายคำ	
	w	j	w	j	w	j
i:	550	2296	1179	2300	550	- *
a:	550	2145	550	2130	512	2246
u:	504	2016	512	2016	- *	2100
$\bar{X}$	535	2153	747	2149	531	2173
สัดส่วน	19.90	80.10	25.79	74.21	19.64	80.36

ค่า F2 ของ /j/ มีค่าสูงกว่าค่า F2 ของ/ w/ ในทุกปริบททางเสียง

---

* /w /และ/ j/ ไม่ปรากฏในปริบทนี้

2.5.2 เปรียบเทียบพิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /w/ กับ /j/

ก. เปรียบเทียบพิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /w/ และ /j/ เมื่อปรากฏต้นคำทดสอบ

พิสัยการบิดเบนแตกต่างกันดังนี้ (ดูตารางที่ ๖๐ ประกอบ)

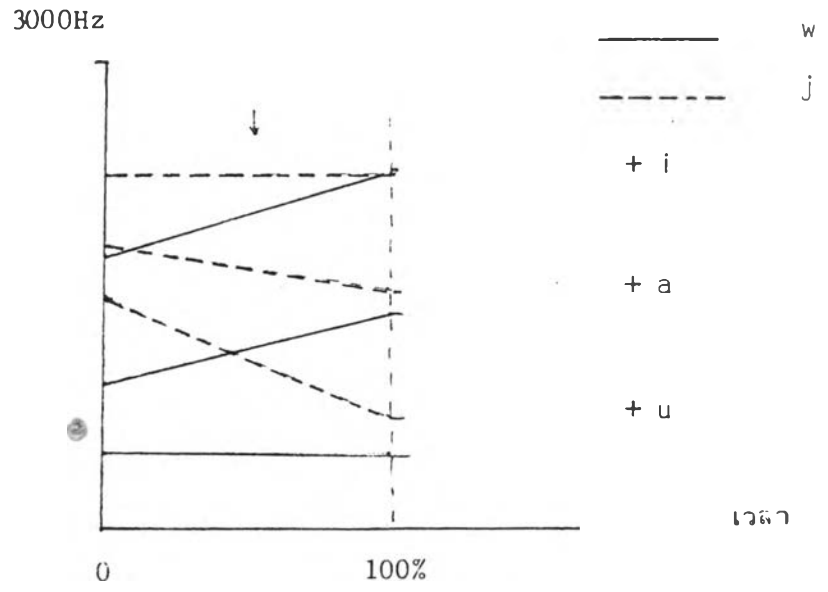
ตารางที่ ๖๐ พิสัยการบิดเบนของ Post-C-F2-Trans ของ /w/ และ /j/ เมื่อปรากฏต้นคำทดสอบ

พยัญชนะ สระร่วม	พิสัยของ Post-C-F2-Trans ของ /w/ และ /j/ (หน่วย : เฮิรตซ์)					
	w			j		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	1771	2317	546	2296	2296	-
a:	950	1392	442	1854	1558	296
u:	504	504	-	1512	725	787

ในปริบทสระ /i:/ และ /a:/ F2-Trans ของ /w/ มีพิสัยการบิดเบนกว้างกว่าพิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /j/ แต่ในปริบทสระ /u:/ พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /j/ มีพิสัยกว้างกว่า ของ /w/ ซึ่ง F2-Trans ไม่มีการบิดเบน

สำหรับทิศทางการปิดเบนของ Post-C-F2-Trans ของ /w/ และ /j/ นั้น แสดงได้ดังแผนภูมิที่ 4

แผนภูมิที่ 4 ทิศทางการปิดเบนของ Post-C-F2-Trans ของ /w/ และ /j/



ข. เปรียบเทียบพิสัยการปิดเบนของ F2-Trans ของ /w/ และ /j/ เมื่อปรากฏตรงกลางระหว่างสระ

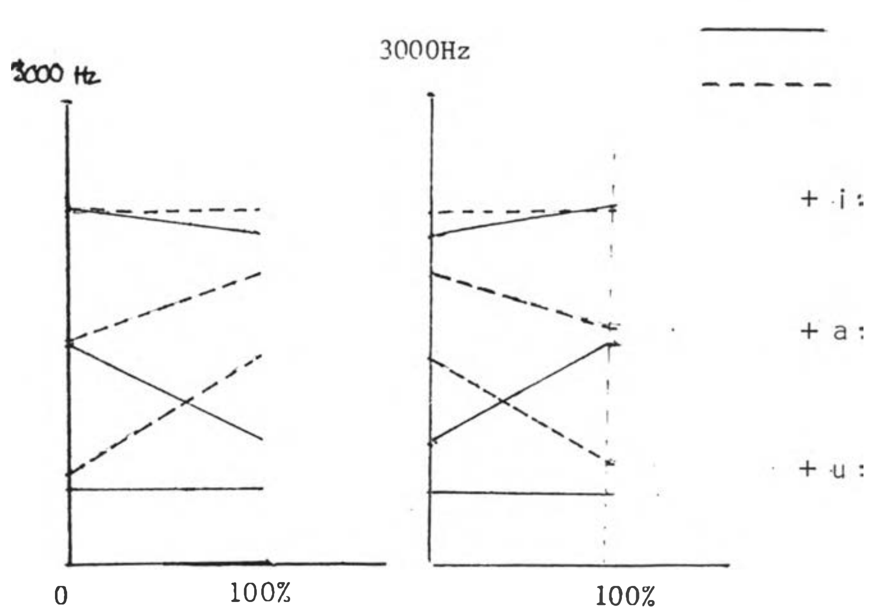
พิสัยการปิดเบนเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 61 ประกอบ)

ตารางที่ 61 พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /w/ และ /j/ เมื่อปรากฏตรงกลางระหว่างสระ

พยัญชนะ / สระร่วม	พิสัยของการบิดเบนของ F2-Trans ของ /w/ และ /j/ (หน่วย เฮิรตซ์)											
	Pre-C-F2-Trans						Post-C-F2-Trans					
	w			j			w			j		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	2271	2125	146	2300	2300	-	2125	2333	208	2300	2300	-
a:	1462	786	676	1467	1921	454	786	1442	656	1921	1583	338
u:	512	512	-	629	1412	781	512	512	-	1412	692	720

จากค่าที่แสดงในตารางที่ ๑๑ เห็นได้ว่าในปริบทสระ /i:/ และ /a:/ F2-Trans ของ /w/ มีพิสัยการบิดเบนกว้างกว่า พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /j/ แต่ในปริบทสระ /u:/ พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /w/ แคบกว่าของ /j/

<u>แผนภูมิที่</u> 5 ทิศทางการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans และ Post-C-F2-Trans ของ /w/ และ /j/



ค. <u>เปรียบเทียบพิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /w/ กับ /j/ เมื่อปรากฏท้ายคำทดสอบ</u>

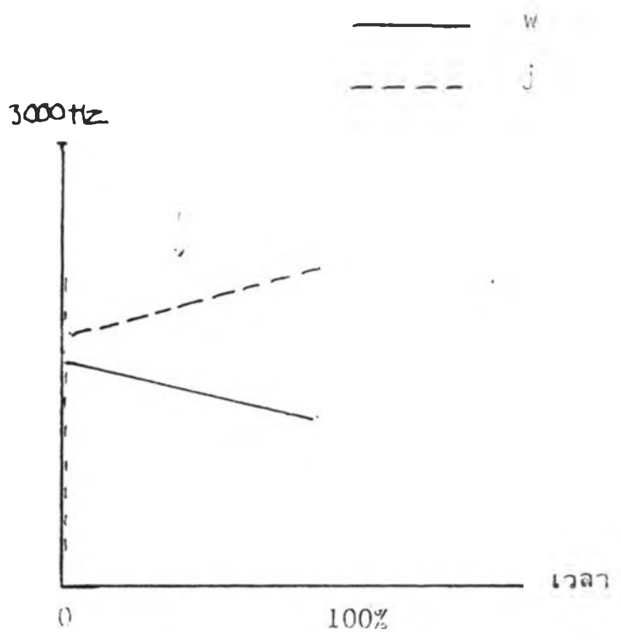
/w/ และ /j/ ที่ปรากฏท้ายคำทดสอบและปรากฏร่วมกับสระเดียวกันได้ มีเพียงคำ /a:w/และ /a:j/ เท่านั้น ซึ่งมีพิสัยการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans ต่างกันดังนี้คือ (ดูตารางที่ 62 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 62 พิสัยการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans ของ /w/ และ /j/ เมื่อปรากฏท้ายคำทดสอบ

	พิสัยการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans ของ /w/ และ /j/					
พยัญชนะ สระร่วม	w			j		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
a:	1487	1100	387	1621	2042	421

จากค่าดังแสดงในตารางที่ 34 เห็นได้ว่า พิสัยการบิดเบนมีค่าต่างกัน และทิศทางการบิดเบนแตกต่างกัน (ดูแผนภูมิที่ 6)

แผนภูมิที่ 6 ทิศทางการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans ของ /w/ และ /j/ เมื่อปรากฏท้ายคำ



2.5.3 เปรียบเทียบค่าของระยะเวลาของ /w/ กับ /j/

จากการเปรียบเทียบพบความแตกต่างดังนี้ (ดูตารางที่ 63 ประกอบ)

ตารางที่ ๖๓ เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของ /w/ และ /j/

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าระยะเวลาของ /w/ และ /j/ (หน่วย : มิลลิวินาที)																	
	ต้นคำ						ระหว่างสระ						ท้ายคำ					
	w			j			w			j			w			j		
-	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม
i:	115	79	190	81	-	81	133	128	261	101	-	101	180	94	274	-	-	-*
a:	110	57	167	115	65	180	128	110	238	140	130	270	184	65	249	208	72	280
u:	80	-	80	116	85	201	89	-	89	139	144	283	-	-	-*	202	97	301
$\bar{X}$	102	-	146	104	-	154	117	-	196	127	-	218	182	-	262	205	-	291
สัดส่วน	49.51		48.67	50.49		51.33	47.95		47.34	52.05		52.66	47.03		47.38	52.97		52.62

* พยัญชนะเปิดไม่ปรากฏในปริบทนี้

ก. ระยะคงที่ของ /w/ มีค่าระยะเวลาสูงกว่า ระยะคงที่ของ /j/ เมื่ออยู่ในปริบทสระ /i:/ เท่านั้น ส่วนในปริบทสระ /a:/ และ /u:/ ระยะคงที่ของ /w/ มีค่าระยะเวลาต่ำกว่า ระยะคงที่ของ /j / ในตำแหน่งในคำทดสอบทั้ง 3 ตำแหน่ง

ข. เมื่อรวมระยะเวลาของระยะคงที่เข้ากับระยะเวลาของ F2-Transพบว่า ระยะเวลาของ /w/ มีค่าต่ำกว่า ระยะเวลาของ /j/ เฉพาะในปริบทสระ /a:/ และ /u:/ แต่ในปริบทสระ /i:/ ระยะเวลาของ /w/ มีค่าสูงกว่าระยะเวลาของ /j/ ในตำแหน่งในคำทดสอบทั้ง 3 ตำแหน่ง

ค. ในแต่ละตำแหน่งในคำทดสอบโดยเฉลี่ยแล้ว ระยะเวลาของ /w/ มีค่าต่ำกว่า ระยะเวลาของ /j/

2.5.4 <u>เปรียบเทียบความเข้มของเสียงของ /w/ กับ /j/</u>

จากการเปรียบเทียบพบว่า ในปริบทสระ /i:/ และ /a:/ ความเข้มของเสียงของ /w/ มีค่าสูงกว่า /j/ แต่ในปริบทสระ /u:/ ความเข้มของเสียงของ /w/ มีค่าต่ำกว่า /j/ (ดูตารางที่ 64 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 64 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงของ /w/ และ /j/

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าความเข้มของเสียง /w/ และ /j/ (หน่วย : เฮิรตซ์)					
	ต้นคำ		ระหว่างสระ		ท้ายคำ	
	w	j	w	j	w	j
i:	5.85	4.08	6.66	4.83	8.00	-
a:	6.83	5.62	8.99	8.37	9.75	9.58
u:	2.75	5.08	6.00	6.91	-	9.00
$\bar{X}$	5.14	4.93	7.22	6.70	8.88	9.25
สัดส่วน	51.04	48.96	51.87	48.13	48.87	51.13

ในตำแหน่งต้นคำ และตำแหน่งระหว่างสระ /w/ มีค่าความเข้มของเสียงโดยเฉลี่ยสูงกว่า ความเข้มของเสียง /j/ แต่ในตำแหน่ง ท้ายคำ มีค่าความเข้มต่ำกว่า ค่าความเข้มของเสียง /j/

3 <u>ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะลิ้นรัวและพยัญชนะข้างลิ้น</u>

ในส่วนนี้เป็นการกล่าวถึงลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะลิ้นรัว /r/ พยัญชนะข้างลิ้น /l/ ซึ่งมีรายละเอียดที่น่าสนใจดังนี้

3.1 <u>ลักษณะทั่ว ๆ ไปของพยัญชนะลิ้นรัวและพยัญชนะข้างลิ้น</u>

3.1.1 <u>ลักษณะของค่า F ของ /r/ และ /l/</u>

ก. ในแผ่นภาพคลื่นเสียงของ /r/ ภาพสัญญาณของ F ปรากฏเป็นช่วง ๆ สลับกับช่วงเงียบ (acoustic silence) ช่วงเงียบแต่ละช่วงมีระยะเวลาประมาณ 15-20 มิลลิวินาที ลักษณะทางกลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับลักษณะทางสรีรสัทศาสตร์ของพยัญชนะชนิดนี้ ที่มีการปิดกั้นลมในช่องปากเป็นช่วง ๆ และเป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงปิดกั้นลมนี้ ไม่ปรากฏลักษณะสัญญาณที่เรียกว่า voiced bar บนแผ่นภาพคลื่นเสียงเลย แสดงว่าช่วงปิดกั้นนี้ ไม่มีการสั่นของเส้นเสียง (ดูภาพคลื่นเสียงของ /r/ ในภาคผนวก หน้า 309- 319) และ ค่า F1 กับ F2 ปรากฏชัดเจน ส่วนความถี่ก้ำทอนตั้งแต่ F3 ขึ้นไปมีความเข้มของเสียงต่ำ จึงปรากฏเป็นภาพสัญญาณจางมาก เมื่อ /r/ ปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่า ค่า F1 แปรอยู่ในระหว่าง 500 ถึง 650 เฮิรตซ์ เท่านั้น ส่วนค่า F2 มีการแปรซึ่งอธิบายได้ว่าเกิดจากอิทธิพลของปริบททางเสียงต่าง ๆ ดังจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

ข. ในแผ่นภาพคลื่นเสียงของ /l/ ปรากฏสัญญาณความถี่ก้ำทอนชัดเจนเฉพาะ F1 และ F2 เท่านั้น ส่วน F3 และ F4 มีความเข้มของเสียงต่ำ จึงปรากฏเป็นสัญญาณที่จางมาก (ดูภาพคลื่นเสียงของ /l/ ในภาคผนวกหน้า 297 - 307) เมื่อ /l/ ปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่า F1 มีค่าแปรอยู่ในระหว่าง 300 ถึง 600 เฮิรตซ์ ส่วนค่า F2 นั้นการแปรไปซึ่งอธิบายได้ว่าเกิดจากอิทธิพลของปริบททางเสียงต่าง ๆ ลักษณะดังกล่าวนี้จะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

3.1.2 <u>ระยะเวลาของ /r/ และ /l/</u>

จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาของ /r/ และ /l/ มีการแปรไปเมื่อพยัญชนะทั้งสองหน่วยนี้ ปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

3.1.3 <u>ความเข้มของเสียงของ /r/ และ /l/</u>

ความเข้มของเสียง /r/ และ /l/ มีการแปรไปไปเมื่อพยัญชนะทั้งสองปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

3.2 <u>ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /r/</u>

3.2.1 <u>ลักษณะของค่า F ของ /r/</u>

จากการศึกษาค่า F ต่าง ๆ ของ /r/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่า ค่า F2 ของ /r/ มีการแปร ดังนี้ (ดูตารางที่ ๖๕ ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> ๖๕ ค่า F2 ของ /r/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่า F2 ของ /r/ (หน่วย : เฮิรตซ์)			
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	1550	1280	1415	36.56
a:	1346	1217	1282	33.13
u:	1225	1121	1173	30.31
$\bar{X}$	1374	1206		
สัดส่วน	53.26	46.74		

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ค่า F2 มีค่าแปรจากสูงไปต่ำ เมื่อ /r/ ปรากฏร่วมกับสระ /iː/ /aː/ และ /uː/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่า ค่า F2 ของ /r/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าสูงกว่า ค่า F2 ของ /r/ ที่ปรากฏต้นคำ

๓.2.2 <u>ระยะเวลาของ /r/</u>

จากการศึกษา พบว่า ระยะเวลาของ /r/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ มีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ ๒๖ ประกอบ)

ตารางที่ ๖๖ ค่าระยะเวลาของ /r/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของ /r/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ระหว่างสระ: ระยะคงที่	ระหว่างสระ: ระยะF-Trans Pre-C	ระหว่างสระ: ระยะF-Trans Post-C	ระหว่างสระ: รวม	ต้นคำ: ระยะคงที่	ต้นคำ: ระยะ F-Trans	ต้นคำ: รวม	ระยะคงที่ X̄	ระยะคงที่ สัดส่วน	รวมF-Trans X̄	รวมF-Trans สัดส่วน
u:	101	84	84	269	105	98	203	103	32.50	236	35.12
i:	108	72	76	256	106	89	195	107	33.75	226	33.63
a:	109	56	71	236	104	80	184	107	33.75	210	33.25
X̄	106			254	105		194				
สัดส่วน	50.00			56.70	50.00		43.30				

ก. เมื่อ /r/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กันพบว่า ระยะคงที่ของ /r/ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อรวมเอาระยะเวลาของ F-Trans เข้าด้วยแล้ว พบว่า มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /r/ ปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /i:/ และ /a:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /r/ ปรากฏในคำแหน่งต่างกัน พบว่า ระยะคงที่ของ /r/ มีค่าใกล้เคียงกัน คือเป็นสัดส่วน 50:50 แต่เมื่อรวมระยะเวลาของ F-Trans ด้วยแล้ว พบว่า ระยะเวลาของ /r/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าสูงกว่าระยะเวลาของ /r/ ที่ปรากฏต้นคำ

3.2.3 <u>ความเข้มของเสียงของ /r/</u>

จากการศึกษาค่าความเข้มของเสียงของ /r/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ มีการแปร ดังนี้คือ (ดูตารางที่ 67 ประกอบ)

<u>ตารางที่ 67</u> ค่าความเข้มของเสียงของ /r/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าความเข้มของเสียงของ /r/ (หน่วย : เดซิเบล)			
	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	14.41	12.00	13.20	37.15
i:	12.41	11.25	11.83	33.40
u:	10.50	10.50	10.50	29.55
$\bar{X}$	12.44	11.25		
สัดส่วน	52.51	47.49		

ก. เมื่อ /r/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ความเข้มของเสียง มีค่า แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /r/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /i:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /r/ ปรากฏในตำแหน่งต่างกันในคำทดสอบ พบว่า /r/ ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระมีค่าความเข้มของเสียงสูงกว่าค่าความเข้มของเสียงของ /r/ ที่ปรากฏต้นคำ

3.3 <u>ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /l/</u>

3.3.1 <u>ลักษณะของค่า F ของ /l/</u>

จากการศึกษาค่า F ต่าง ๆ ของ /l/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่า ค่า F2 ของ /l/ มีการแปร ดังนี้ (ดูตารางที่ ๖๘ ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> ๖๘ ค่า F2 ของ /l/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่าF2 ของ /l/ (หน่วย : เฮิรตซ์)			
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	1654	1546	1600	38.54
a:	1354	1325	1340	32.28
u:	1146	1275	1211	29.18
$\bar{X}$	1385	1382		
สัดส่วน	50.06	49.94		

ก. เมื่อ /l/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ค่า F2 แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /l/ ปรากฏร่วมกับสระ /iː/ /aː/ และ /uː/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /l/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่า ค่า F2 ของ /l/ ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระในปริบทสระ /iː/ และ /aː/ มีค่าสูงกว่า F2 ของ /l/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ แต่ในปริบทสระ /uː/ /l/ ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระ มีค่า F2 ต่ำกว่า F2 ของ /l/ ที่ปรากฏต้นคำ แต่จากค่า $\bar{X}$ และสัดส่วนมีค่าใกล้เคียงกันมาก

3.3.2 ระยะเวลาของ /l/

จากการศึกษา พบว่า ระยะเวลาของ /l/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ มีการแปร ดังนี้คือ (ดูตารางที่ 69 ประกอบ)

ตารางที่ ๖๑ ค่าระยะเวลาของ /l/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของ /l/ (หน่วย : มิลลิวินาที)										
	ระหว่างสระ				ต้นคำ						
	ระยะคงที่	ระยะF-Trans		รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่		รวม F-Trans	
		Pre-C	Post-C					$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
u:	79	87	99	265	76	95	171	78	35.45	218	37.78
a:	80	70	73	223	78	84	162	79	35.91	193	33.45
i:	66	63	73	202	59	70	129	63	28.64	166	28.77
$\bar{X}$	75			230	71		154				
สัดส่วน	51.37			59.89	48.63		40.11				

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. เมื่อ /l/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ระยะเวลาของ /l/ (ไม่รวม F-Trans) เมื่อปรากฏร่วมกับ /u:/ /a:/ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่า ค่าของระยะเวลาของ /l/ ที่ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ คือเป็นสัดส่วน 35.45 : 35.90 : 28.63 และเมื่อรวมเอาระยะเวลาของ F-Trans เข้าด้วยแล้ว พบว่า ค่าระยะเวลารวม แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /l/ ปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /a:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /l/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่า ระยะเวลาของ /l/ ทั้งที่รวมและไม่รวม ระยะเวลาของ F-Trans เข้าด้วยนั้น ระยะเวลาของ /l/ ในตำแหน่งตรงกลางระหว่างสระมีค่าสูงกว่า ระยะเวลาของ /l/ ในตำแหน่งต้นคำ

3.3.3 <u>ความเข้มของเสียงของ /l/</u>

จากการศึกษา ค่าความเข้มของเสียงของ /l/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่ามีการแปรดังนี้คือ (ดูตารางที่ 70 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 70 ค่าความเข้มของเสียงของ /l/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ความเข้มของเสียงของ /l/หน่วย : เดซิเบล)			
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	12.00	10.66	11.33	39.66
u:	10.50	8.91	9.70	33.95
i:	8.33	6.75	7.54	26.39
$\bar{X}$	10.72	8.77		
สัดส่วน	53.94	46.06		

ก. เมื่อ /l/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ค่าความเข้มทางเสียงของ /l/ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /l/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ กันในคำทดสอบ พบว่า ค่าความเข้มของเสียง /l/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าสูงกว่า /l/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ

3.4 <u>เปรียบเทียบลักษณะการแปรของค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะลิ้นรัวกับพยัญชนะข้างลิ้น</u>

3.4.1 <u>ลักษณะการแปรของ F2 ของ /r/ และ /l/</u>

จากการเปรียบเทียบลักษณะการแปรของค่า F2 พบว่ามีการแปรไปในทิศทางเดียวกัน คือ (ดูตารางที่ 71 ประกอบ)

ตารางที่ 71 ค่าF2 ของ /r/ และ /l/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

พยัญชนะ / สระร่วม	ค่า F2 ของ /r/ และ /l/ (หน่วย : เฮิรตซ์)							
	r		l		r		l	
	ระหว่างสระ	ต้นคำ	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	1550	1280	1654	1546	1415	36.56	1600	38.54
a:	1346	1217	1354	1325	1282	33.13	1340	32.28
u:	1225	1121	1146	1275	1173	30.32	1211	29.17
$\bar{X}$	1374	1206	1385	1382				
สัดส่วน	53.26	46.74	50.05	49.94				

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ พบว่าค่า F2 ของทั้ง /r/ และ /l/ มีลักษณะการแปรเหมือนกันคือ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบ พบว่าค่า F2 ของ /r/ และ /l/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าสูงกว่า ค่า F2 ของพยัญชนะทั้งสองที่ปรากฏต้นคำ ยกเว้น /l/ ที่ปรากฏร่วมกับสระ /u:/ ในตำแหน่งระหว่างสระ มีค่า F2 ต่ำกว่า /l/ ที่ปรากฏต้นคำ

3.4.2 <u>ลักษณะการแปรของระยะเวลาของ /r/ และ /l/</u>

จากการเปรียบเทียบลักษณะการแปรของระยะเวลาของ /r/ และ /l/ พบว่า มีลักษณะการแปรดังนี้ คือ (ดูตารางที่ 72 ประกอบ)

ตารางที่ 72 ระยะเวลาของ /l/ และ /r/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของ /l/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ระหว่างสระ: ระยะคงที่	ระหว่างสระ: ระยะ P-Trans Pre-C	ระหว่างสระ: ระยะ P-Trans Post-C	ระหว่างสระ: รวม	ต้นคำ: ระยะคงที่	ต้นคำ: ระยะ P-Trans	ต้นคำ: รวม	ระยะคงที่ $\bar{X}$	ระยะคงที่ สัดส่วน	รวม P-Trans $\bar{X}$	รวม P-Trans สัดส่วน
uː	79	87	99	265	76	95	171	78	35.45	218	37.78
aː	80	70	73	223	78	84	162	79	35.91	193	33.45
iː	66	63	73	202	59	70	129	63	28.64	166	28.77
$\bar{X}$	75			230	71		154				
สัดส่วน	51.37			59.89	48.63		40.11				

ตำแหน่ง / สระร่วม	ระยะเวลาของ /r/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ระหว่างสระ: ระยะคงที่	ระหว่างสระ: ระยะ P-Trans Pre-C	ระหว่างสระ: ระยะ P-Trans Post-C	ระหว่างสระ: รวม	ต้นคำ: ระยะคงที่	ต้นคำ: ระยะ P-Trans	ต้นคำ: รวม	ระยะคงที่ $\bar{X}$	ระยะคงที่ สัดส่วน	รวม P-Trans $\bar{X}$	รวม P-Trans สัดส่วน
uː	101	84	84	269	105	98	203	103	32.50	236	35.12
iː	108	72	76	256	106	89	195	107	33.75	226	33.63
aː	109	56	71	236	104	80	184	107	33.75	210	33.25
$\bar{X}$	106			254	105		194				
สัดส่วน	50.00			56.70	50.00		43.30				

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ พบว่า ระยะคงที่ของ /ɾ/ และ /l/ มีระยะเวลาแปรไปแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาค่าระยะเวลารวมระยะ F-Trans พบว่ามีลักษณะการแปรต่างกันคือ ระยะเวลาของ /ɾ/ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /uː/ /iː/ และ /aː/ ตามลำดับ แต่ระยะเวลาของ /l/ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /uː/ /aː/ และ /iː/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ พบว่า ระยะเวลาของทั้ง /ɾ/ และ /l/ มีลักษณะการแปรเหมือนกันคือ ระยะเวลาของ /ɾ/ และ /l/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าสูงกว่า /ɾ/ หรือ /l/ ที่ปรากฏต้นคำ

3.4.3 <u>ลักษณะการแปรของความเข้มของเสียงของ /ɾ/ และ /l/</u>

จากการเปรียบเทียบลักษณะการแปร ความเข้มของเสียง /ɾ/ และ /l/ พบว่า มีลักษณะการแปร ดังนี้คือ (ดูตารางที่ 73 ประกอบ)

ตารางที่ 73 ค่าความเข้มของเสียงของ /r/ และ /l/

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าความเข้มของเสียงของ /r/ (หน่วย : เดซิเบล) ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	14.41	12.00	13.20	37.15
i:	12.41	11.25	11.83	33.40
u:	10.50	10.50	10.50	29.55
$\bar{X}$	12.44	11.25		
สัดส่วน	52.51	47.49		

ตำแหน่ง / สระร่วม	ความเข้มของเสียงของ /l/ หน่วย เดซิเบล ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	12.00	10.66	11.33	39.66
u:	10.50	8.91	9.70	33.95
i:	8.33	6.75	7.54	26.39
$\bar{X}$	10.72	8.77		
สัดส่วน	53.94	46.06		

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ พบว่า ค่าความเข้มของเสียงของ /r/ และ /l/ มีลักษณะการแปรแตกต่างกันคือ ค่าความเข้มของเสียงของ /r/ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /r/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /i:/ และ /u:/ แต่ค่าความเข้มของเสียงของ /l/ แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /l/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบ พบว่า ทั้ง /r/ และ /l/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าความเข้มของเสียงสูงกว่า /r/ และ /l/ ที่ปรากฏต้นคำ

3.5 การเปรียบเทียบลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /r/ กับ /l/

ในส่วนนี้เป็นการเปรียบเทียบลักษณะทางกลสัทศาสตร์เพื่อให้เห็นความเหมือนและความต่างของพยัญชนะทั้งสอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.5.1 เปรียบเทียบค่า F2 ของ /r/ กับ /l/

จากการเปรียบเทียบ พบว่า ค่า F2 ของ /r/ และ /l/ มีความแตกต่างกัน ดังนี้คือ (ดูตารางที่ 74 ประกอบ)

ตารางที่ 74 เปรียบเทียบค่า F2 ของ /r/ และ /l/

	ค่า F2 ของ /r/ และ /l/ (หน่วย : เฮิรตซ์)			
ตำแหน่ง / สระร่วม	ต้นคำ		ระหว่างสระ	
	r	l	r	l
i:	1280	1546	1550	1654
a:	1217	1325	1346	1354
u:	1121	1275	1225	1146
$\bar{X}$	1206	1382	1374	1358
สัดส่วน	46.60	53.40	49.80	50.20

ก. /l/ ที่ปรากฏต้นคำ มีค่า F2 สูงกว่าค่า F2 ของ /r/ ที่ปรากฏต้นคำ

ข. /l/ ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระ มีค่า F2 สูงกว่า ค่า F2 ของ /r/ เฉพาะเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ และ /a:/ เท่านั้น เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/ ค่า F2 ของ /l/ ต่ำกว่า /r/

3.5.2 <u>เปรียบเทียบลักษณะการบิดเบนของ F-Trans ของ /r/ และ /l/</u>

ก. <u>เปรียบเทียบการบิดเบนของ F2-Trans ของ /r/ กับ /l/ เมื่อปรากฏต้นคำทดสอบ</u>

จากการเปรียบเทียบพบว่าเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 75 ประกอบ)

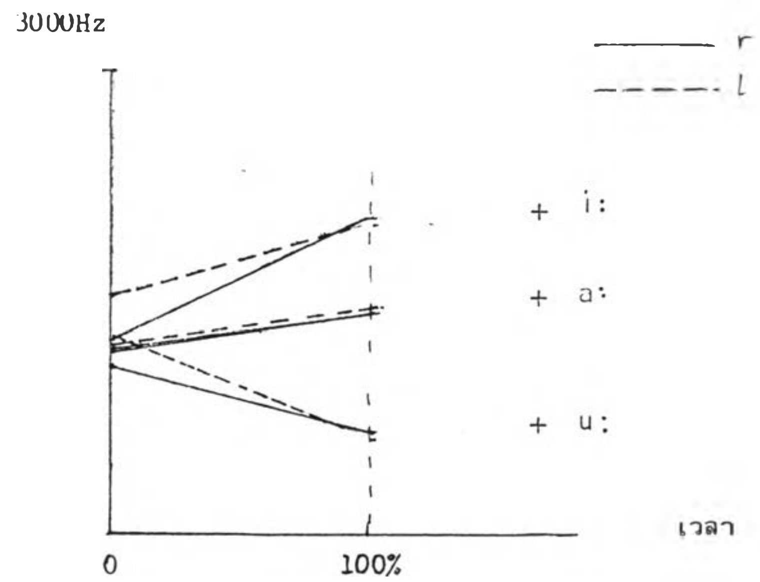
<u>ตารางที่</u> 75 พิสัยการบิดเบนของ Post-F2-Trans ของ /r/ และ /l/ เมื่อปรากฏต้นคำทดสอบ

	การบิดเบนของ Post-C-F2-Trans ของ /r/ และ /l/					
พยัญชนะ / สระร่วม	r			l		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	1280	2250	970	1546	2200	654
a:	1217	1462	245	1246	1496	250
u:	1121	679	442	1275	629	646
$\bar{X}$			552			517
สัดส่วน			51.63			48.37

ในปริบทสระ /iː/ พิสัยการปิดเบนของ F2-Trans ของ /r/ กว้างกว่าพิสัยการปิดเบนของ F2-Trans ของ /l/ แต่ในปริบทสระ /aː/ และ /uː/ มีพิสัยแคบกว่าของ /l/

สำหรับทิศทางการปิดเบนของ F2-Trans นั้น แสดงได้ดังแผนภูมิที่ 7

<u>แผนภูมิที่</u> 7 ทิศทางการปิดเบนของ Post-C-F2-Trans ของ /l/ และ /r/



ข. <u>เปรียบเทียบการปิดเบนของ F2-Trans ของ /l/ กับ /r/ เมื่อปรากฏตรงกลางระหว่างสระ</u>

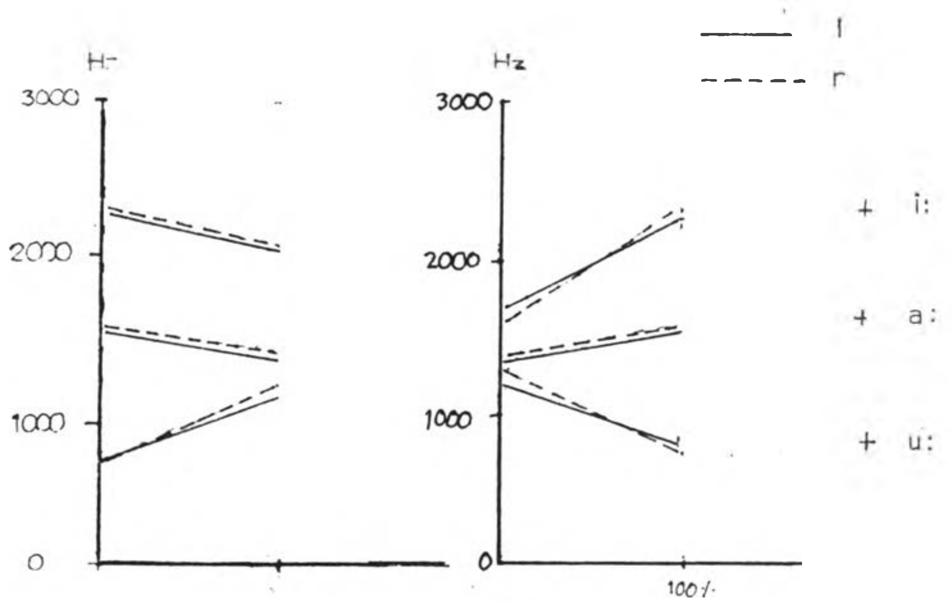
จากการเปรียบเทียบพบว่าเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 76 ประกอบ)

ตารางที่ 76 พิสัยการปิดเบนของ F2-Trans ของ /r/ และ /l/ เมื่อปรากฏระหว่างสระ

พยัญชนะ / สระร่วม	การปิดเบนของ Pre-C-F2-Trans						การปิดเบนของ Post-C-F2-Trans					
	r			l			r			l		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	2296	2071	225	2267	2054	213	1550	2296	746	1654	2237	583
a:	1537	1412	125	1542	1354	188	1346	1537	191	1354	1525	171
u:	679	1150	471	717	1146	129	1225	712	513	1146	745	401
$\bar{X}$			274			277			483			385
สัดส่วน			49.73			50.27			55.65			44.35

ในปริบท สระ /iː/ และ /uː/ พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /r/ กว้างกว่าพิสัยการบิดเบนของ /l/ แต่ในปริบทสระ /aː/ พิสัยของ Pre-C-F2-Trans ของ /r/ แคบกว่าของ /l/ และพิสัยของ Post-C-F2-Trans ของ /r/ กว้างกว่า /l/

<u>แผนภูมิที่</u> 8 ทิศทางการบิดเบนของ Pre-C-F2-Trans และ Post-C-F1-Trans ของ /r/ และ /l/



3.5.3 <u>เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของ /r/ กับ /l/</u>

จากการเปรียบเทียบ พบว่าเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 77 ประกอบ)

ตารางที่ 72 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของ /r/ และ /l/

พยัญชนะ / สระร่วม	ระยะเวลาของ /r/ และ /l/ (หน่วย : มิลลิวินาที)											
	ต้นคำ						ระหว่างสระ					
	r			l			r			l		
	ระยะคงที่	ระยะ	รวม	ระยะคงที่	ระยะ	รวม	ระยะคงที่	ระยะ	รวม	ระยะคงที่	ระยะ	รวม
i:	106	89	195	59	70	129	108	148	256	66	136	202
a:	104	80	184	78	84	162	109	137	236	80	143	223
u:	105	98	203	76	95	171	101	168	269	79	186	265
$\bar{X}$	105		194	71		154	106		254	75		230
สัดส่วน	59.66		55.75	40.34		44.25	58.56		52.48	41.44		47.52

ก. ระยะคงที่ของ /ɾ/ มีค่าระยะเวลาสูงกว่าระยะคงที่ของ /l/ ในทุก ๆ ปริบททางเสียง

ข. เมื่อรวมระยะเวลาของระยะ F-Trans เข้าด้วยกันแล้วพบว่า ระยะเวลาของ /ɾ/ มีค่ามากกว่าระยะเวลาของ /l/

3.5.4 <u>เปรียบเทียบความเข้มของเสียงของ /ɾ/ และ /l/</u>

จากการเปรียบเทียบพบว่า ความเข้มของ /ɾ/ มีค่าสูงกว่าความเข้มของเสียงของ /l/ ในทุกปริบททางเสียง (ดูตารางที่ 78 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 78 เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงของ /ɾ/ และ /l/

	ค่าความเข้มของเสียงของ /r/ และ /l/			
พยัญชนะ / สระร่วม	ต้นคำ		ระหว่างสระ	
	r	l	r	l
i:	11.25	8.91	12.41	10.50
a:	12.00	10.66	14.41	12.00
u:	10.50	6.75	10.50	8.33
$\bar{X}$	11.25	8.77	12.44	10.28
สัดส่วน	56.19	43.81	54.75	45.25

4 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเสียดแทรก

จากการศึกษาลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเสียดแทรกในภาษาไทย 3 หน่วยเสียงคือ พยัญชนะเสียดแทรกฐานริมฝีปาก /f/ ฐานปุ่มเหงือก /s/ และฐานช่องเส้นเสียง /h/ พบลักษณะที่น่าสนใจดังนี้

4.1 ลักษณะทั่ว ๆ ไปของพยัญชนะเสียดแทรก

4.1.1 พิสัยการก้ำทอนและระดับความถี่ก้ำทอน (ค่า R)

เสียงพยัญชนะเสียดแทรกเกิดจากการก้ำทอน ในช่องทางเดินเสียงแคบ ๆ ทำให้มีลักษณะทางกลเป็นคลื่นเสียงซ่า (Noise) ซึ่งเป็นคลื่นเสียงประเภทที่ไม่มีการสั่นอย่างมีจังหวะ (aperiodic wave form) ปรากฏเป็นภาพสัญญาณที่แสดงว่า มีพิสัยการก้ำทอนเป็นช่วงกว้าง ตามแกนความถี่ และในพิสัยการก้ำทอนนี้ ปรากฏมีภาพสัญญาณของบริเวณความถี่ก้ำทอนที่มีความเข้มสูงปรากฏอยู่ (ดูภาพคลื่นเสียงพยัญชนะเสียดแทรกในภาคผนวก หน้า 321- 355) ซึ่งจุดกึ่งกลางของบริเวณความถี่ก้ำทอนดังกล่าวนี้จะมีระดับความถี่ก้ำทอน (ในที่นี้เรียกย่อ ๆ ว่า ค่า R มาจากคำว่า Resonant frequency) สูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับขนาดของช่องก้ำทอนหน้าจุดกักกั้น ภายในช่องทางเดินเสียง และจากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า ทั้งพิสัยการก้ำทอน และบริเวณความถี่ก้ำทอน ก้ำทอนของพยัญชนะเสียดแทรก แต่ละหน่วยมีความแตกต่างกัน โดย /f/ จะมีพิสัยการก้ำทอนกว้างกว่าพยัญชนะเสียดแทรกหน่วยอื่น ๆ คือ ครอบคลุมตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ขึ้นไปถึง 8000 เฮิรตซ์* /s/ มีพิสัยการก้ำทอนครอบคลุมตั้งแต่ 4000-5000 เฮิรตซ์ขึ้นไปถึง 8000 เฮิรตซ์ ส่วน /h/ มีพิสัยการก้ำทอนอยู่ในช่วง 80 เฮิรตซ์ ขึ้นไปถึง 5000 เฮิรตซ์ โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่า พิสัยการก้ำทอน และบริเวณความถี่ก้ำทอนของพยัญชนะแต่ละหน่วยมีการแปรไปเมื่อพยัญชนะนั้นปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

---

*ในการวิจัยนี้ได้กำหนดให้เครื่อง Sound Spectrograph วิเคราะห์ถึงระดับความถี่ที่ 8000 เฮิรตซ์ เท่านั้น

4.1.2 ระยะเวลาของพยัญชนะเสียดแทรก

จากการศึกษาพบว่าระยะเวลาของพยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วยมีการแปรไป เมื่อพยัญชนะดังกล่าวปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

4.1.3 ความเข้มของเสียงของพยัญชนะเสียดแทรก

จากการศึกษาค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วย พบว่ามีการแปรไป เมื่อพยัญชนะเหล่านี้ ปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

4.2 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /f/

4.2.1 ค่า R และพิสัยการกำทอนของ /f/

พิสัยการกำทอนของ /f/ มีความกว้างกว่า พิสัยการกำทอนของพยัญชนะเสียดแทรกอื่น และในภาพคลื่นเสียงไม่ปรากฏบริเวณความถี่กำทอนที่มีความเข้มของเสียงสูงชัดเจนนัก ซึ่งต่างกับพยัญชนะเสียดแทรกเสียงอื่นที่ปรากฏบริเวณความถี่กำทอนมีความเข้มสูงค่อนข้างชัดเจน จากการศึกษาพบว่า พิสัยการกำทอนของ /f/ มีการแปรเมื่อ /f/ ปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ ดังนี้ (ดูตารางที่ 79 ประกอบ)

ตารางที่ 79 พิสัยการกำทอนของ /f/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	พิสัยการกำทอนของ /f/ (หน่วย : เฮิรตซ์) ระหว่างสระ		ต้นคำ		$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	1796 - 8000	6204	1608 - 8000	6392	6298	31.41
a:	1458 - 8000	6542	1242 - 8000	6758	6650	33.17
u:	842 - 8000	7158	958 - 8000	7042	7100	35.41
$\bar{X}$		6635		6731		
สัดส่วน		49.69		50.53		

ก. เมื่อ /f/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า พิสัยการกำทอนของ /f/ มีค่าแปรจากแคบมากว้าง เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /f/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบ พบว่า พิสัยการกำทอนของ /f/ ที่ปรากฏระหว่างสระ แคบกว่าพิสัยของ /f/ ที่ปรากฏต้นคำ เว้นแต่เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/ พิสัยการกำทอนกว้างกว่า /f/ ที่ปรากฏต้นคำ

4.2.2 ระยะเวลาของ /f/

ค่าระยะเวลาของ /f/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ กัน พบว่า มีรายละเอียด ดังนี้ (ดูตารางที่ 80 ประกอบ)

ตารางที่ ๘๐ ค่าระยะเวลาของ /f/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่า ระยะเวลาของ /f/ (หน่วย : มิลลิวินาที)										
	ระหว่างสระ				ต้นคำ						
	ระยะคงที่	ระยะF-Trans		รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่		รวมF-Trans	
		Pre-C	Post-C					$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	117	84	84	285	93	99	192	105	34.43	239	38.86
a:	103	84	84	271	94	94	188	99	32.46	230	37.40
u:	105	30	30	165	96	30	126	101	33.11	146	23.74
$\bar{X}$	108			240	94		169				
สัดส่วน	53.47			58.68	46.56		41.32				

ก. เมื่อ /f/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า พบว่าระยะเวลาของ /f/ (ระยะคงที่) มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่เมื่อพิจารณาระยะเวลารวมระยะ F-Trans พบว่าระยะเวลาของ /f/ ที่ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ และ /a:/ มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วน /f/ ที่ปรากฏร่วมกับสระ /u:/ มีค่า มีค่าระยะเวลาต่ำกว่า เห็นได้จากสัดส่วนของ $\bar{X}$

ข. เมื่อ /f/ ปรากฏในตำแหน่งระหว่างสระ และต้นคำทดสอบ พบว่า ระยะของ /f/ ทั้งที่รวมและไม่รวมระยะเวลาของ F-Trans เข้าด้วยกัน /f/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าระยะเวลาสูงกว่า /f/ที่ปรากฏต้นคำ

4.2.3 <u>ความเข้มของเสียงของ /f/</u>

ค่าความเข้มของเสียงของ /f/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่ามีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ 81 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 81 ค่าความเข้มของเสียงของ /f/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ความเข้มของเสียงของ /f/ (หน่วย : เดซิเบล)			
	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
u:	3.91	3.37	3.64	38.48
i:	3.66	3.25	3.45	36.47
a:	2.66	2.08	2.37	25.05
$\bar{X}$	3.41	2.90		
สัดส่วน	45.04	45.96		

ก. เมื่อ /f/ ปรากฏร่วม กับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ค่าความเข้มของเสียงแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /f/ ปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /i:/ และ /a:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /f/ ปรากฏในตำแหน่งระหว่างสระ มีค่าความเข้มของเสียง สูงกว่า /f/ ที่ปรากฏต้นคำ

4.3 <u>ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /s/</u>

4.3.1 <u>พิสัยการกำทอนและค่า R ของ /s/</u>

จากการศึกษาพบว่า พิสัยการกำทอนและค่า ของ /s/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ พบว่ามีการแปร ดังนี้ (ดูตารางที่ 82 ประกอบ)

ตารางที่ ๘๒ พิสัยการกำทอนและค่า R ของ /s/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	พิสัยการกำทอนและค่า ของ /s/(หน่วย : เฮิรตซ์)									
	ต้นคำ			ระหว่างสระ						
	พิสัย		ค่า R	พิสัย		ค่า R	พิสัย		ค่า R	
							$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	4300 - 8000	3700	5658	4308 - 8000	3692	5625	3696	29.64	5642	34.75
a:	3950 - 8000	4050	5617	3900 - 8000	4100	5590	4075	32.68	5604	34.52
u:	3300 - 8000	4700	5012	3300 - 8000	4700	4967	4700	37.68	4990	30.73
$\bar{X}$		4150	5429		4164	5394				
สัดส่วน		49.91	50.16		50.09	49.84				

ก. เมื่อ /s/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พิสัยการก่ำทอน มีพิสัยแปรจากแคบมากว้าง เมื่อ /s/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ ส่วนค่า R มีค่าแปรจากสูงมาต่ำเมื่อ /s/ ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /s/ ปรากฏในตำแหน่งต้นคำทดสอบและระหว่างสระ พบว่า พิสัยของการก่ำทอน และค่า R ของ /s/ มีค่าใกล้เคียงกันมากคือมีสัดส่วนของพิสัยการก่ำทอน 49.91 : 50.09 และสัดส่วนของค่า R เท่ากับ 50.16 : 49.84

4.3.2 <u>ระยะเวลาของ /s/</u>

ระยะเวลาของ /s/ เมื่อปรากฏในปริบทของเสียงต่าง ๆ พบว่ามีค่าเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 83 ประกอบ)

ตารางที่ ๘๓ ค่าระยะเวลาของ /s/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าระยะเวลาของ /s/ (หน่วย : มิลลิวินาที) ระหว่างสระ: ระยะคงที่	ระหว่างสระ: ระยะF-Trans Pre-C	ระหว่างสระ: ระยะF-Trans Post-s	ระหว่างสระ: รวม	ต้นคำ: ระยะคงที่	ต้นคำ: ระยะ F-Trans	ต้นคำ: รวม	ระยะคงที่ $\bar{X}$	ระยะคงที่ สัดส่วน	รวมF-Trans $\bar{X}$	รวมF-Trans สัดส่วน
u:	112	90	90	286	104	94	206	108	34.07	246	34.08
i:	108	82	92	278	106	86	194	107	33.75	236	33.38
a:	108	84	78	258	96	84	192	102	32.18	225	31.82
$\bar{X}$	109			274	102		197				
สัดส่วน	51.66			58.17	48.34		41.83				

ก. เมื่อ /s/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่า ระยะเวลาของ /s/ ทั้งที่รวมและไม่รวมระยะเวลาของ F-Trans มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /i:/ และ /a:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /s/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ พบว่า ระยะเวลาของ /s/ ทั้งที่รวมและไม่รวมระยะเวลาของ F-Trans เข้าด้วยนั้น/s/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าสูงกว่าระยะเวลาของ /s/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ

4.3.4 <u>ความเข้มของเสียงของ /s/</u>

ค่าความเข้มของเสียงของ /s/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ มีการแปร ดังนี้ (ดูตารางที่ 84 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 84 ค่าความเข้มของเสียงของ /s/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ความเข้มของเสียงของ /s/ (หน่วย : เดซิเบล)			
ตำแหน่ง สระร่วม	ระหว่างสระ	ต้นคำ	X̄	สัดส่วน
a:	7.50	5.83	6.66	37.10
u:	7.00	5.58	6.29	35.04
i:	5.75	4.25	5.00	27.86
X̄	6.75	5.22		
สัดส่วน	56.39	43.61		

ก. เมื่อ /s/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ ค่าความเข้มของเสียง /s/ แปรจากสูงมาต่ำเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /s/ ปรากฏในตำแหน่งระหว่างสระ มีค่าความเข้มของเสียงสูงกว่า /s/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ

4.4 ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของ /h/

4.4.1 พิสัยการกำทอนและค่าR ของ /h/

จากการศึกษาพบว่า พิสัยการกำทอนและค่าR ของ /h/ เมื่อปรากฏในปริบทของเสียงต่าง ๆ มีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ 85 ประกอบ)

ตารางที่ 85 พิสัยการกำทอนและค่า R ของ /h/

	พิสัยการกำทอน และค่า R ของ /h/ (หน่วย : เฮิรตซ์)									
	ระหว่างสระ			ต้นคำ						
ตำแหน่ง / สระร่วม	พิสัย		ค่า R	พิสัย		ค่าR	พิสัย		ค่า R	
							$\bar{X}$		$\bar{X}$	
i:	2096 - 6050	3954	3150	2250 - 6000	3750	3159	3852	36.59	3154	60.97
a:	325 - 6079	5754	1500	317 - 5867	5550	1491	5652	5369	1496	28.92
u:	80 - 1133	1053	525	80 - 1075	995	521	1024	9.72	523	10.11
$\bar{X}$		3587	1725		3432	1724				
สัดส่วน		51.10	50.00		48.90	50.00				

ก. เมื่อ /h/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กันพบว่า ค่า ของ /h/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ ส่วนพิสัยการกำทอนนั้นแปรจากกว้างมาแคบเมื่อ /h/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /i:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /h/ ปรากฏในตำแหน่งต่างกันในคำทดสอบ พบว่า ค่า R ของ /h/ ที่ปรากฏระหว่างสระมีค่าใกล้เคียงกันกับค่า R ของ /h/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ แต่พิสัยการกำทอนของ /h/ ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระ มีพิสัยกว้างกว่า /h/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ

4.4.2 ระยะเวลาของ /h/

ค่าระยะเวลาของ /h/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ มีการแปร ดังนี้ (ดูตารางที่ 86 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> ๒๕ ค่าระยะเวลาของ /h/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

ตำแหน่ง / สระร่วม	ค่าระยะเวลาของ /h/ (หน่วย : มิลลิวินาที)								
	ระหว่างสระ				ต้นคำ				
	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans Pre-C	ระยะ F-Trans Post-C	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่ $\bar{X}$	ระยะคงที่ สัดส่วน
i:	111	-*	-	111	84	-	84	98	34.03
a:	101	-	-	101	84	-	84	93	32.29
u:	108	-	-	108	85	-	85	97	33.68
$\bar{X}$				107			84		
สัดส่วน				56.02			43.98		

*ไม่ปรากฏระยะที่เป็นF-Trans

ก. เมื่อ /h/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กันพบว่าระยะเวลาของ /h/ มีค่าใกล้เคียงกัน

ข. เมื่อ /h/ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระมีค่าระยะเวลาสูงกว่า /h/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ

4.4.3 <u>ความเข้มของเสียงของ /h/</u>

ค่าความเข้มของเสียง /h/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ มีการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ 87 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 87 ค่าความเข้มของเสียงของ /h/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงต่าง ๆ

	ค่าความเข้มของเสียงของ /h/ (หน่วย : เดซิเบล)			
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ต้นคำ	$\bar{X}$	สัดส่วน
a:	7.16	4.25	5.70	45.31
i:	5.58	2.66	4.12	32.75
u:	3.66	1.87	2.76	21.94
$\bar{X}$	5.47	2.92		
สัดส่วน	65.20	34.80		

ก. เมื่อ /h/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ กัน พบว่าค่าความเข้มของเสียง แปรจากสูงมาต่ำเมื่อ /h/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /i:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /h/ ปรากฏตรงกลางระหว่างสระมีค่าความเข้มของเสียงสูงกว่า /h/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ

4.5 <u>เปรียบเทียบลักษณะการแปรทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเสียดแทรกทั้ง 3 หน่วย</u>

4.5.1 <u>ลักษณะการแปรของพิสัยการกำทอนและความถี่กำทอนของ /f/ /s/ /h/</u>

ลักษณะการแปรเป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 88 ประกอบ)

ตารางที่ 88 พิสัยการกำทอนและค่า R ของพยัญชนะเสียดแทรก

/f/

ตำแหน่ง / สระร่วม	ต้นคำ		ระหว่างสระ		พิสัย		ค่า R*	
	พิสัย	ค่า R	พิสัย	ค่า R	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	6392	-	6204	-	6298	31.41	-	-
a:	6758	-	6542	-	6650	33.17	-	-
u:	7042	-	7158	-	7100	35.42	-	-
$\bar{X}$	6731	-	6635	-				
	50.35	-	49.65	-				

/s/

ตำแหน่ง / สระร่วม	ต้นคำ		ระหว่างสระ		พิสัย		ค่า R	
	พิสัย	ค่า R	พิสัย	ค่า R	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	3700	5658	3692	5625	3696	29.64	5642	34.75
a:	4050	5617	4100	5590	4075	32.68	5504	34.52
u:	4700	5012	4700	4967	4700	37.68	4990	30.73
$\bar{X}$	4150	5429	4164	5394				
สัดส่วน	49.92	50.16	50.08	49.84				

/h/

ตำแหน่ง / สระร่วม	ต้นคำ		ระหว่าง		พิสัย		ค่า R	
	พิสัย	ค่า R	พิสัย	ค่า R	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
i:	3750	3158	3954	3150	3852	36.59	3154	60.97
a:	5550	1491	5754	1500	5652	53.69	1496	28.92
u:	995	521	1053	552	1024	9.72	523	10.11
$\bar{X}$	3432	1724	3537	1725				
สัดส่วน	48.90	50.00	51.10	50.00				

*

ก. เมื่อปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ พิสัยการกำทอน และค่า R ของ /f/ /s/ /h/ มีลักษณะการแปรคล้ายกันคือ มีพิสัยจากแคบมากว้าง และค่า R แปรจากสูงมาต่ำ เมื่อพยัญชนะเหล่านี้ปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบ พิสัยการกำทอนของ /s/ และ /h/ มีลักษณะการแปรคล้ายกันคือ พิสัยการกำทอนของ /s/ และ /h/ ที่ปรากฏตรงกลางระหว่างสระมีพิสัยกว้างกว่า /s/ และ /h/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ ส่วนพิสัยการกำทอนของ /f/ เมื่อปรากฏระหว่างสระมีพิสัยแคบกว่า /f/ ที่ปรากฏต้นคำ เว้นแต่เมื่อปรากฏระหว่างสระ /u:/ พิสัยการกำทอนจะกว้างกว่าพิสัยของ /f/ ในตำแหน่งต้นคำ

สำหรับค่า R ของ /s/ และ /h/ มีลักษณะการแปรต่างกันคือ ค่า R ของ /s/ ในตำแหน่งต้นคำมีค่าสูงกว่า /s/ ในตำแหน่ง ระหว่างสระ แต่ค่า R ของ /h/ ในตำแหน่งต้นคำ มีค่าต่ำกว่าค่า R ของ /h/ ในตำแหน่งระหว่างสระ

4.5.2 <u>เปรียบเทียบลักษณะการแปรของระยะเวลาของ /f/ /s/ และ /h/</u>

ระยะเวลาของพยัญชนะทั้ง 3 หน่วยมีลักษณะการแปรดังนี้ (ดูตารางที่ ๘๑ ประกอบ)

ตารางที่ ๘๙ ค่าระยะเวลาของพยัญชนะเสียดแทรก

ตำแหน่ง / สระร่วม	/f/ ระหว่างสระ: ระยะคงที่	ระยะ F-Trans: Pre-C	ระยะ F-Trans: Post-C	รวม	ต้นคำ: ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่: X̄	สัดส่วน	รวม F-Trans: X̄	สัดส่วน
iː	117	84	84	285	93	94	187	105	34.43	239	38.86
aː	103	84	84	271	94	99	193	99	32.46	230	37.40
uː	105	30	30	165	96	30	126	101	33.11	146	23.74
X̄	108			240	94		169				
สัดส่วน	53.47			58.68	46.53		41.32				

ตำแหน่ง / สระร่วม	/s/ ระหว่างสระ: ระยะคงที่	ระยะ F-Trans: Pre-C	ระยะ F-Trans: Post-C	รวม	ต้นคำ: ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่: X̄	สัดส่วน	รวม F-Trans: X̄	สัดส่วน
iː	108	82	92	278	106	86	194	107	33.75	236	33.38
aː	108	84	78	258	96	84	192	102	32.18	225	31.82
uː	112	90	90	86	104	94	206	108	34.07	246	34.80
X̄	109			274	102		197				
สัดส่วน	51.66			58.17	48.34		41.83				

ตำแหน่ง / สระร่วม	/h/ ระหว่างสระ: ระยะคงที่	ระยะ F-Trans: Pre-C	ระยะ F-Trans: Post-C	รวม	ต้นคำ: ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่: X̄	สัดส่วน	รวม F-Trans: X̄	สัดส่วน
iː	111	-	-	111	84	-	84	98	34.03	-	-
aː	101	-	-	101	84	-	84	93	32.29	-	-
uː	108	-	-	108	85	-	85	97	33.68	-	-
X̄	107			107	84		84				
สัดส่วน				56.02			43.98				

ก. เมื่อ /f/ /s/ และ /h/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ นั้น ระยะคงที่ของพยัญชนะแต่ละหน่วยมีค่าระยะเวลาใกล้เคียงกันไม่ว่าปรากฏร่วมกับสระใด (ดูสัดส่วนของ $\bar{X}$ และระยะคงที่ในตารางที่ 89 ประกอบ)

ข. เมื่อรวมระยะเวลาของ F-Trans เข้าด้วยแล้ว พบว่า ระยะเวลาของ /f/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /i:/ /a:/ และ /u:/ ตามลำดับ แต่ระยะของ /s/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำ เมื่อ /s/ ปรากฏร่วมกับสระ /u:/ /i:/ และ /a:/ ตามลำดับ (ดูสัดส่วนของ $\bar{X}$ ของระยะเวลารวม F-Trans ในตารางที่ 61 ประกอบ) ส่วนระยะเวลาของ /h/ มีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากไม่มีระยะ F-Trans

ค. เมื่อปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบพบว่า ระยะเวลาของพยัญชนะทั้ง 3 หน่วยมีลักษณะการแปรคล้ายกันคือ /f/ /s/ และ /h/ ที่ปรากฏระหว่างสระ มีค่าระยะเวลาสูงกว่า /f/ /s/ และ /h/ ที่ปรากฏต้นคำทดสอบ

4.5.3 <u>เปรียบเทียบลักษณะการแปรของค่าความเข้มของเสียง /f/ /s/ และ /h/</u>

ค่าความเข้มของเสียง /f/ /s/ และ /h/ มีลักษณะการแปรแตกต่างกันดังนี้ (ดูตารางที่ 90 ประกอบ)

ตารางที่ ๙๐ ค่าความเข้มของเสียงของพยัญชนะเสียดแทรก

ความเข้มของเสียงของ /f/ /s/ และ /h/ (หน่วย : เดซิเบล)														
f			s			h			f		s		h	
ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ต้นคำ	ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ต้นคำ	ตำแหน่ง / สระร่วม	ระหว่างสระ	ต้นคำ	X̄	สัดส่วน	X̄	สัดส่วน	X̄	สัดส่วน
u:	3.91	3.37	a:	7.50	5.83	a:	7.16	4.25	3.64	38.48	6.66	37.10	5.70	45.31
i:	3.66	3.25	u:	7.00	5.58	i:	5.58	2.66	3.45	36.47	6.29	35.04	4.12	32.75
a:	2.66	2.08	i:	5.75	4.25	u:	3.66	1.87	2.37	25.05	5.00	27.86	2.76	21.94
X̄	3.41	2.90		6.75	5.22		5.47	2.92						
สัดส่วน	54.04	45.96		56.39	43.61		65.20	34.80						

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. เมื่อ /f/ /s/ และ /h/ ปรากฏร่วมกับสระต่าง ๆ พบว่า ค่าความเข้มของเสียงมีลักษณะการแปรแตกต่างกันคือ

- ความเข้มของเสียง /f/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำเมื่อ /f/ ปรากฏร่วมกับ /u:/ /i:/ และ /a:/ ตามลำดับ

- ความเข้มของเสียงของ /s/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /u:/ และ /i:/ ตามลำดับ

- ความเข้มของเสียงของ /h/ มีค่าแปรจากสูงมาต่ำเมื่อ /h/ ปรากฏร่วมกับสระ /a:/ /i:/ และ /u:/ ตามลำดับ

ข. เมื่อ /f/ /s/ และ /h/ ปรากฏในตำแหน่งต่าง ๆ ในคำทดสอบค่าความเข้มของเสียงมีลักษณะการแปรคล้ายกันคือ พยัญชนะที่ปรากฏระหว่างสระ มีความเข้มของเสียงสูงกว่าพยัญชนะที่ปรากฏต้นคำทดสอบ

4.6 <u>เปรียบเทียบลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเสียดแทรกทั้ง 3 หน่วย</u>

ในส่วนนี้เป็นการนำเอาค่าทางกลสัทศาสตร์ของพยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วย ซึ่งได้กล่าวถึงแล้วใน 4.2, 4.3 และ 4.4 มาเปรียบเทียบกันเพื่อให้เห็นความเหมือนและความต่าง ระหว่างพยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วย ดังต่อไปนี้

4.6.1 <u>เปรียบเทียบพิสัยการกำทอนและค่าR ของพยัญชนะเสียดแทรก</u>

จากการศึกษาพบว่า พิสัยการกำทอน และค่า R บ่งบอกความแตกต่างระหว่าง พยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วยได้

4.6.1.1 <u>เปรียบเทียบพิสัยการก้ำทอนและค่า R ของพยัญชนะเสียดแทรกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/</u>

พิสัยการก้ำทอนและค่า R ของพยัญชนะเสียดแทรก แตกต่างกันดังนี้ (ดูตารางที่ 91 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 91: พิสัยการก้ำทอนและค่าR ของพยัญชนะเสียดแทรก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/

ตำแหน่ง / พยัญชนะ	พิสัยการก้ำทอนค่า R ของ /f/ /s/ /h/ เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /iː/							
	ต้นคำ		ระหว่างสระ		พิสัย		ค่า R	
	พิสัย	ค่า R	พิสัย	ค่า R	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
f	6392		6204		6298	45.49	-	-
s	3700	5658	3692	5625	3696	26.69	5642	64.14
h	3750	3158	3954	3150	3852	27.82	3154	35.86

ก. พยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วยมีพิสัยการกำทอนกว้างและแคบต่างกันคือ พิสัยการกำทอนของ /f/ กว้างกว่าพิสัยการกำทอน /h/ และพิสัยการกำทอน /s/ ตามลำดับ

ข. ค่า R ของ /s/ มีค่าสูงกว่า ค่าR ของ /h/ ส่วนค่า R ของ /f/ ไม่ปรากฏชัดเจน

4.6.1.2 พิสัยการกำทอนและค่าR ของพยัญชนะเสียดแทรก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/

พิสัยการกำทอนและค่าR แตกต่างกันดังนี้ (ดูตารางที่ ๙๒ ประกอบ)

ตารางที่ ๙๒ พิสัยการกำทอนและค่า R ของพยัญชนะเสียดแทรกเมื่อปรากฏร่วมกับสระ /a:/

ตำแหน่ง / พยัญชนะ	พิสัยการกำทอนและค่า ของ /f/ /s/ /h/ เมื่อปรากฏร่วมกับ /a:/ ต้นคำ		ระหว่างสระ		พิสัย		ค่าR	
	พิสัย	ค่า R	พิสัย	ค่า R	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
f	6758	-	6542	-	6650	4061	-	-
s	4050	5617	4100	5590	4075	24.88	5604	78.94
h	5550	1491	5754	1500	5652	34.51	1495	21.06

ก. พยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วยมีพิสัยการกำทอนกว้างแคบต่างกันคือ พิสัยการกำทอนของ /f/ กว้างกว่าพิสัยการกำทอนของ /h/ และ /s/ ตามลำดับ

ข. ค่าR ของ /s/ มีค่าสูงกว่า ค่าR ของ /h/ ส่วน /f/ ไม่ปรากฏค่าR ชัดเจน

4.6.1.3 <u>พิสัยการกำทอน และค่าR ของพยัญชนะเสียดแทรก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/</u>

พิสัยการกำทอนและค่าR แตกต่างกันดังนี้ (ดูตารางที่ ๙๓ ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> ๙๓ พิสัยการกำทอนและค่าR ของพยัญชนะเสียดแทรก เมื่อปรากฏร่วมกับสระ /u:/

	พิสัยการกำทอนและค่าของ /f/ /s/ /h/ เมื่อปรากฏร่วมกับ /u:/							
ตำแหน่ง / พยัญชนะ	ต้นคำ		ระหว่างสระ		พิสัย		ค่าR	
	พิสัย	ค่า R	พิสัย	ค่าR	$\bar{X}$	สัดส่วน	$\bar{X}$	สัดส่วน
f	7042	-	7158	-	7100	55.36	-	-
s	4700	5012	4700	4967	4700	36.65	4990	90.51
h	995	521	1053	525	1024	7.99	523	9.49

ก. พยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วย มีพิสัยการก่าทอนกว้างแคบต่างกันคือ พิสัยการก่าทอนของ /f/ กว้างกว่าพิสัยการก่าทอนของ /s/ และ /h/ ตามลำดับ

ข. ค่าR ของ /s/ มีค่าสูงกว่า ค่าR ของ /h/ ส่วนค่าR ของ /f/ ไม่ปรากฏ

4.6.2 เปรียบเทียบการบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะเสียดแทรก

จากการศึกษาการบิดเบนของ F2-Trans พบว่าลักษณะการบิดเบนและพิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะเสียดแทรกฐานต่างกัน มีความแตกต่างกัน ดังจะกล่าวถึงต่อไปนี้

4.6.2.1 การบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะเสียดแทรก เมื่อปรากฏต้นคำ

จากการเปรียบเทียบพบว่า Post-C-F2-Trans มีการบิดเบนดังนี้ (ดูตารางที่ 94 ประกอบ)

ตารางที่ 94 การบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะเสียดแทรก เมื่อปรากฏต้นคำ

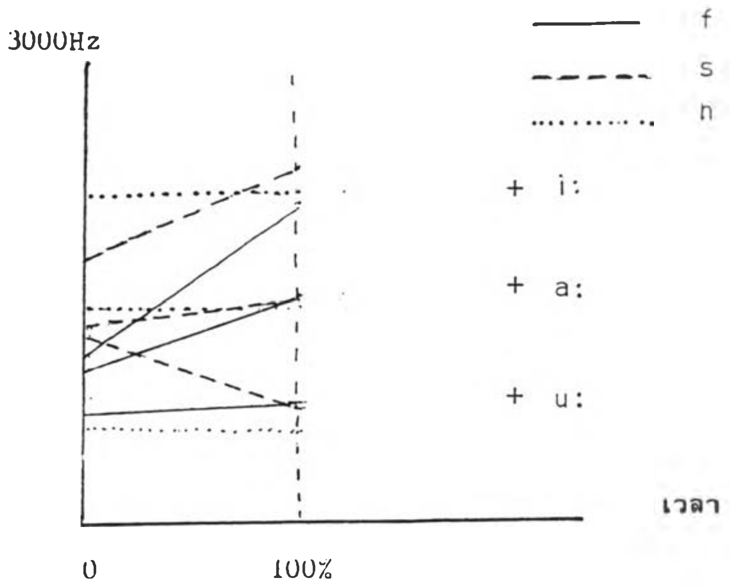
ตำแหน่ง / สระร่วม	การบิดเบนของ Post-C-F2-Trans ของ /f/ /s/ /h/ (หน่วย : เฮิรตซ์)								
	f			s			h		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย
i:	1117	2270	1153	1704	2329	652	2129	2129	-
a:	996	1446	450	1287	1442	155	1433	1433	-
u:	758	825	67	1325	725	600	621	621	-
$\bar{X}$			557			460			-
สัดส่วน			54.77			45.23			-

ในปริบทสระ /i:/ และ /a:/ พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /f/ มีพิสัยกว้างกว่า พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /s/ เว้นแต่ในปริบทสระ /u:/ F2-Trans ของ /f/ มีพิสัยแคบกว่า พิสัยการบิดเบนของ F2-Trans ของ /s/

ส่วน F2-Trans ของ /h/ ไม่มีการบิดเบนในทุกปริบทสระ

ทิศทางการบิดเบนของ F-Trans ดังกล่าวแสดงได้ดังแผนภูมิที่ ๑

<u>แผนภูมิที่</u> ๑ ทิศทางการบิดเบนของ F2-Trans ของ /f/ /s/ /h/ เมื่อปรากฏต้นคำ



4.6.2.2 การบิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะเสียดแทรกเมื่อปรากฏระหว่างสระ

จากการเปรียบเทียบ พบว่า (ดูตารางที่ ๑5 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> ๑๕ การปิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะเสียดแทรกเมื่อปรากฏระหว่างสระ

การปิดเบนของ F2-Trans ของพยัญชนะเสียดแทรกเมื่อปรากฏระหว่างสระ (หน่วย: เฮิรตซ์)

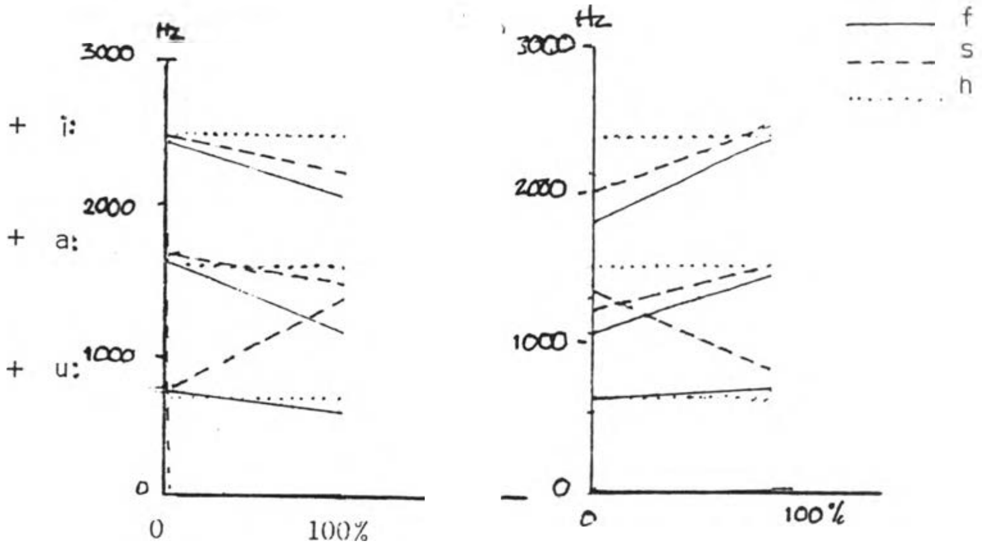
พยัญชนะ / สระ	Pre-C-F2-Trans									Post-C-F2-Trans								
	f			s			h			f			s			h		
	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้าย	พิสัย	จุดเริ่ม	จุดสุดท้า	พิสัย
i:	2296	1950	346	2333	2046	287	2267	2267	-	1767	2296	525	1937	2392	455	2267	2267	-
a:	1483	1012	471	1537	1333	204	1446	1446	-	1029	1392	363	1187	1458	271	1446	1446	-
u:	675	633	42	662	1371	709	612	612	-	617	675	58	1325	775	550	612	612	-
$\bar{X}$			286			400			-			315			425			-
สัดส่วน			41.69			58.31			-			42.57			57.43			

ในปริบทสระ /i:/ และ /a:/ พิสัยการบิดเบนของ /f/ กว้างกว่าพิสัยการบิดเบนของ /s/ เว้นแต่ในปริบทสระ /u:/ F2-trans ของ /f/ มีพิสัยการบิดเบนแคบกว่า พิสัยของ /s/ มาก

ส่วน F2-Trans ของ /h/ ไม่มีการบิดเบน

สำหรับทิศทางการบิดเบนของ F2-Trans แสดงได้ดังแผนภูมิที่ 10

<u>แผนภูมิที่</u> 10 ทิศทางการบิดเบนของ F2-Trans ของ /f/ /s/ และ /h/ เมื่อปรากฏระหว่างสระ



4.6.3 <u>เปรียบเทียบระยะเวลาของพยัญชนะเสียดแทรกทั้ง 3 หน่วย</u>

ระยะเวลาของ /f/ /s/ /h/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงเหมือนกัน มีค่าแตกต่างกัน ดังนี้ (ดูตารางที่ 96 ประกอบ)

ตารางที่ 96 เปรียบเทียบระยะเวลาของ /f/ /s/ และ /h/

เปรียบเทียบระยะเวลาของ /f, s, h/																		(หน่วย: เฮิรตซ์)
	ต้นคำ									ระหว่างสระ								
พยัญชนะ / สระ	f			s			h			f			s			h		
-	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-TRans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม	ระยะคงที่	ระยะ F-Trans	รวม
i:	93	94	187	108	86	194	84	-	84	117	168	285	106	180	286	111	-	111
a:	94	99	193	108	84	192	84	-	84	103	168	271	96	162	258	101	-	101
u:	96	30	126	112	94	206	85	-	85	105	60	165	112	166	278	108	-	108
$\bar{X}$	94		169	109		197	84		84	108		240	105		274	107		107
สัดส่วน	32.75		37.56	37.98		43.78	29.27		18.67	33.75		38.65	32.81		44.12	33.44		17.23

ก. ในตำแหน่งต้นคำ ระยะคงที่ของ /s/ มีระยะเวลาโดยเฉลี่ยสูงกว่าระยะคงที่ของ /f/ และ /h/ ตามลำดับ และ ระยะเวลารวมระยะ F-Trans ของ /s/ โดยเฉลี่ย มีค่าสูงกว่า ระยะเวลารวมระยะ F-Trans ของ /f/ และ /h/ ด้วย (ดูค่า $\bar{X}$ ของระยะคงที่ และค่า $\bar{X}$ ของระยะเวลารวมระยะ F-Transในตารางที่ ๙๖)

ข. ในตำแหน่งระหว่างสระ ระยะคงที่ของ /f/ มีค่าระยะเวลาสูงกว่า ระยะคงที่ของ /h/ และ /s/ ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาระยะเวลารวมระยะ F-Trans พบว่า ระยะเวลาของ /s/ มีค่าสูงกว่า ระยะเวลารวมระยะ F-Trans ของ /f/ และ /h/ ตามลำดับ (ดูค่า $\bar{X}$ ของระยะคงที่ และค่า F-Trans ของระยะเวลารวมระยะ F-Trans ในตารางที่ ๙๖)

4.6.4 <u>เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงของ /f/ /s/ /h/</u>

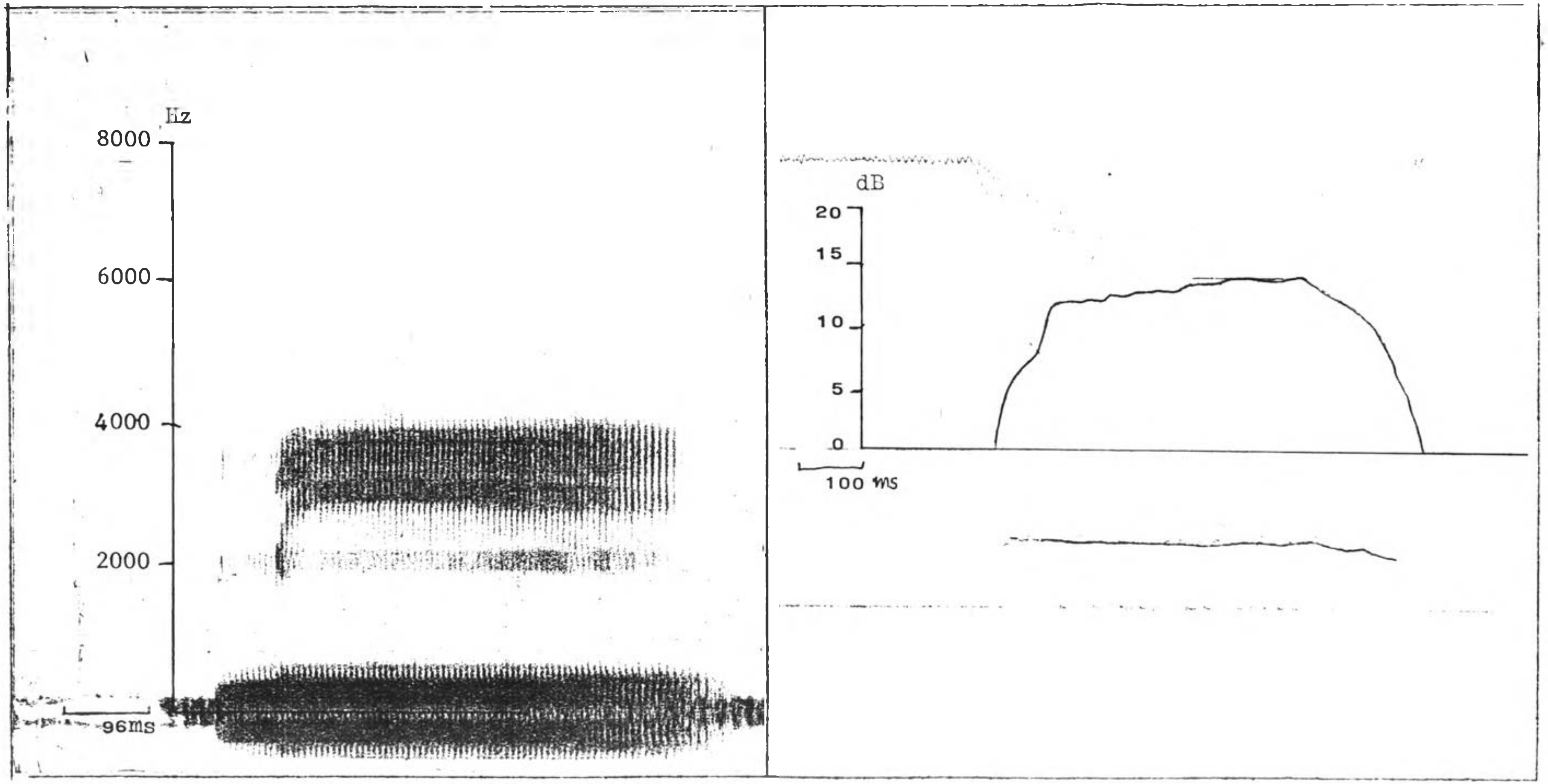
จากการเปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงของ /f/ /s/ และ /h/ เมื่อปรากฏในปริบททางเสียงเดียวกัน เป็นดังนี้ (ดูตารางที่ 97 ประกอบ)

<u>ตารางที่</u> 97. เปรียบเทียบค่าความเข้มของเสียงของ /f/ /s/ และ /h/

พยัญชนะ / สระร่วม	ความเข้มของเสียงของ /f/ /s/ และ /h/ (หน่วย : เดซิเบล)					
	ต้นคำ			ระหว่างสระ		
	f	s	h	f	s	h
i:	3.25	4.25	2.66	3.66	5.75	5.58
a:	2.08	5.83	4.25	2.66	7.50	7.16
u:	3.37	5.58	1.87	3.91	7.00	3.66
$\bar{X}$	2.90	5.22	2.93	3.41	6.75	5.47
สัดส่วน	26.24	47.24	26.52	21.82	43.19	34.99

ความเข้มของเสียงของพยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วย มีความแตกต่างกันโดยไม่มีรูปแบบ แต่จากการเฉลี่ยค่าความเข้มของเสียงของพยัญชนะเสียดแทรกแต่ละหน่วยในปริบท ของสระทั้งสามรวมกัน พบว่าค่าความเข้มของเสียงเฉลี่ยของ /s/ มีค่าสูงกว่า /h/ และ /f/ ตามลำดับ

ภาพที่ 24 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [mi:]



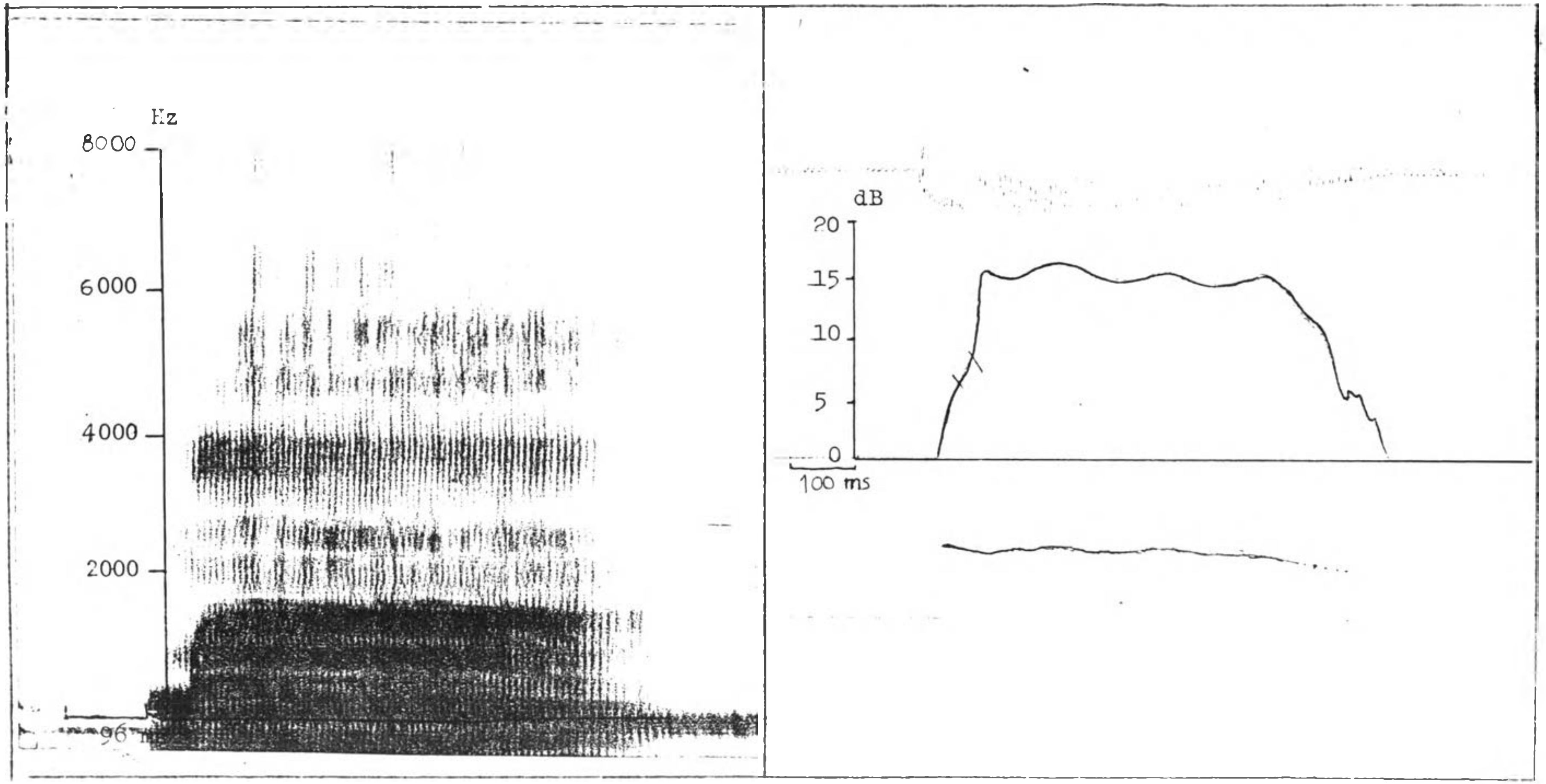
ตารางที่ 38 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ / m / ในคำว่า [mi:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:	2250	2250	2250	2250	2250
	S.D :	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	308	308	308	308	308
	S.D. :	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90
	ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3592	3808	3883	3920	3929
	S.D. :	106.84	86.12	70.11	67.85	67.85
F3	$\bar{X}$:	2279	3091	3241	3320	3333
	S.D. :	71.44	87.55	90.36	87.20	93.09
F2	$\bar{X}$:	2246	2263	2271	2275	2275
	S.D. :	67.85	49.37	51.03	54.77	54.77
F1	$\bar{X}$:	308	308	308	308	308
	S.D. :	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans (ms)
$\bar{X}$:	81	72
S.D. :	3.98	14.44

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	4.83
S.D. :	1.03

ภาพที่ 25 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ma:]



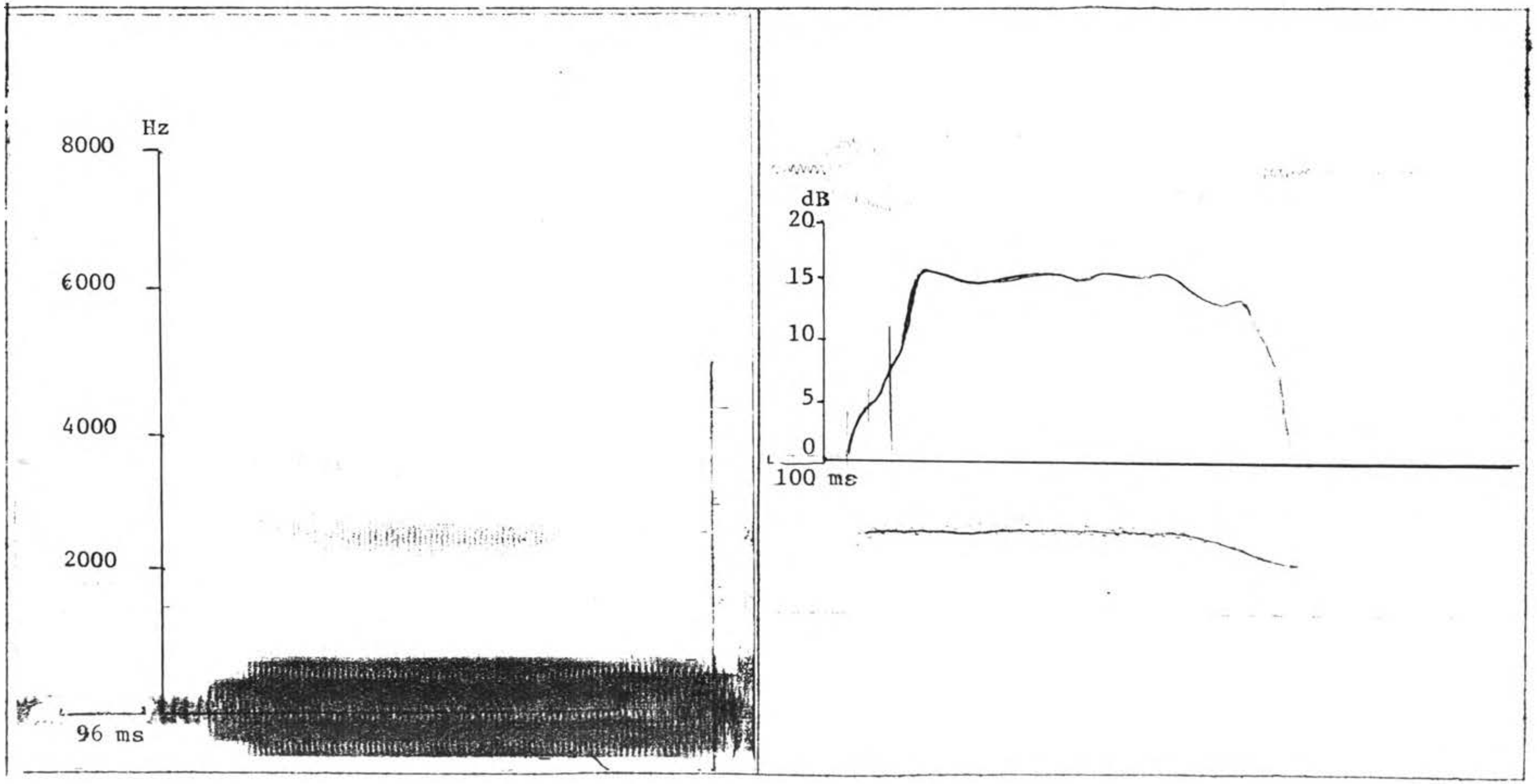
ตารางที่ [illegible] ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /m/ ในคำว่า [ma:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3758	3758	3758	3758	3758
	S.D. :	135.70	135.75	135.70	135.75	135.70
F3	$\bar{X}$:	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D :	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	321	321	321	321	321
	S.D. :	33.22	33.22	33.22	33.22	33.22
	ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3750	3808	3871	3892	3900
	S.D. :	144.91	169.31	143.54	131.97	125.41
F3	$\bar{X}$:	2758	2783	2829	2879	2917
	S.D. :	125.16	115.83	107.72	95.41	88.97
F2	$\bar{X}$:	963	1233	1379	1425	1467
	S.D. :	54.19	91.74	81.26	77.45	43.77
F1	$\bar{X}$:	633	867	921	942	979
	S.D. :	51.63	73.59	90.02	86.12	43.06

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	62	64
S.D. :	5.89	4.89

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	4.91
S.D. :	0.93

ภาพที่ 26 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [mu:]



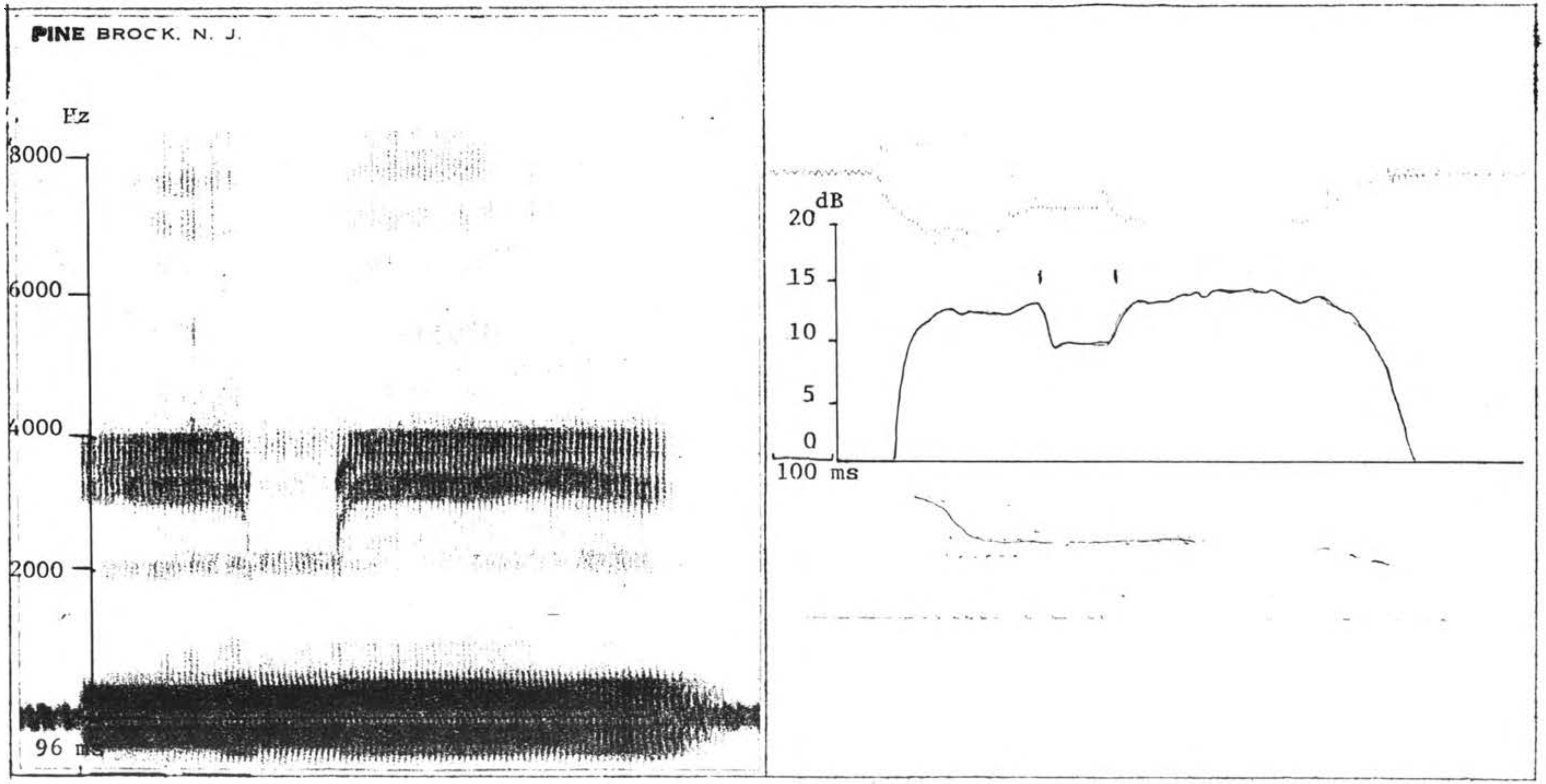
ตารางที่ 100 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ / m / ในคำว่า [mu:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	X̄ :	3642	3642	3642	3642	3642
	S.D. :	159.42	159.42	159.42	159.42	159.42
F3	X̄ :	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D :	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	X̄ :					
	S.D. :					
F1	X̄	300	300	300	300	300
	S.D. :	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	X̄ :					
	S.D. :					
F3	X̄ :					
	S.D. :					
F2	X̄ :	600	621	621	621	621
	S.D. :	15.81	33.22	33.22	33.22	33.22
F1	X̄ :	300	300	300	300	300
	S.D. :	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
X̄ :	71	10
S.D. :	19.85	0

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
X̄ :	3.16
S.D. :	1.37

ภาพที่ 27 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [iːmiː]



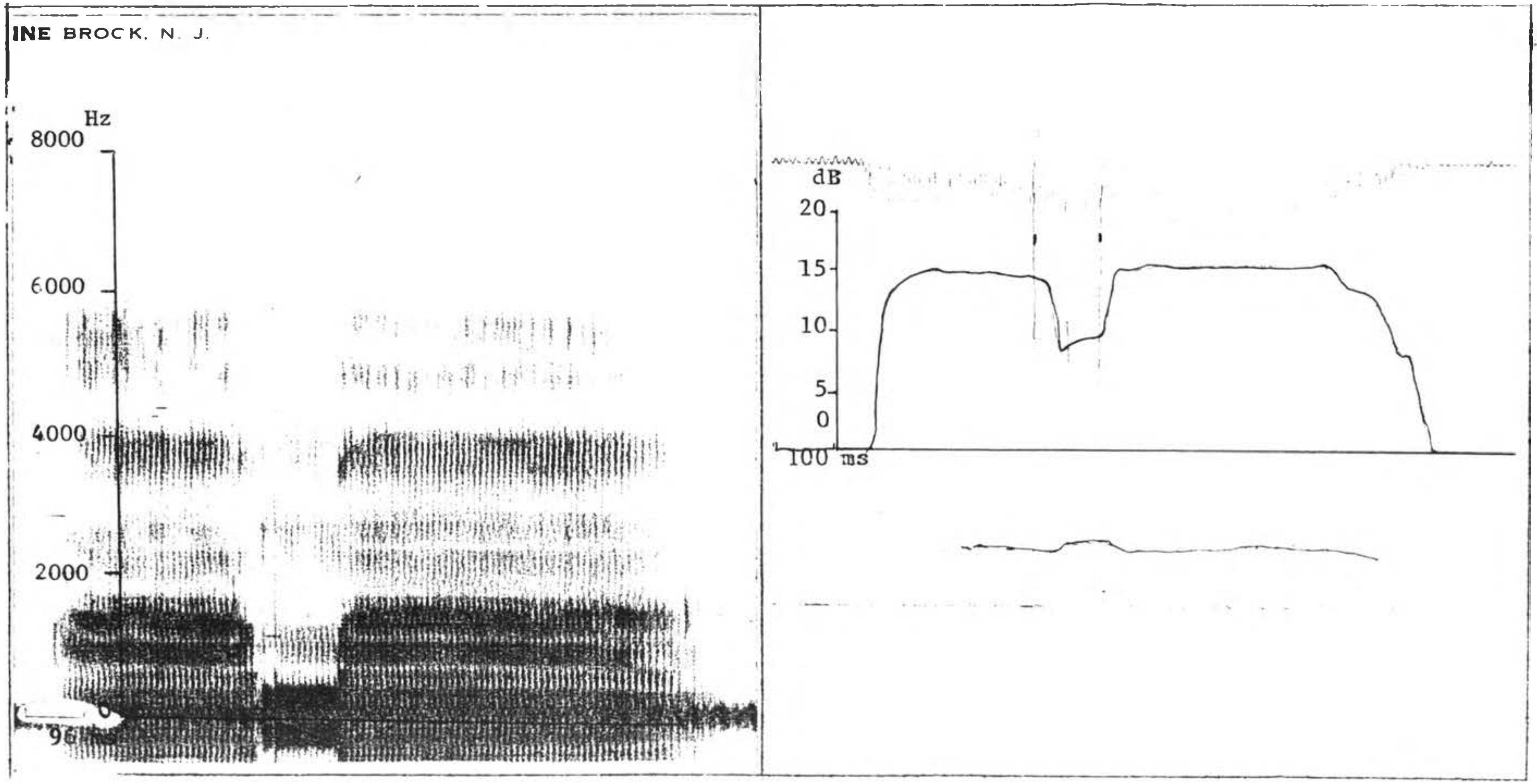
ตารางที่ 101 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /m/ ในคำว่า [i:mi:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$	3767	3779	3792	3792	3792
	S.D.	275.07	285.66	297.34	297.34.	297.34
F3	$\bar{X}$	2250	2250	2250	2250	2250
	S.D.	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	$\bar{X}$					
	S.D.					
F1	$\bar{X}$	296	296	296	296	296
	S.D.	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3829	3813	3775	3662	3487
	S.D.	229.35	249.78	255.92	236.50	181.48
F3	$\bar{X}$	3250	3225	3163	2996	2713
	S.D.	178.88	194.29	164.12	90.02	80.23
F2	$\bar{X}$	2171	2171	2175	2175	2150
	S.D.	130.78	130.78	130.38	126.49	148.32
F1	$\bar{X}$	296	296	296	296	296
	S.D.	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3375	3646	3717	3804	3867
	S.D.	146.07	191.97	171.51	193.91	204.73
F3	$\bar{X}$	2763	3042	3133	3208	2342
	S.D.	54.19	86.12	81.64	121.10	123.15
F2	$\bar{X}$	2142	2221	2225	2225	2225
	S.D	174.40	91.40	79.46	97.46	97.47
F1	$\bar{X}$	296	296	296	296	296
	S.D.	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	104	55	48
S.D.	4.89	12.39	13.81

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	9
S.D.	1.50

ภาพที่ 28 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a:ma:]



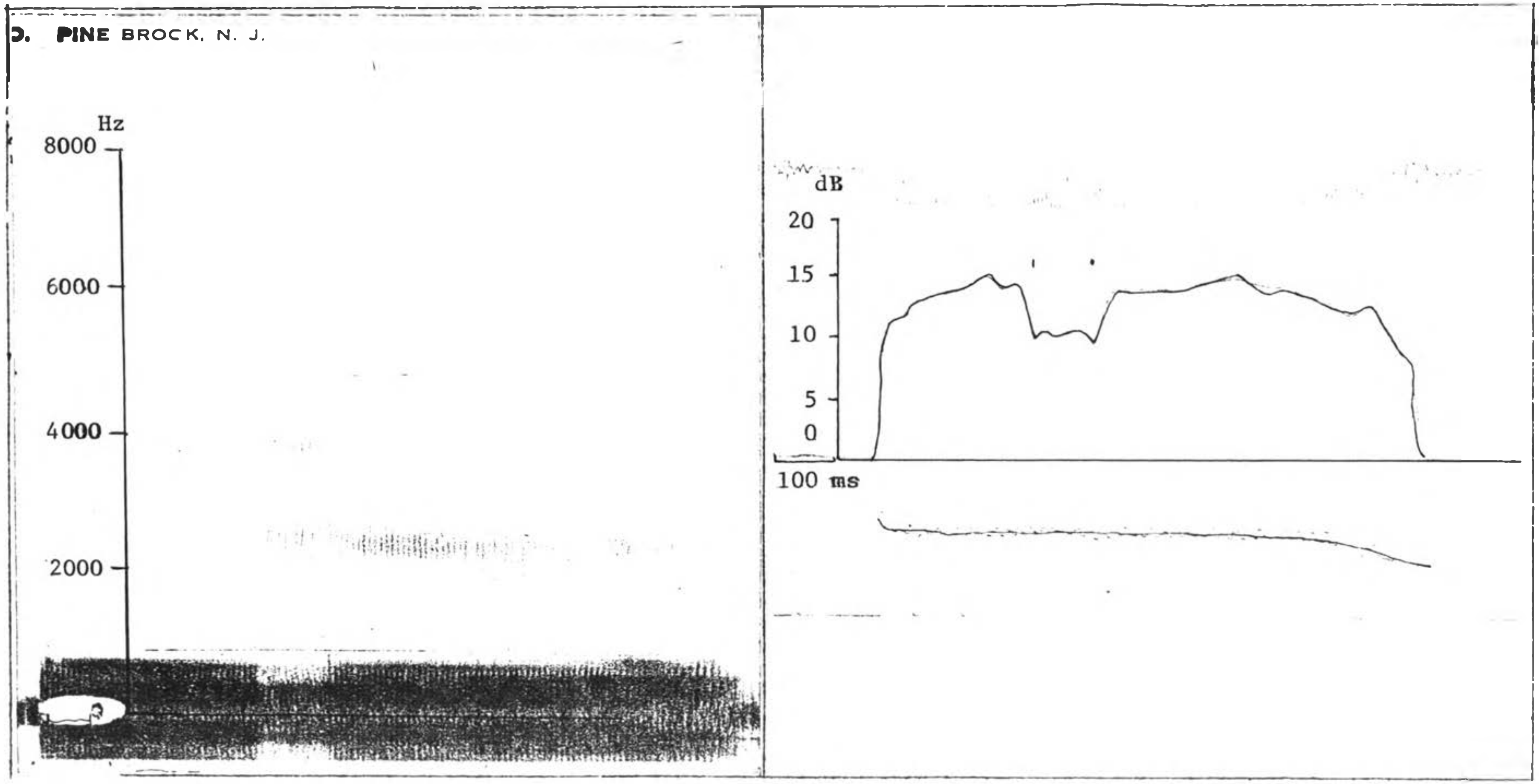
ตารางที่ 102 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /m/ ในคำว่า [a:ma:]

		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
F4	X̄	3775	3775	3775	3775	3775
	S.D.	163.55	163.55	163.55	163.55	163.55
F3	X̄	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D.	55.71	55.71	55.71	55.71	55.71
F2	X̄					
	S.D.					
F1	X̄	321	321	321	321	321
	S.D.	33.22	33.22	33.22	33.22	33.22
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	X̄	3958	3938	3879	3825	3717
	S.D.	80.10	72.02	90.02	88.03	99.31
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	1371	1333	1241	1150	983
	S.D.	100.51	97.03	86.12	47.43	60.55
F1	X̄	908	863	796	675	567
	S.D.	64.54	56.45	51.03	63.24	60.55
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	X̄	3717	3838	3900	3938	3963
	S.D.	112.50	93.20	101.24	73.73	62.74
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	983	1217	1304	1363	1400
	S.D	60.55	98.31	87.20	97.14	80.62
F1	X̄	633	775	858	925	938
	S.D.	87.55	52.44	66.45	89.41	90.49

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	84	46	40
S.D.	6.58	3.28	4.51

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	9.16
S.D.	1.42

ภาพที่ 29 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [u:mu:]



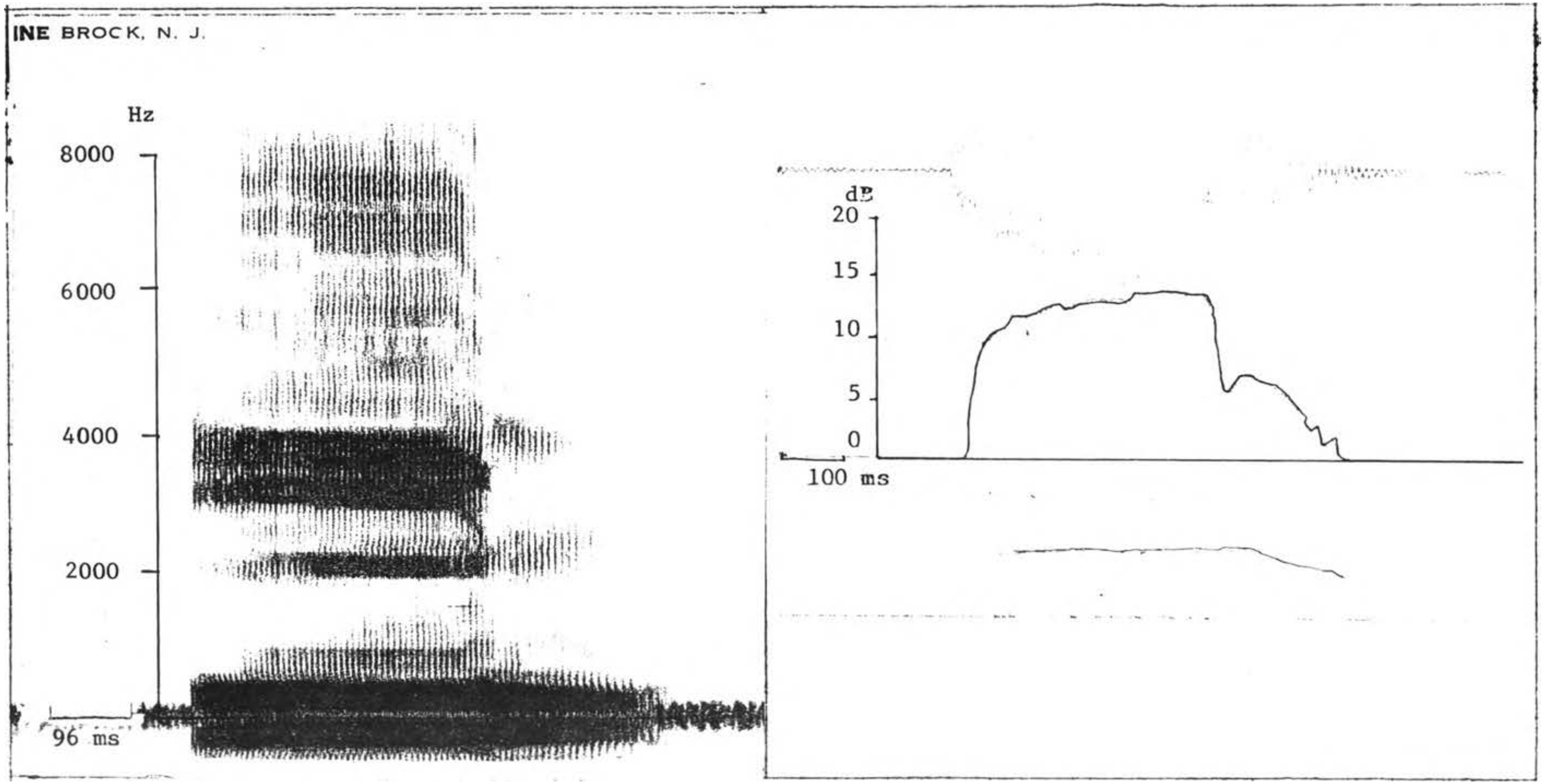
ตารางที่ 103 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /m/ ในคำว่า [u:mu:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$	3767	3767	3767	3767	3767
	S.D.	169.31	169.31	169.31	169.31	169.31
F3	$\bar{X}$	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D.	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	$\bar{X}$					
	S.D.					
F1	$\bar{X}$	300	300	300	300	300
	S.D.	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
	ค่า F ของ Pre-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	633	633	633	633	571
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
F1	$\bar{X}$	300	300	300	300	300
	S.D.	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
	ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	633	633	633	633	571
	S.D	25.81	25.81	25.81	25.81	40.05
F1	$\bar{X}$	310	310	310	310	310
	S.D.	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	90	10	10
S.D.	7.82	0	0

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	7.66
S.D.	1.91

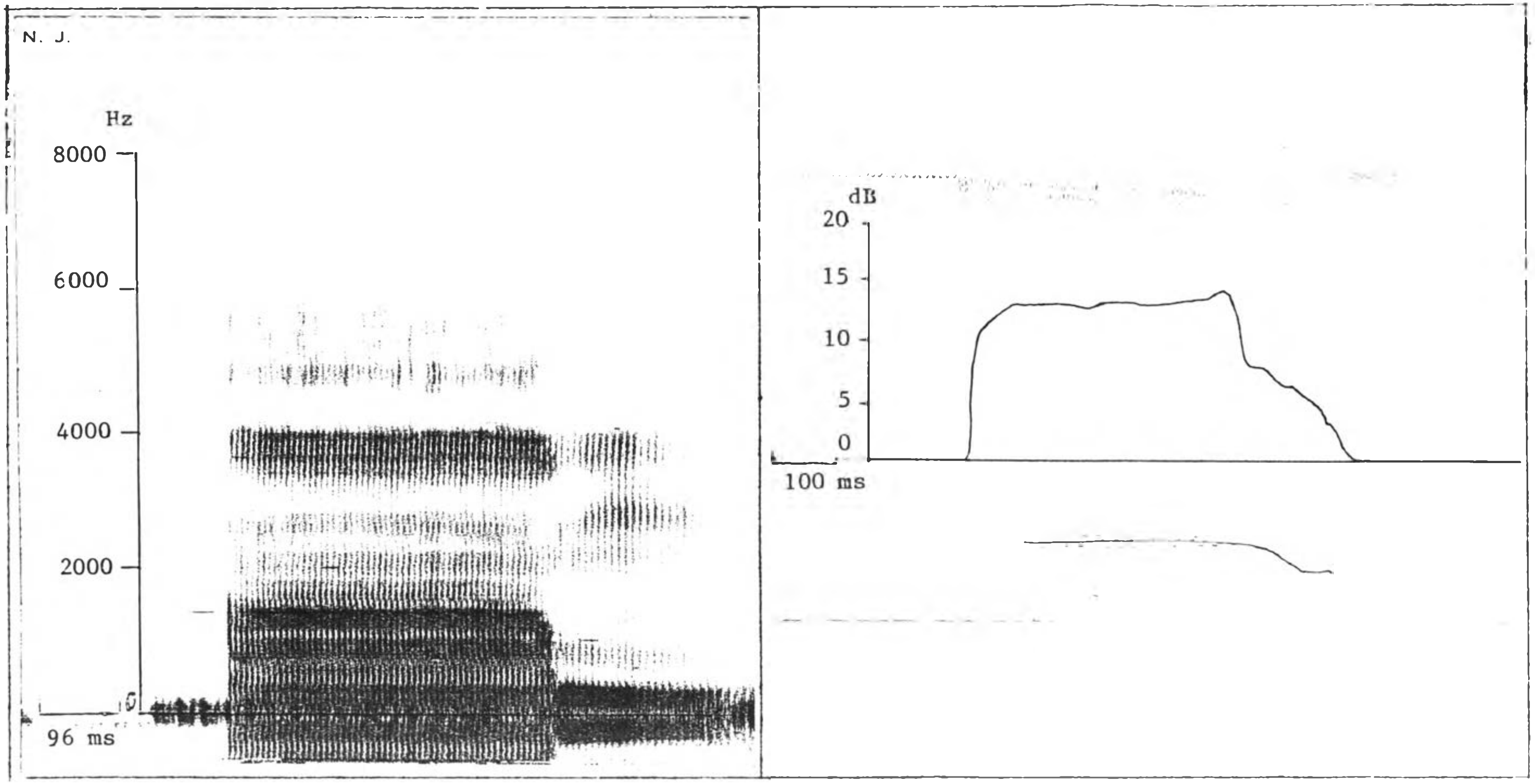
ภาพที่ 30 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [i:m]



ตารางที่ 104 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /m/ ในคำว่า [i:m]

	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
F4	X̄ :	3975	3979	3992	4000	4000
	S.D. :	52.44	55.71	73.59	89.44	98.44
F3	X̄ :	2650	2650	2650	2650	2650
	S.D :	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	X̄					
	S.D. :					
F1	X̄	300	300	300	300	300
	S.D. :	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	X̄ :	3775	3767	3679	3554	3425
	S.D. :	121.44	13.53	121.89	76.51	61.23
F3	X̄ :	3225	3171	3042	2854	2375
	S.D. :	98.74	141.78	187.52	143.54	52.44
F2	X̄ :	2220	2204	2167	2050	1975
	S.D. :	36.79	62.08	94.42	44.72	41.83
F1	X̄ :	292	292	292	292	292
	S.D. :	30.27	30.27	30.27	30.27	30.27
	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)			ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms		
	X̄ :	226		51		
	S.D. :	20.31		10.11		
	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)					
	X̄ :	7				
	S.D. :	2.24				

ภาพที่ 31 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a:m]



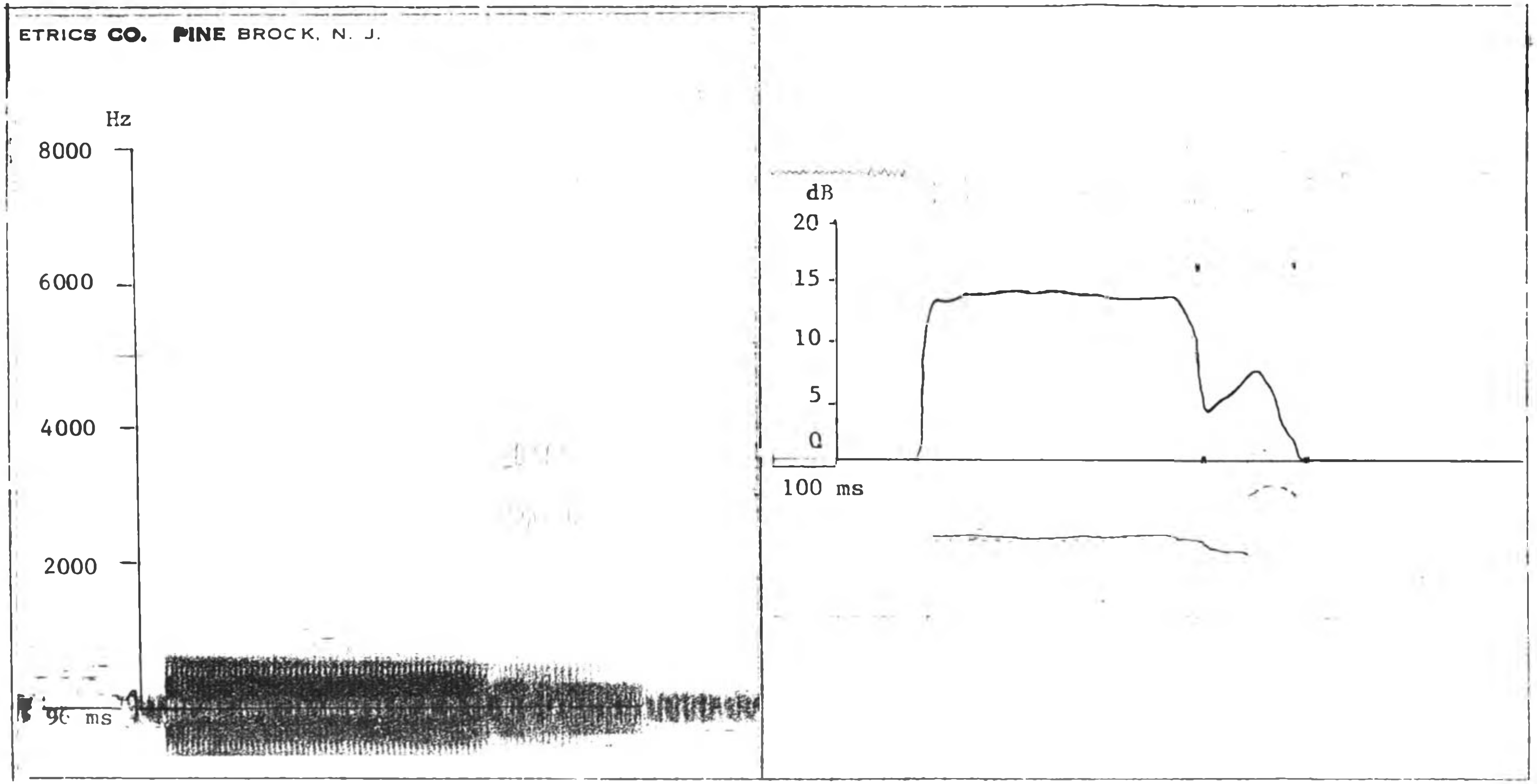
ตารางที่ 105 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /m/ ในคำว่า [a:m]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
	ค่าF ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3850	3908	3938	3902	3942
	S.D. :	100.00	58.45	70.26	73.59	73.59
F3	$\bar{X}$:	2850	2850	2850	2850	2850
	S.D :	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	$\bar{X}$	1017	1017	1017	1017	1017
	S.D. :	60.72	60.72	60.72	60.72	60.72
F1	$\bar{X}$	312	312	312	312	312
	S.D. :	41.07	41.07	41.07	41.07	41.07
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	4046	4029	3996	3963	3850
	S.D. :	40.05	60.03	60.00	51.84	100.00
F3	$\bar{X}$:	2817	2800	2729	2700	2558
	S.D. :	20.41	27.38	36.79	54.77	86.12
F2	$\bar{X}$:	1413	1367	1321	1229	921
	S.D. :	62.74	62.58	71.44	60.03	40.82
F1	$\bar{X}$:	1983	946	908	892	825
	S.D. :	40.82	24.57	66.45	95.74	93.54

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms)
$\bar{X}$:	216	45
S.D. :	19.07	9.75

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	7.41
S.D. :	1.06

ภาพที่ 32 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [u:m]

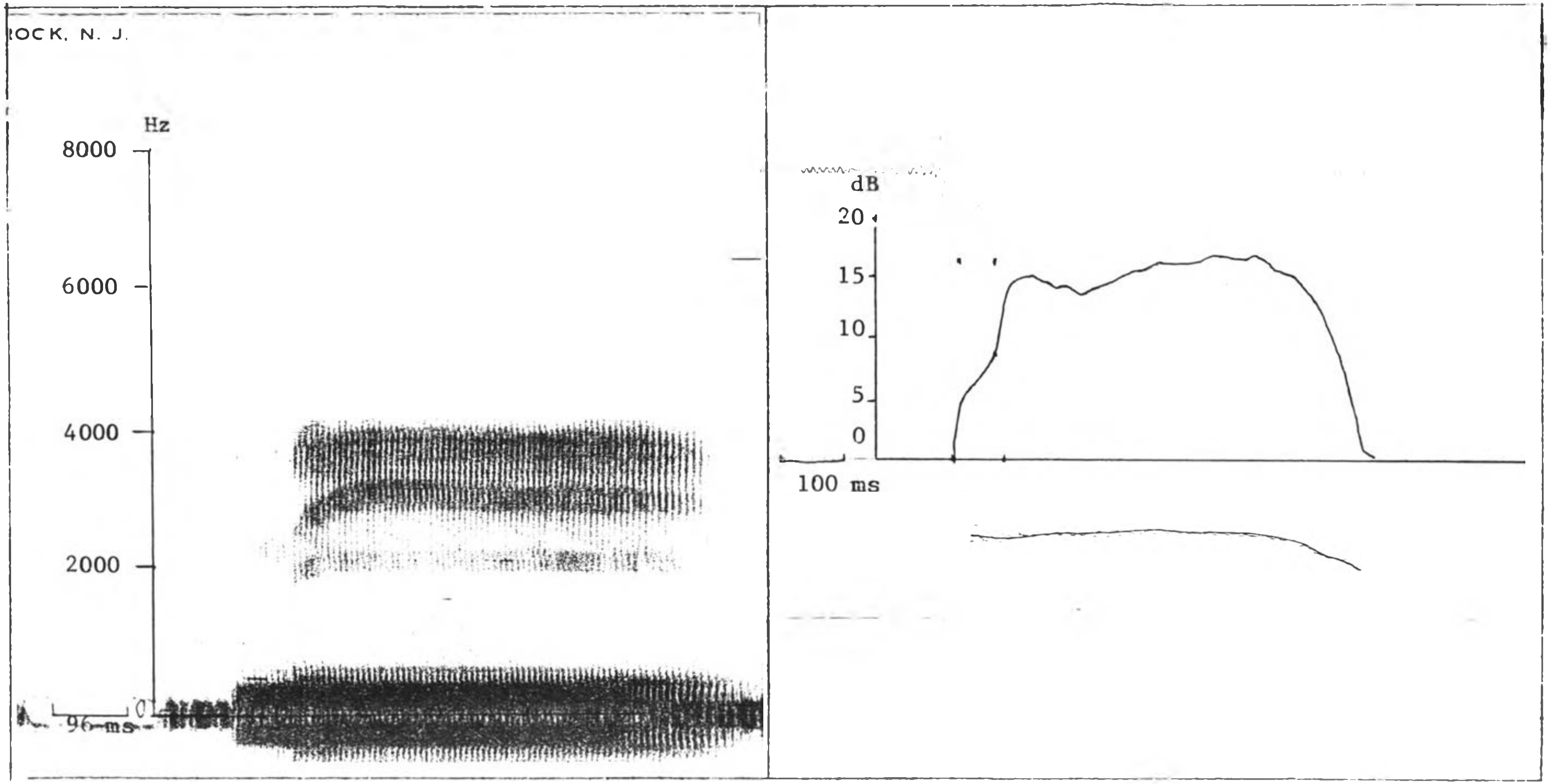


ตารางที่ 106 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /m/ ในคำว่า [u:m]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)						
F4	$\bar{X}$:	3450	3683	3788	3817	3817
	S.D. :	223.04	169.31	132.05	112.54	112.54
F3	$\bar{X}$:	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D :	51.63	51.63	51.63	51.63	51.63
F2	$\bar{X}$					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	300	300	300	300	300
	S.D. :	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)						
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	617	617	617	617	600
	S.D. :	25.81	25.81	25.81	25.81	25.00
F1	$\bar{X}$:	300	300	300	300	300
	S.D. :	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms)
$\bar{X}$:	191	
S.D. :	16.39	
	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)	
$\bar{X}$:	6.71	
S.D. :	1.21	

ภาพที่ 33 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ni:]



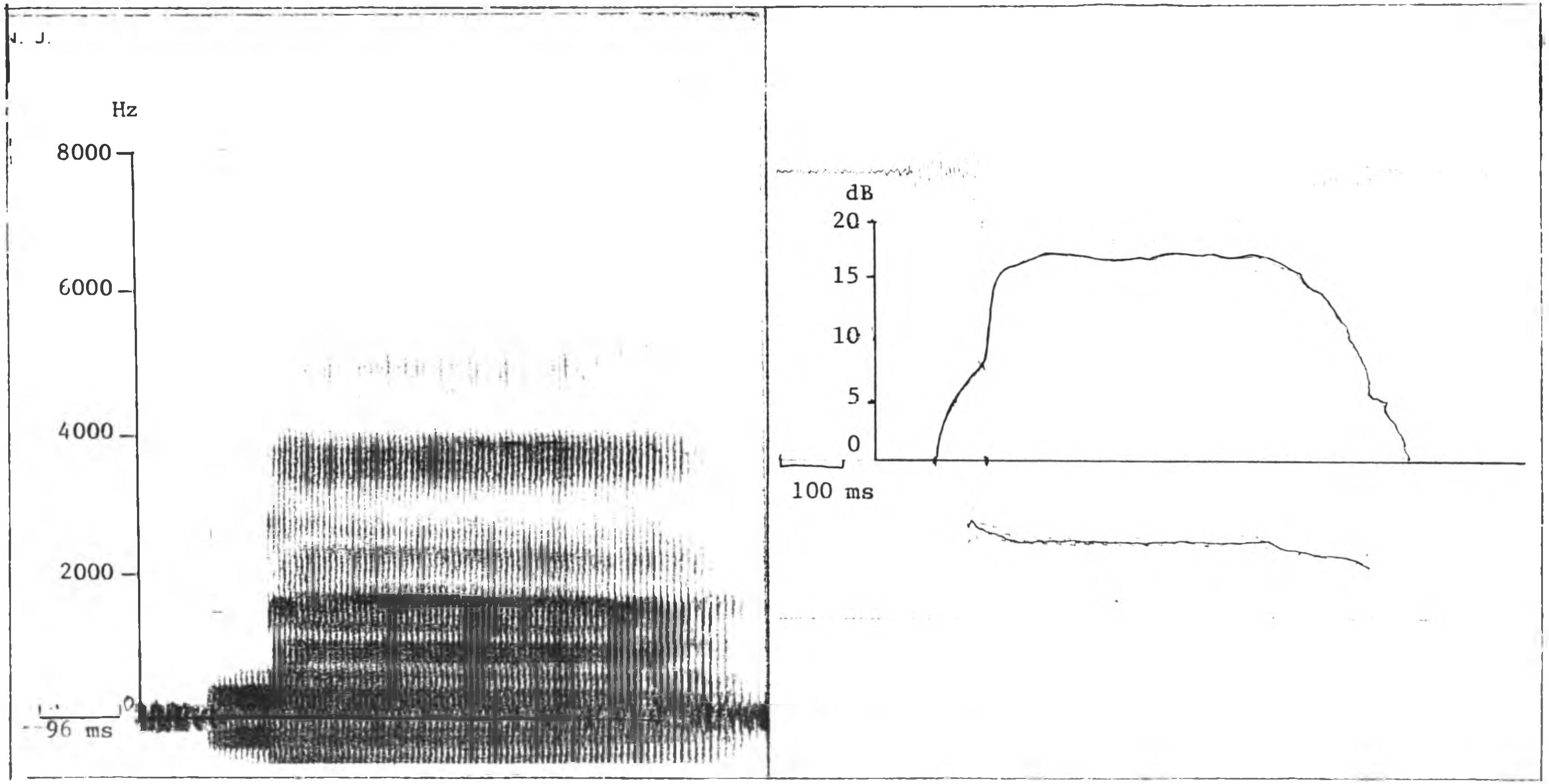
ตารางที่ 107 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [ni:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	X̄ :	3750	3750	3750	3750	3750
	S.D. :	70.71	70.71	70.71	70.71	70.71
F3	X̄ :	2550	2550	2550	2550	2550
	S.D :	54.19	54.19	54.19	54.19	54.19
F2	X̄ :					
	S.D. :					
F1	X̄	312	312	312	312	312
	S.D. :	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	X̄ :	3750	3958	4000	4013	4021
	S.D. :	70.71	111.43	103.68	102.16	95.41
F3	X̄ :	2750	3088	3213	3279	3300
	S.D. :	54.77	81.77	58.63	62.08	68.92
F2	X̄ :	2146	2288	2333	2350	2350
	S.D. :	88.62	60.72	37.63	35.35	35.35
F1	X̄ :	312	312	312	312	312
	S.D. :	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
X̄ :	67	72
S.D. :	5.89	17.22

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
X̄ :	5.83
S.D. :	1.80

ภาพที่ 34 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [na:]



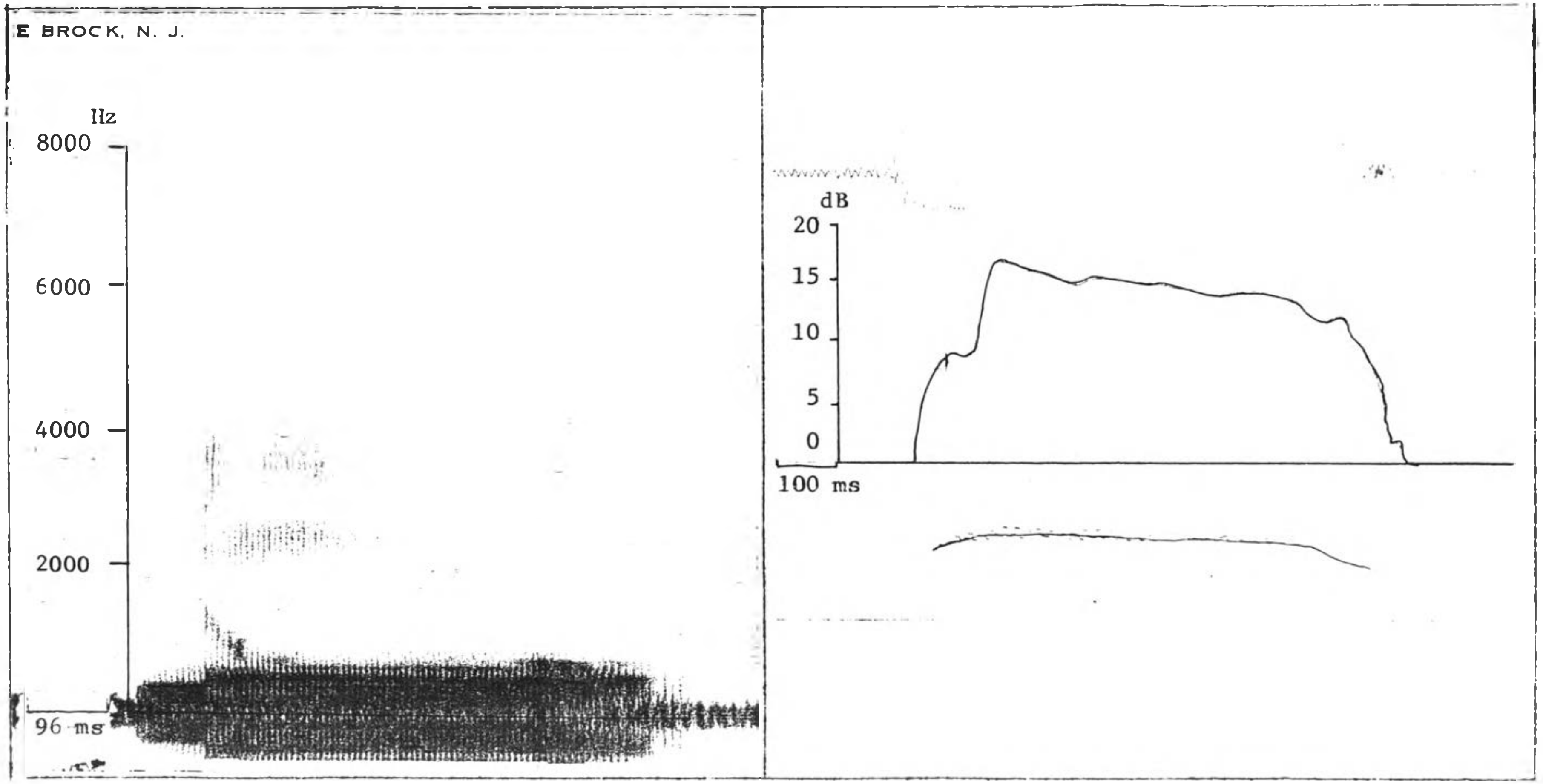
ตารางที่ 108 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [na:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3767	3775	3775	3775	3775
	S.D. :	129.09	129.42	129.42	129.42	129.42
F3	$\bar{X}$:	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D :	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	342	342	342	342	342
	S.D. :	20.41	20.41	20.41	20.41	40.4.
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3838	3917	3946	3963	3979
	S.D. :	80.23	125.16	136.39	123.23	112.26
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	1646	1638	1633	1633	1633
	S.D. :	55.71	58.63	60.55	60.55	60.55
F1	$\bar{X}$:	962	975	1000	1013	1021
	S.D. :	49.37	44.72	27.38	30.61	45.87

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	81	53
S.D. :	13.60	3.98

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	5.66
S.D. :	0.49

ภาพที่ 35 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [hnu:]



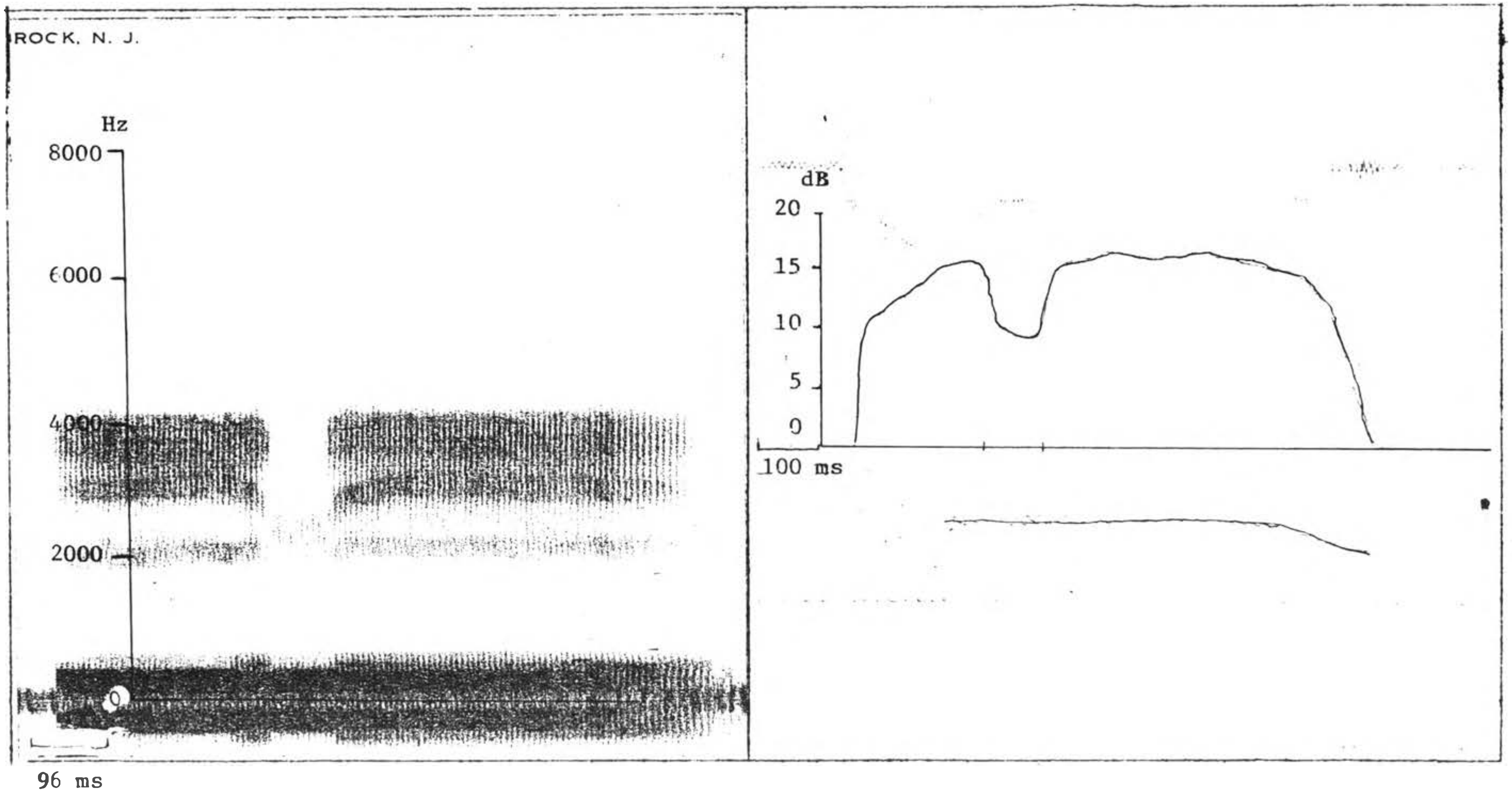
ตารางที่ 109 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [nu:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3775	3775	3775	3775	3775
	S.D. :	103.68	103.68	103.68	103.68	103.68
F3	$\bar{X}$:	2675	2675	2675	2675	2675
	S.D :	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22
F2	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	333	333	333	333	333
	S.D. :	40.82	40.82	40.82	40.82	40.82
	ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	1383	1188	1008	829	758
	S.D. :	112.54	62.74	71.87	29.22	37.63
F1	$\bar{X}$:	333	333	333	333	333
	S.D. :	40.82	40.82	40.82	40.82	40.82

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	80	81
S.D. :	12.39	10.33

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	7.08
S.D. :	1.76

<u>ภาพที่</u> 36 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [i:ni:]



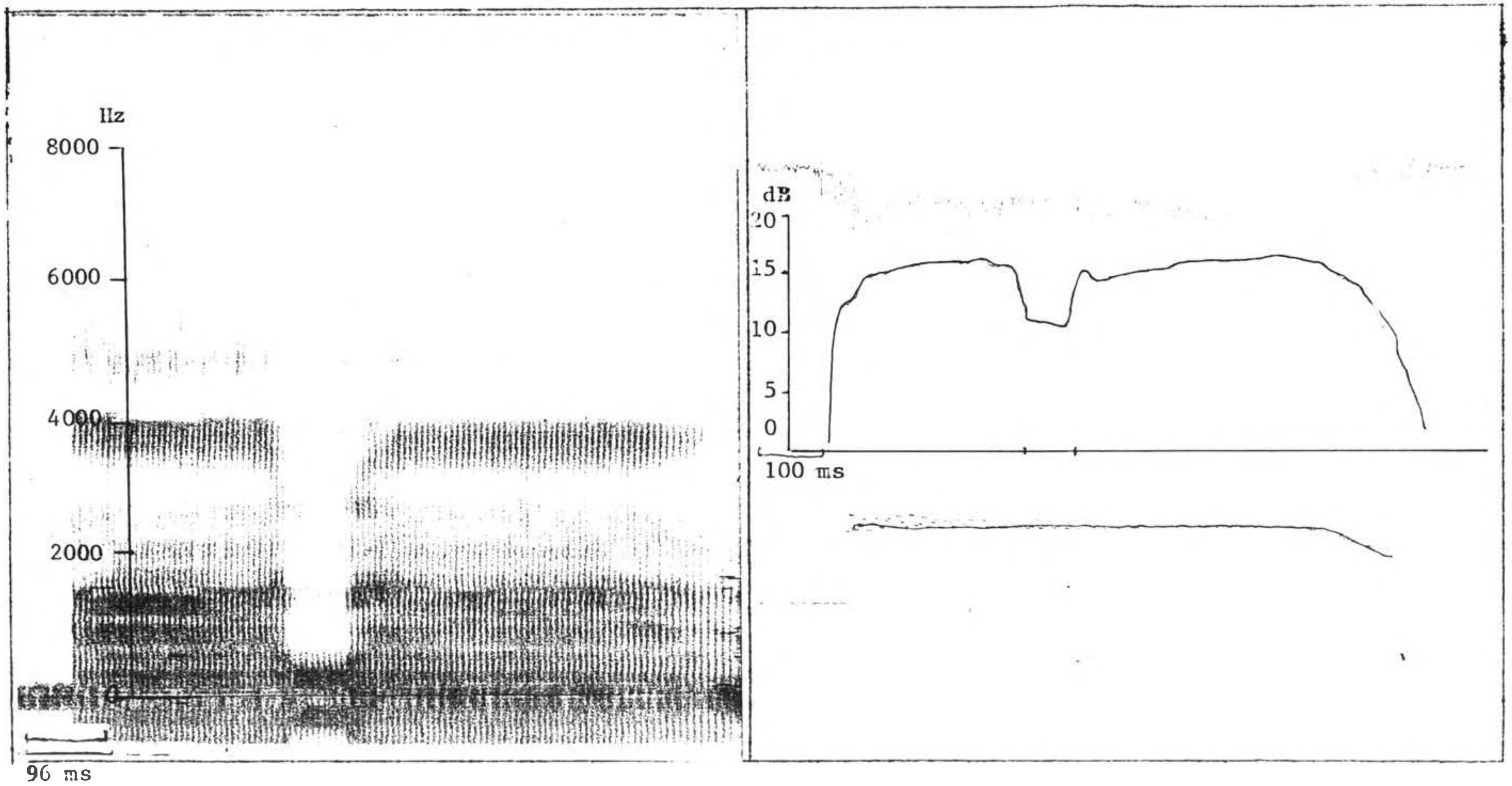
ตารางที่ 110 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [i:ni:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	X̄	3933	3933	3933	3933	3933
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
F3	X̄	2650	2650	2650	2650	2650
	S.D.	58.45	58.45	58.45	58.48	58.45
F2	X̄					
	S.D.					
F1	X̄	329	329	329	329	329
	S.D.	24.57	24.57	24.57	24.57	24.57
	ค่า F ของ Pre-C-F-Trans					
F4	X̄	4021	4038	4021	3983	3917
	S.D.	71.44	68.46	69.69	80.10	94.42
F3	X̄	3400	3358	3283	3129	2971
	S.D.	65.19	75.27	84.65	57.91	81.26
F2	X̄	2342	2342	2342	2342	2221
	S.D.	12.90	12.90	12.90	12.90	40.05
F1	X̄	329	329	329	329	329
	S.D.	24.57	24.57	24.57	24.57	24.57
	ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	X̄	3933	4042	4063	4071	4079
	S.D.	51.63	58.45	60.72	53.42	45.87
F3	X̄	2946	3163	3279	3354	3379
	S.D.	55.17	34.40	65.98	76.51	81.26
F2	X̄	2346	2388	2404	2404	2404
	S.D	57.91	64.71	65.98	65.98	65.98
F1	X̄	329	329	329	329	329
	S.D.	24.57	24.57	24.57	24.57	24.57

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	78	66	63
S.D.	10.07	6.00	10.03

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	8.75
S.D.	1.12

ภาพที่ 37 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a:na:]



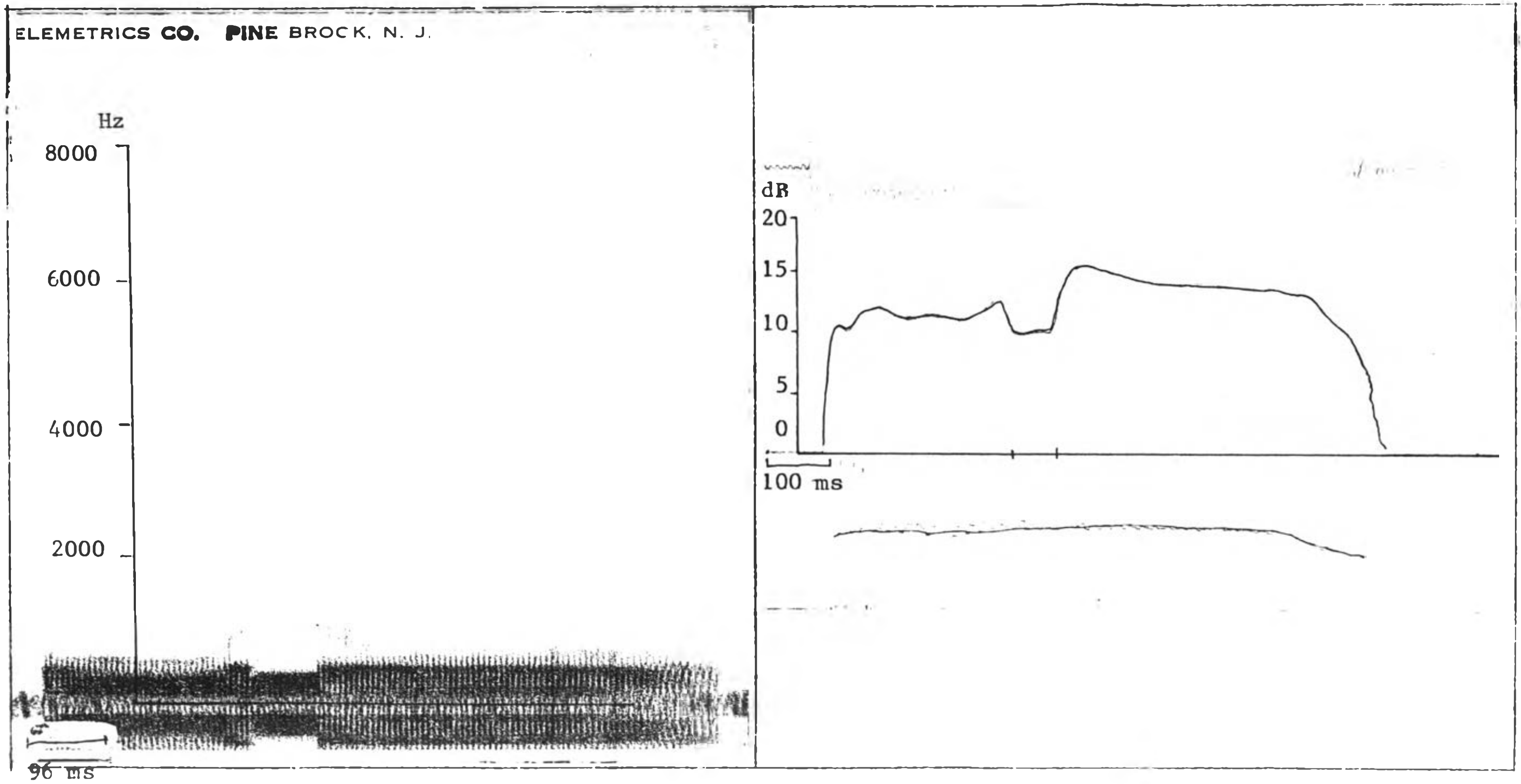
ตารางที่ 111 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [a:na:]

ค่า \ จุดที่		0	25%	50%	75%	100
ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)						
F4	$\bar{X}$	3979	3979	3979	3979	3979
	S.D.	116.63	116.63	116.63	116.63	116.63
F3	$\bar{X}$	2850	2850	2850	2850	2850
	S.D.	24.41	24.41	24.41	24.41	24.41
F2	$\bar{X}$					
	S.D.					
F1	$\bar{X}$	342	342	342	342	342
	S.D.	37.63	37.63	37.63	37.63	37.63
ค่า F ของ Pre-C-F-Trans						
F4	$\bar{X}$	4017	4004	4000	3975	3958
	S.D.	62.58	55.71	54.77	52.44	71.87
F3	$\bar{X}$	2754	2774	2813	2846	2913
	S.D.	174.94	162.78	141.20	124.91	94.53
F2	$\bar{X}$	1529	1558	1579	1617	1650
	S.D.	40.05	46.54	51.03	56.27	54.77
F1	$\bar{X}$	1075	1071	1042	1000	963
	S.D.	88.03	90.02	102.06	93.54	102.16
ค่า F ของ Post-C-F-Trans						
F4	$\bar{X}$	3958	3971	3992	4000	4000
	S.D.	86.12	55.71	37.63	31.62	61.62
F3	$\bar{X}$	2983	2942	2904	2986	2850
	S.D.	25.87	20.41	10.20	44.01	57.00
F2	$\bar{X}$	1658	1633	1613	1596	1591
	S.D	58.45	54.00	46.77	53.42	51.63
F1	$\bar{X}$	967	992	1025	1038	1050
	S.D.	94.42	93.09	112.91	106.94	104.88

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	102	46	44
S.D.	7.34	9.79	6.74

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	8.75
S.D.	1.47

<u>ภาพที่</u> 38 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกกราฟของคำว่า [u: nu:]



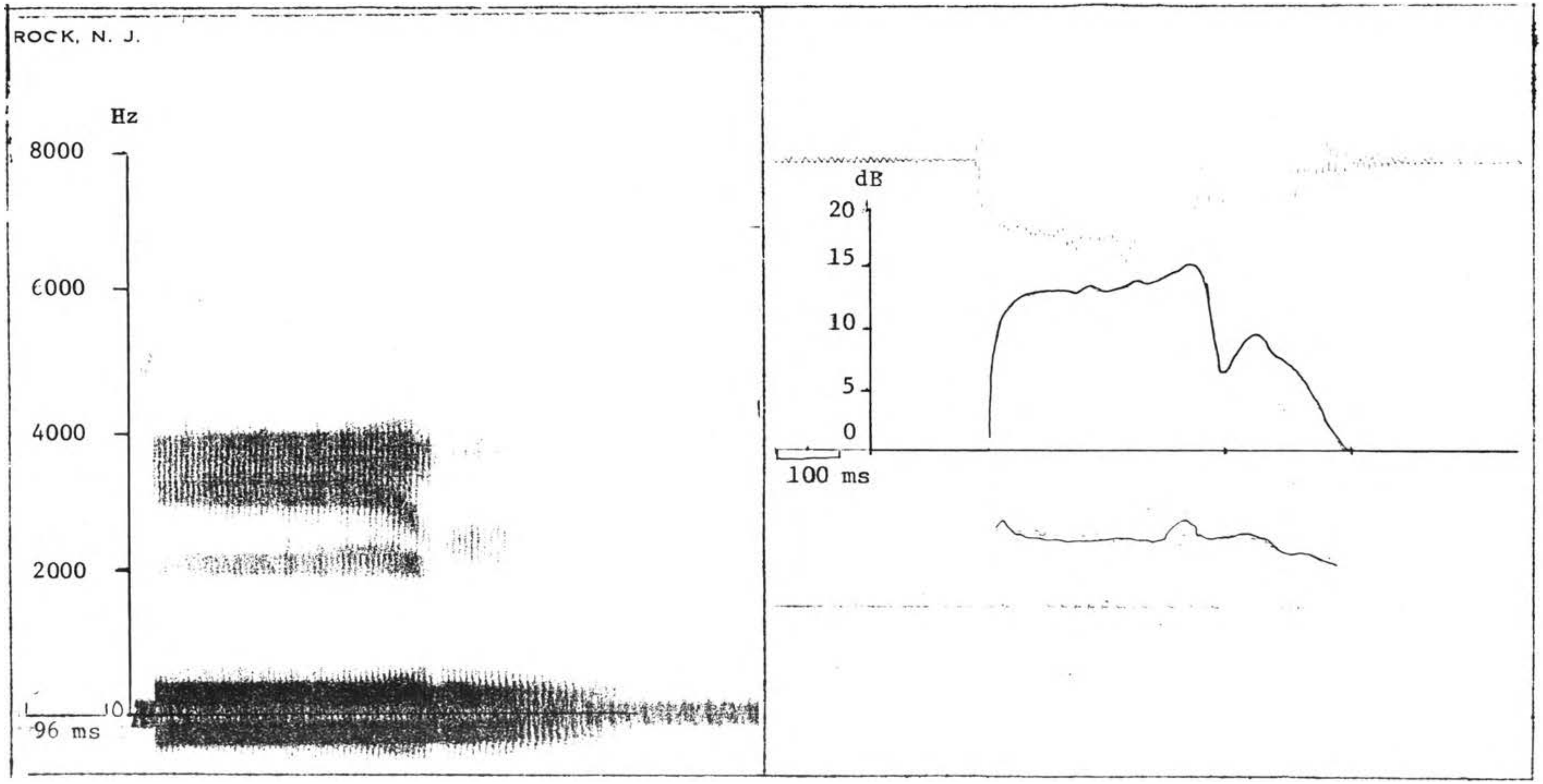
ตารางที่ 112 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [u:nu:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$	3725	3725	3725	3725	3725
	S.D.	82.15	82.15	82.15	82.15	82.15
F3	$\bar{X}$	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D.	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	$\bar{X}$					
	S.D.					
F1	$\bar{X}$	329	329	329	329	329
	S.D.	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00
	ค่า F ของ Pre-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	1275	1083	933	846	742
	S.D.	41.83	58.45	91.74	78.12	66.46
F1	$\bar{X}$	342	342	342	342	342
	S.D.	40.82	40.82	40.82	40.82	40.82
	ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	658	742	888	1063	1217
	S.D	49.15	87.55	62.74	51.84	51.63
F1	$\bar{X}$	342	342	342	342	342
	S.D.	40.82	40.82	40.82	40.82	40.82

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	98	75	66
S.D.	5.01	5.3	8.23

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	10.58
S.D.	1.31

ภาพที่ 39 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [iːn]



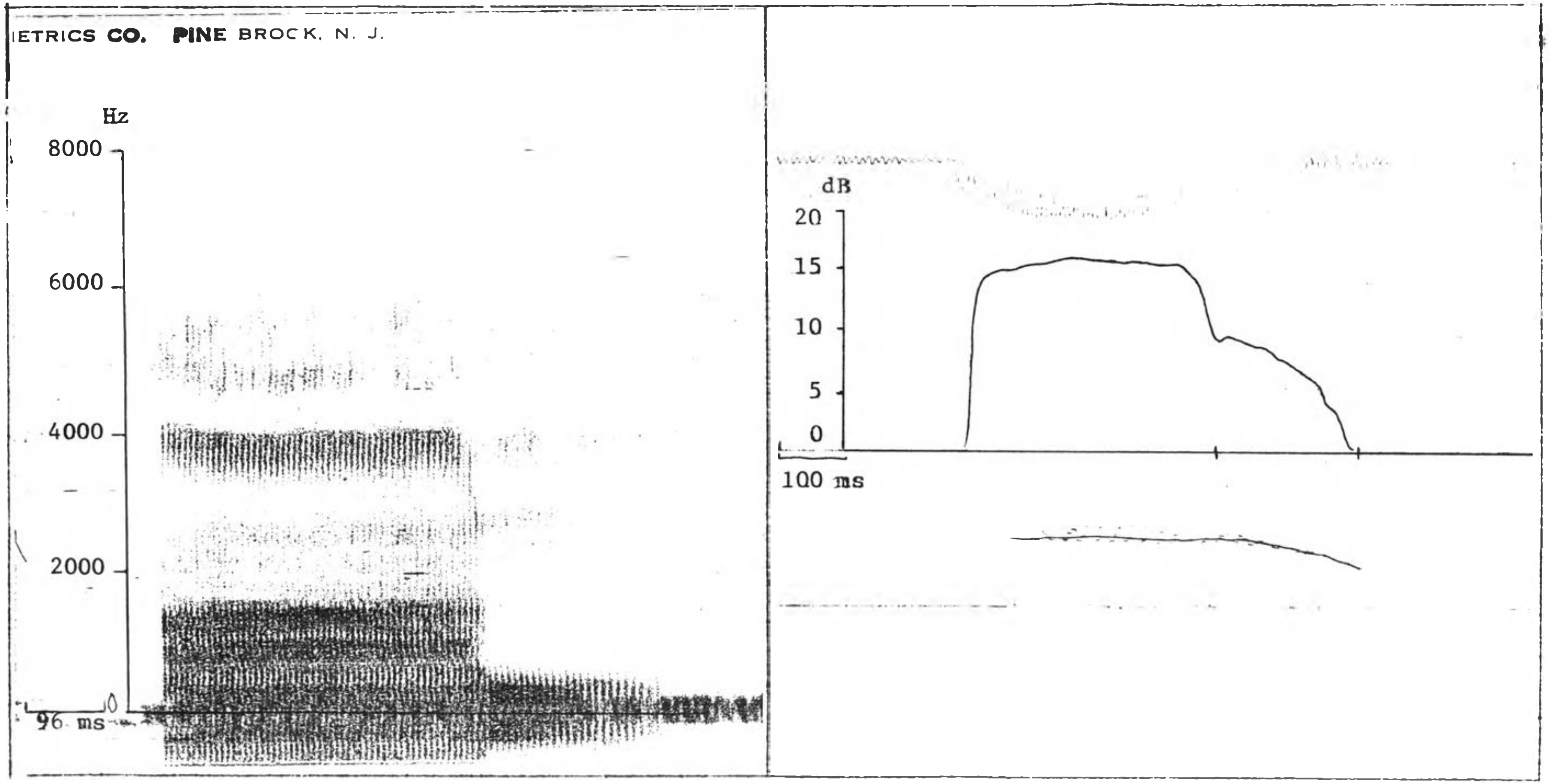
ตารางที่ 113 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [i:n]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	X̄ :	3821	3883	3942	3942	3942
	S.D. :	40.05	68.31	49.15	49.15	49.15
F3	X̄ :	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D :	54.77	54.77	54.77	54.77	54.77
F2	X̄					
	S.D. :					
F1	X̄	308	308	308	308	308
	S.D. :	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	X̄ :	3975	3954	3954	3871	3821
	S.D. :	41.83	40.05	40.05	45.87	40.05
F3	X̄ :	3371	3365	3221	3050	292
	S.D. :	62.08	66.45	67.85	57.00	20.41
F2	X̄ :	2312	2312	2312	2300	2100
	S.D. :	70.26	70.26	70.26	79.05	41.83
F1	X̄ :	308	308	308	308	308
	S.D. :	21.90	12.90	12.90	12.90	12.90

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms
X̄ :	210	71
S.D. :	12	13.99

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
X̄ :	8.33
S.D. :	2.04

ภาพที่ 40 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a:n]



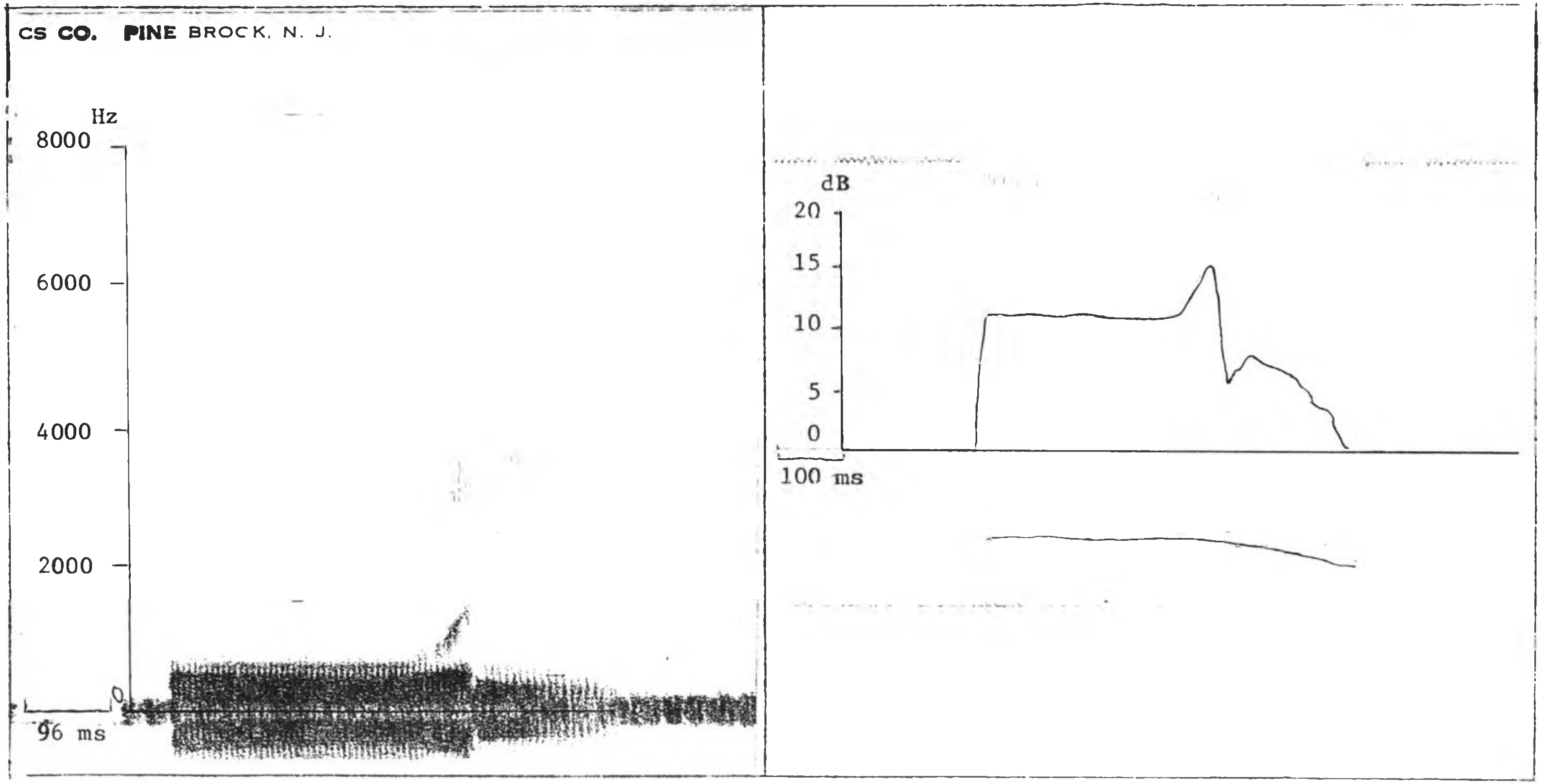
ตารางที่ 114 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [a:n]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3875	3958	4017	4017	4017
	S.D. :	75.82	58.45	51.63	51.63	51.63
F3	$\bar{X}$:	2792	2938	2900	2900	2900
	S.D :	37.63	30.61	40.05	40.05	40.05
F2	$\bar{X}$	1612	1671	1717	1717	1717
	S.D. :	46.77	33.22	46.54	46.54	46.54
F1	$\bar{X}$	337	337	337	337	337
	S.D. :	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	4075	4054	4021	4008	4008
	S.D. :	75.82	85.75	69.67	97.33	75.82
F3	$\bar{X}$:	2833	2825	2804	2783	2792
	S.D. :	34.15	15.81	29.22	40.82	37.63
F2	$\bar{X}$:	1504	1492	1488	1479	1612
	S.D. :	60.03	60.55	51.84	36.79	46.77
F1	$\bar{X}$:	1041	1033	1029	1029	1025
	S.D. :	106.84	103.27	120.97	102.97	103.68

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms
$\bar{X}$:	222	42
S.D. :	22.98	4.24

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	6.91
S.D. :	1.17

ภาพที่ 41 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [u:n]



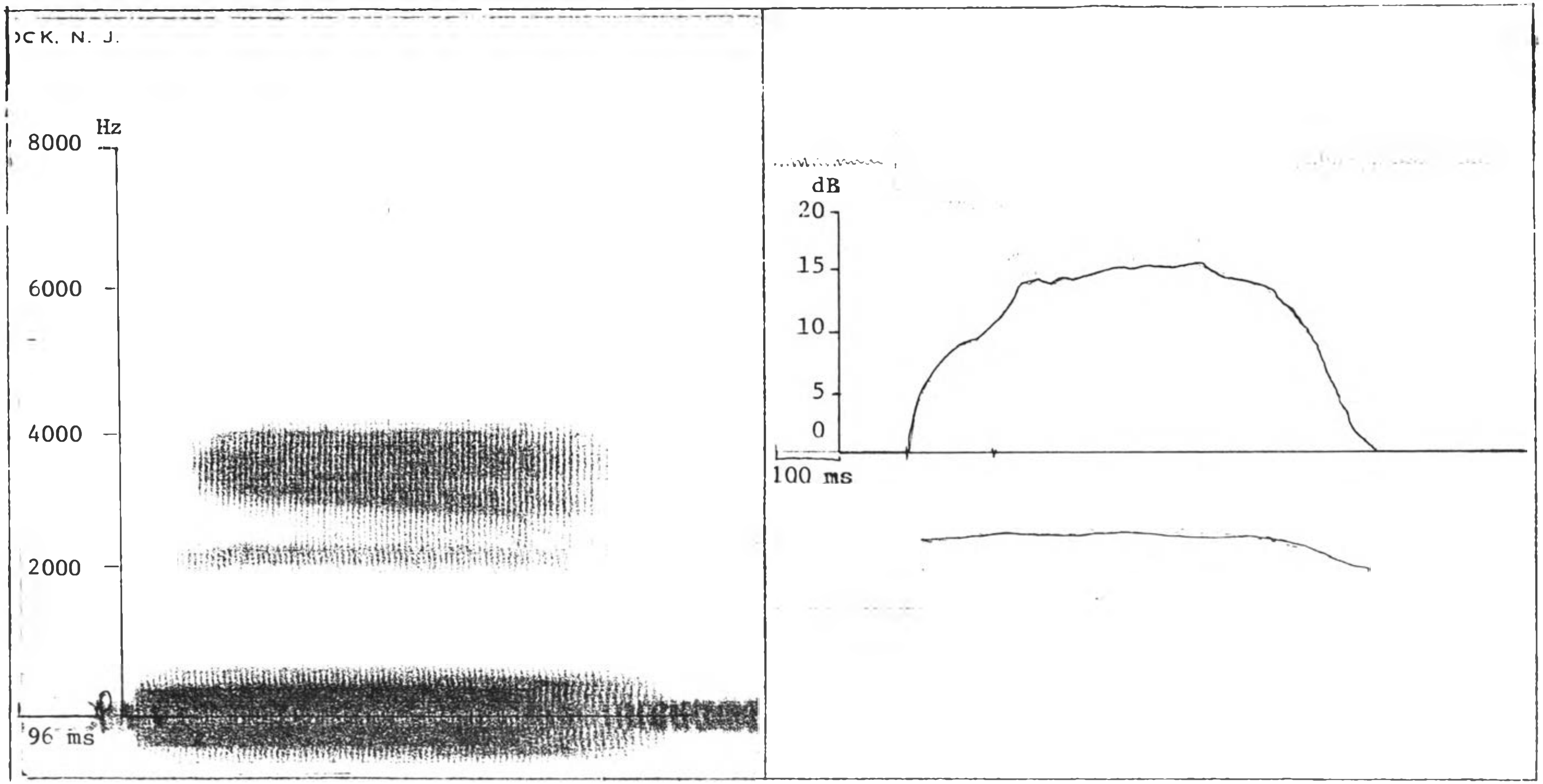
ตารางที่ 115 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /n/ ในคำว่า [u:n]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3467	3717	3867	6933	3933
	S.D. :	98.31	60.55	81.64	68.31	68.31
F3	$\bar{X}$:	2571	2733	2800	2800	2800
	S.D. :	51.03	68.31	62.15	62.15	62.15
F2	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$:	325	325	325	325	325
	S.D. :	37.63	37.63	37.63	37.63	37.63
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	612	704	917	1154	1479
	S.D. :	58.63	55.71	75.27	90.02	57.91
F1	$\bar{X}$:	325	325	325	325	325
	S.D. :	37.63	37.63	37.63	37.63	37.63

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms)
$\bar{X}$:	210	78
S.D. :	17.43	6.19

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	7.50
S.D. :	1.50

ภาพที่ 42 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ŋi:]



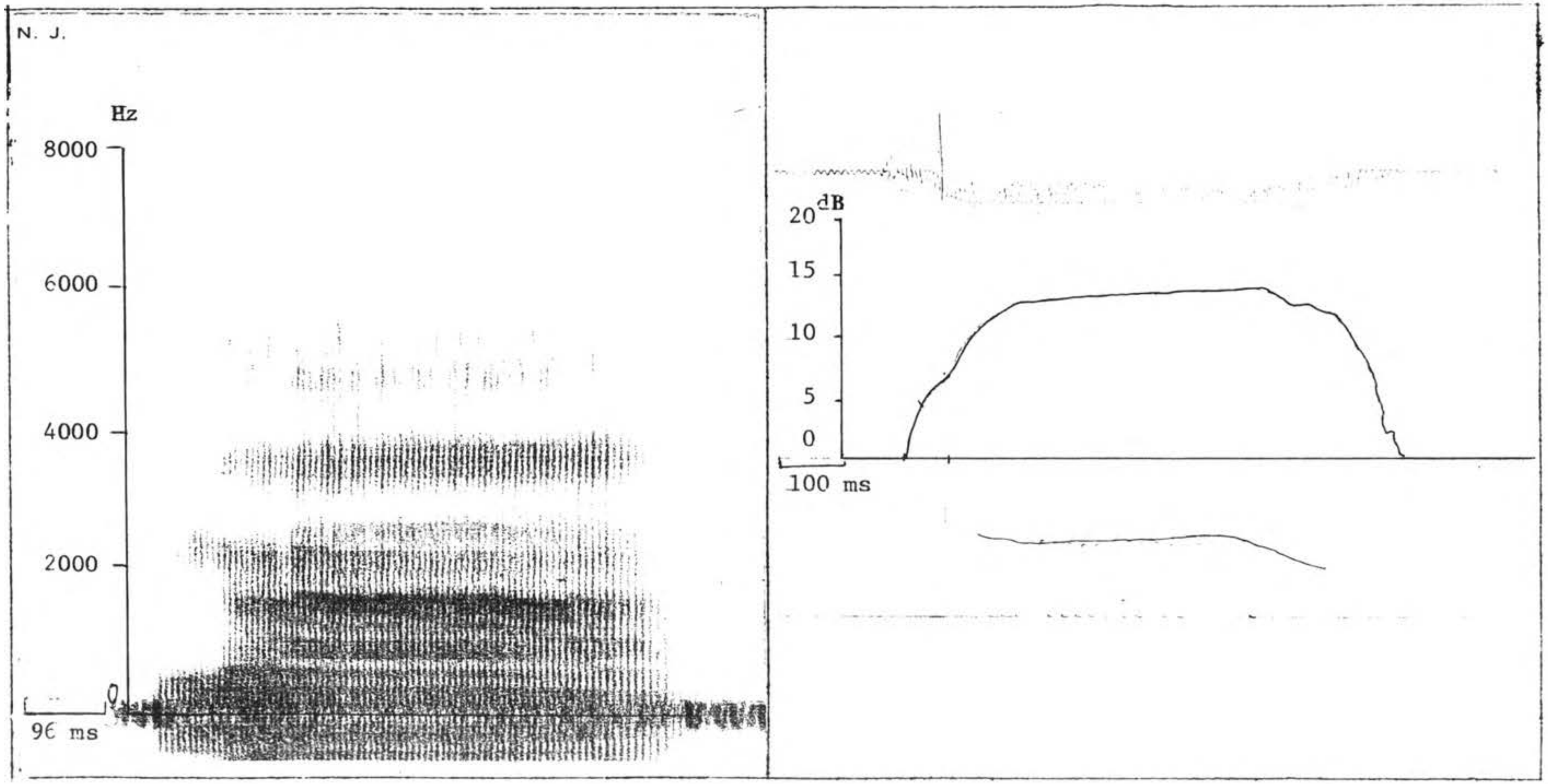
ตารางที่ 116 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [ŋi:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3933	3933	3933	3933	3933
	S.D. :	115.83	115.83	115.83	115.83	115.83
F3	$\bar{X}$:	2200	2200	2200	2200	2200
	S.D :	51.63	51.63	51.63	51.63	51.63
F2	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	313	313	313	313	313
	S.D. :	30.61	30.61	30.61	30.61	30.61
	ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3971	3988	4004	4025	4033
	S.D. :	106.55	90.48	91.40	107.23	117.96
F3	$\bar{X}$:	3742	3675	3621	3550	3504
	S.D. :	86.12	86.60	74.86	69.05	84.28
F2	$\bar{X}$:	2321	2375	2392	2408	2408
	S.D. :	43.06	50.00	56.27	60.55	60.55
F1	$\bar{X}$:					
	S.D. :					

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans (ms)
$\bar{X}$:	85	83
S.D. :	13.91	6.68

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	6.75
S.D. :	2.27

ภาพที่ 43 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ŋa:]



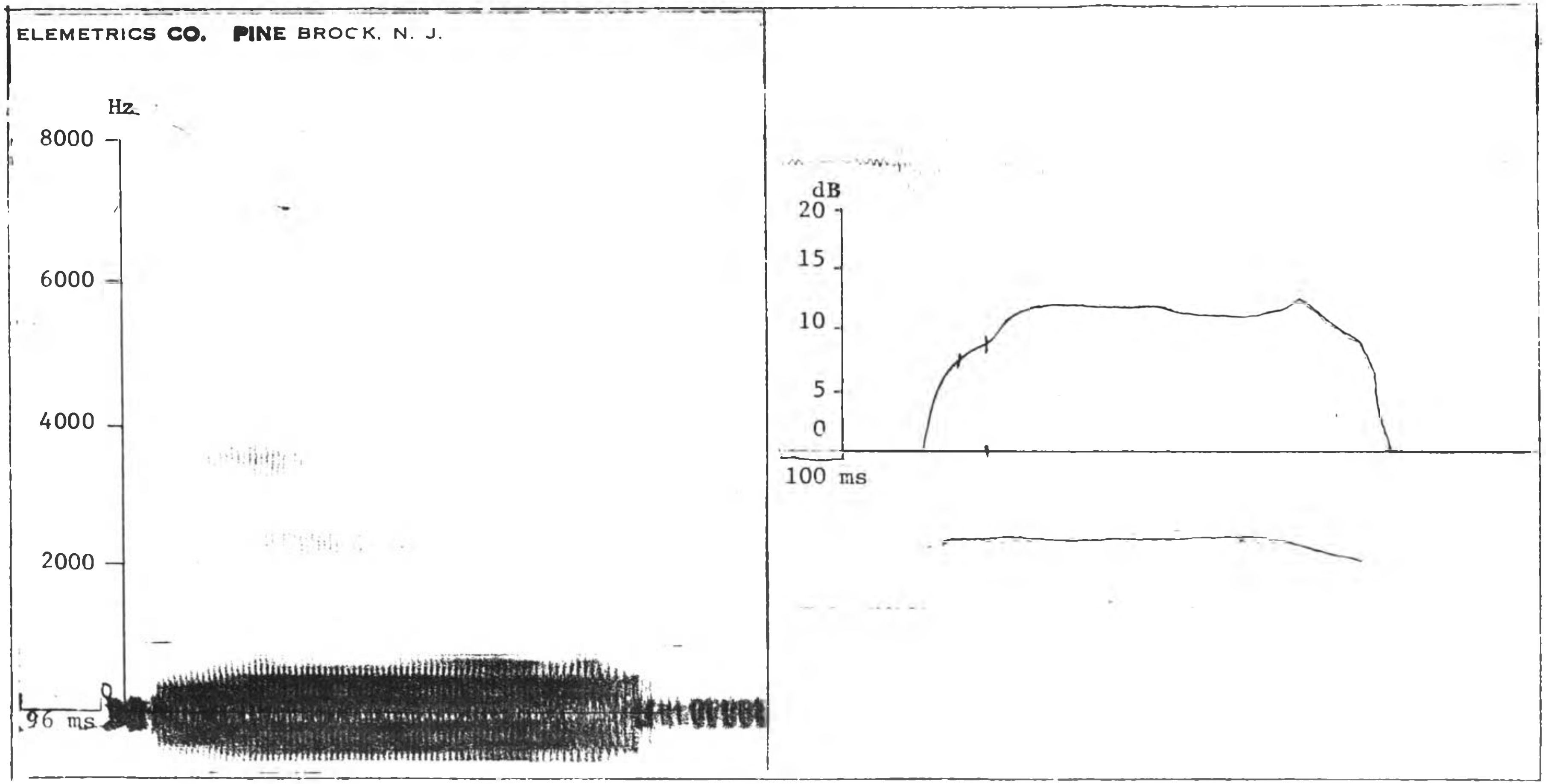
ตารางที่ 117 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [ŋa:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3850	3854	3863	3867	3875
	S.D. :	14.77	151.17	151.45	153.83	160.46
F3	$\bar{X}$:	2500	2500	2500	2500	2500
	S.D :	51.63	51.63	51.63	51.63	51.63
F2	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	421	421	421	421	421
	S.D. :	45.87	45.87	45.87	45.87	45.87
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3913	3921	3925	3929	3942
	S.D. :	150.62	137.31	131.33	125.91	115.83
F3	$\bar{X}$:	2800	2792	2783	2779	2779
	S.D. :	199.37	195.36	192.13	193.91	193.91
F2	$\bar{X}$:	1667	1638	1613	1588	1588
	S.D. :	108.01	102.16	102.16	102.16	102.16
F1	$\bar{X}$:	1079	1071	1058	1002	1038
	S.D. :	99.26	88.62	75.27	60.55	60.72

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	84	54
S.D. :	17.66	8.57

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	7.41
S.D. :	1.53

ภาพที่ 44 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ŋu:]



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

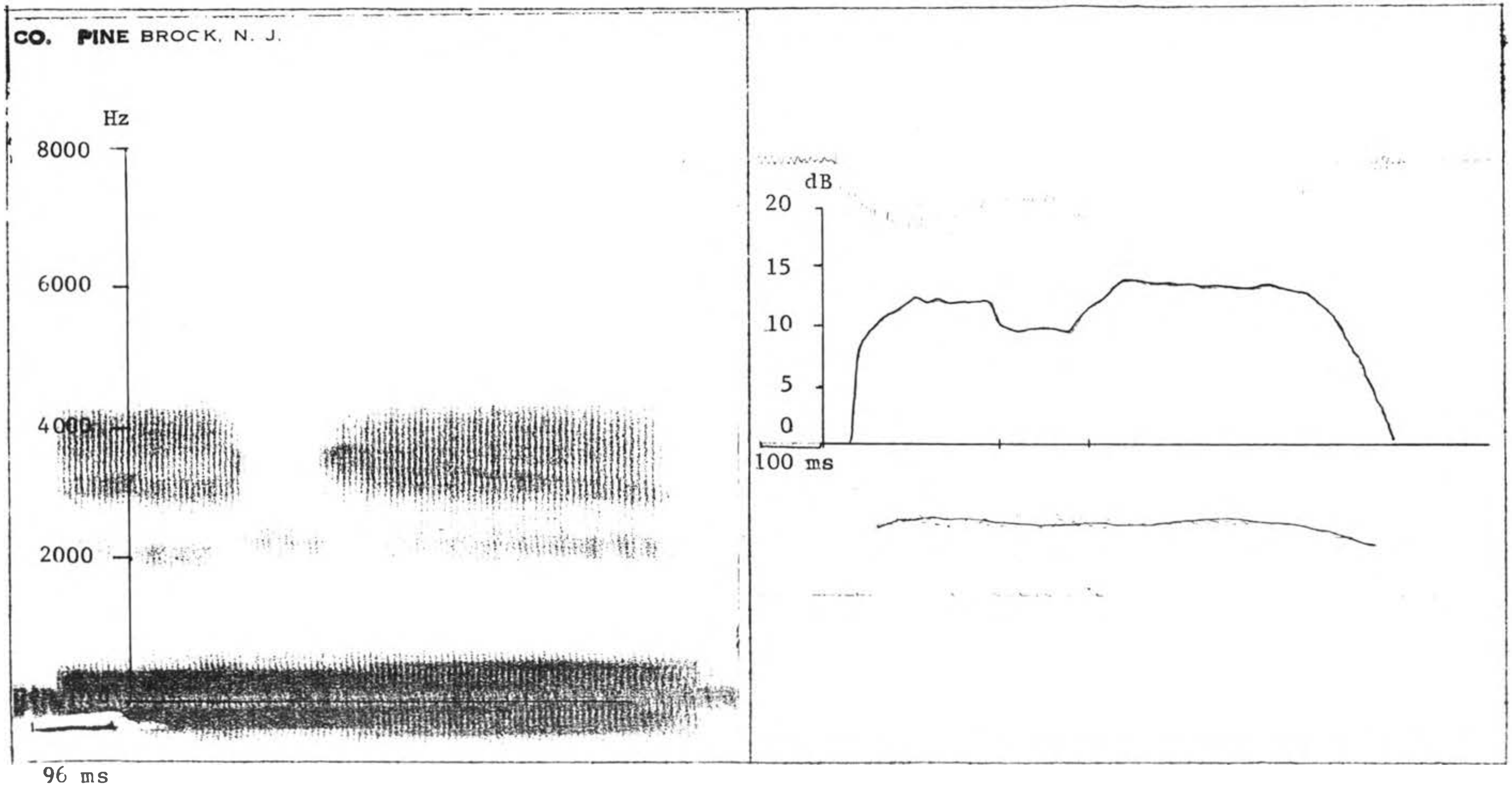
ตารางที่ 118 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [ŋu:]

	จุดที่ / ค่า	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz) 0	25%	50%	75%	100%
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:	2300	2300	2300	2300	2300
	S.D :	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
F2	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	325	325	325	325	325
	S.D. :	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	721	721	721	721	721
	S.D. :	24.57	24.57	24.57	24.57	24.57
F1	$\bar{X}$:	325	325	325	325	325
	S.D. :	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	86	12
S.D. :	12.43	12.43

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	6.53
S.D. :	1.17

ภาพที่ 45 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [iːŋiː]



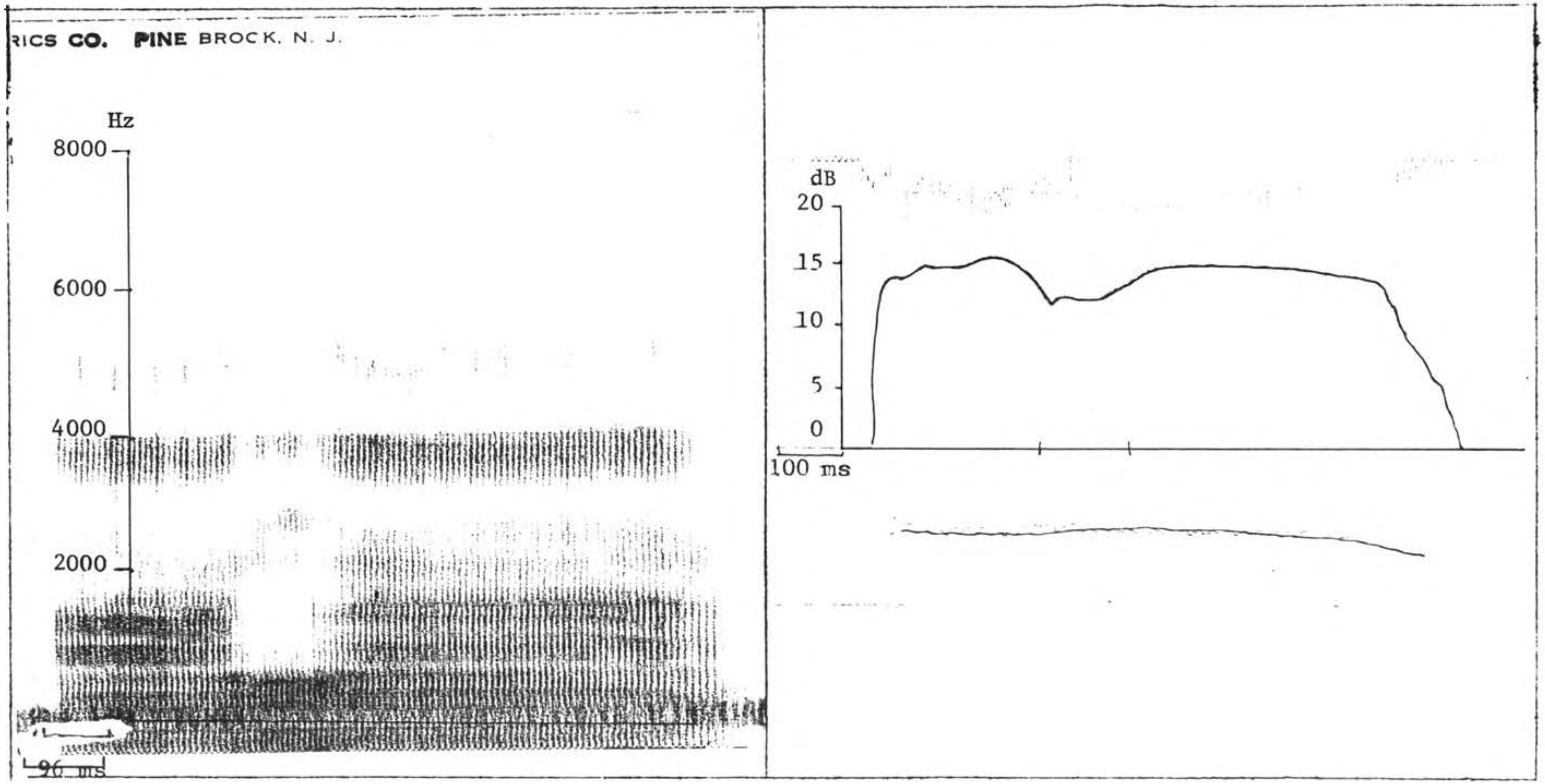
ตารางที่ 119 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [i:ŋi:]

		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
F4	$\bar{X}$	3775	3875	3896	3833	3783
	S.D.	157.32	136.01	139.11	137.53	137.53
F3	$\bar{X}$	2450	2450	2450	2450	2450
	S.D.	44.32	44.32	44.32	44.32	44.32
F2	$\bar{X}$					
	S.D.					
F1	$\bar{X}$	317	317	317	317	317
	S.D.	20.41	20.41	20.41	20.41	20.41
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3879	3925	3950	3975	3983
	S.D.	100.51	108.39	98.74	100.00	87.55
F3	$\bar{X}$	3696	3629	3567	3487	3404
	S.D.	55.71	40.50	40.82	62.74	51.03
F2	$\bar{X}$	2375	2375	2375	2375	2371
	S.D.	4183	40.82	38.72	38.72	40.05
F1	$\bar{X}$	317	317	317	317	317
	S.D.	20.41	20.41	20.41	20.41	20.41
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	4067	4042	4020	3979	3917
	S.D.	102.06	84.66	81.26	76.51	103.27
F3	$\bar{X}$	3342	3375	3408	3488	3550
	S.D.	40.82	44.72	60.55	78.66	68.92
F2	$\bar{X}$	2242	2267	2313	2338	2363
	S.D	34.15	37.63	37.91	56.45	49.37
F1	$\bar{X}$	317	317	317	317	317
	S.D.	20.41	20.41	20.41	20.41	20.41

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	105	68	48
S.D.	9.66	16.47	6.12

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	9.25
S.D.	1.87

ภาพที่ 46 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a:ŋa:]



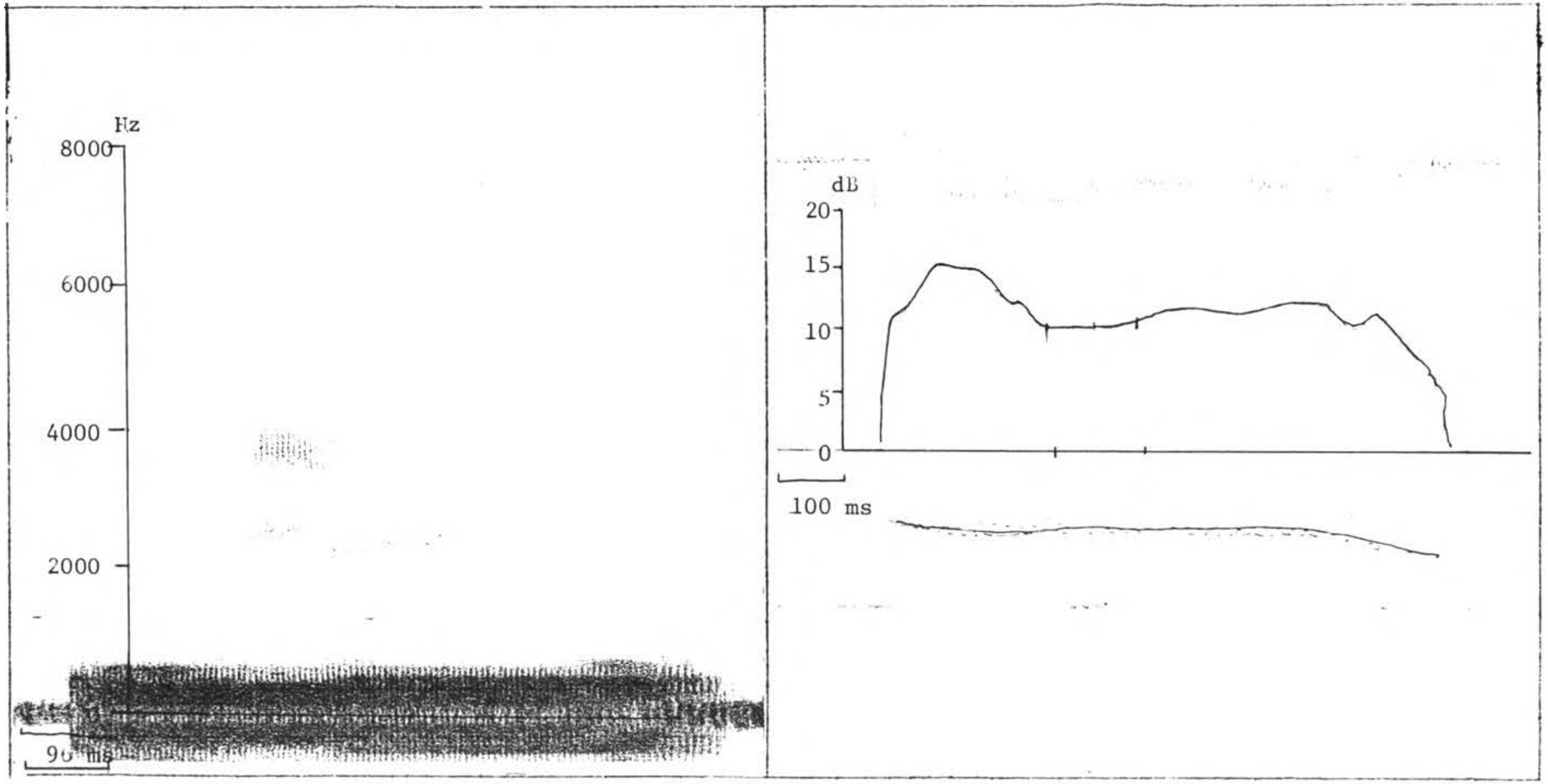
ตารางที่ 120 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [a:ŋa:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)						
F4	X̄	4000	4017	4021	4017	4004
	S.D.	158.81	30.27	36.79	43.77	33.22
F3	X̄	2817	2896	2967	2963	2929
	S.D.	58.45	100.51	56.27	64.71	55.71
F2	X̄					
	S.D.					
F1	X̄	408	408	408	408	408
	S.D.	20.41	20.41	20.41	20.41	20.41
ค่า F ของ Pre-C-F-Trans						
F4	X̄	3996	3996	3996	3996	4000
	S.D.	18.81	18.81	18.81	18.81	15.81
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	1475	1479	1492	1521	1542
	S.D.	41.83	45.81	40.82	33.22	56.27
F1	X̄	1013	1025	1038	1054	1088
	S.D.	37.91	44.72	41.07	40.05	64.71
ค่า F ของ Post-C-F-Trans						
F4	X̄	4004	4000	3995	3995	3995
	S.D.	33.22	27.38	24.57	24.57	24.57
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	1592	1558	1542	1533	1533
	S.D	64.54	71.87	86.12	90.36	90.36
F1	X̄	1092	1062	1046	1033	1033
	S.D.	84.65	89.09	87.20	98.33	98.33

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	96	57	46
S.D.	10.24	5.50	6.19

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	11.16
S.D.	1.72

<u>ภาพที่</u> 47 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [uːŋuː]



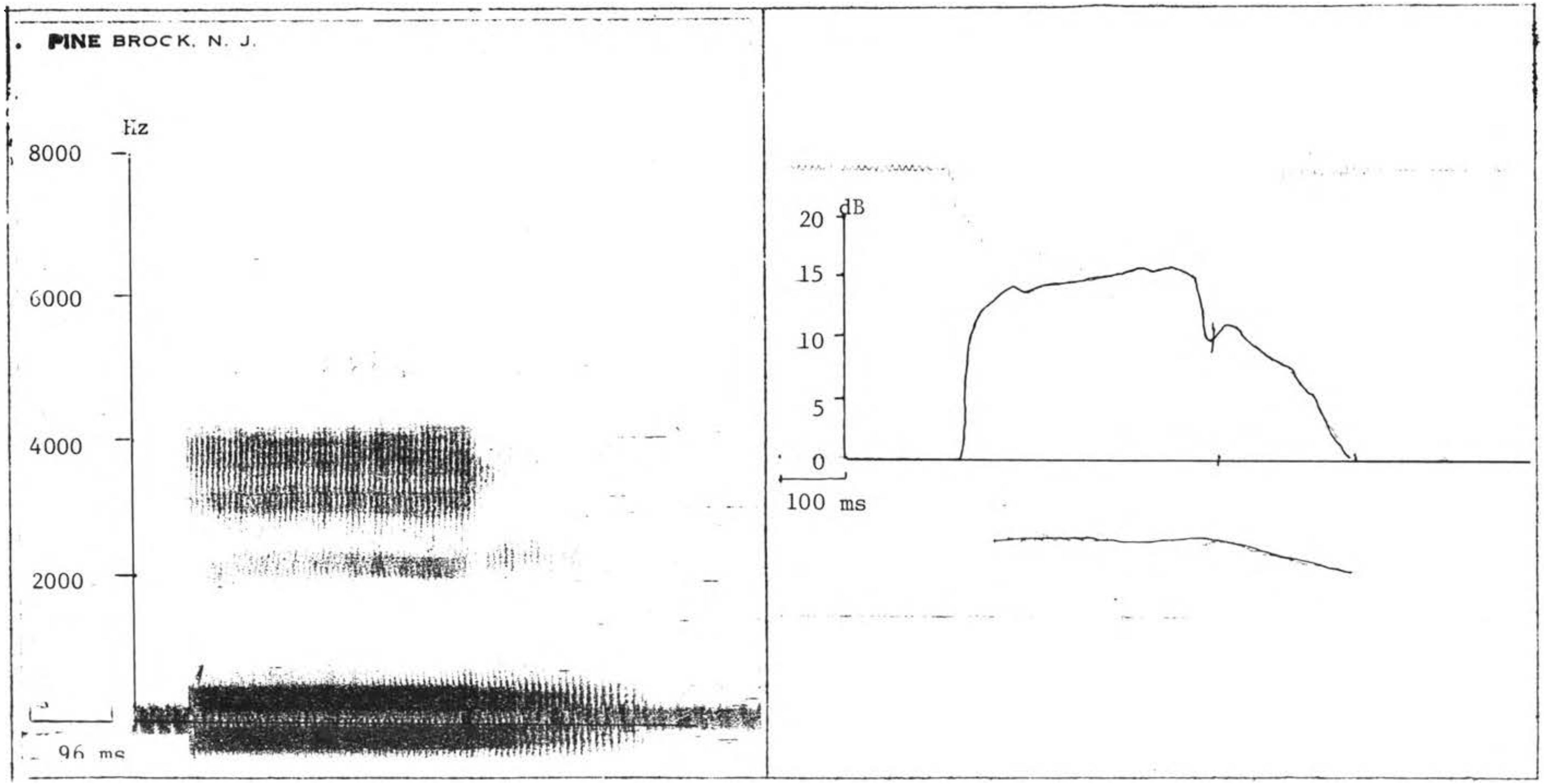
ตารางที่ 121 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [n a: ŋ u:]

		0	25%	50%	75%	100
ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)						
	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
F4	X̄					
	S.D.					
F3	X̄	2750	2750	2750	2750	2750
	S.D.					
F2	X̄					
	S.D.					
F1	X̄	300	300	300	300	300
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
ค่า F ของ Pre-C-F-Trans						
F4	X̄					
	S.D.					
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	617	617	617	617	617
	S.D.	30.27	30.27	30.27	30.27	30.27
F1	X̄	800	300	300	300	300
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
ค่า F ของ Post-C-F-Trans						
F4	X̄					
	S.D.					
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	617	617	617	617	617
	S.D	30.27	30.27	30.27	30.27	30.27
F1	X̄	300	300	300	300	300
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	112	10	10
S.D.	15.36	0	0

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	9.55
S.D.	1.5

ภาพที่ 48 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [i:ŋ]



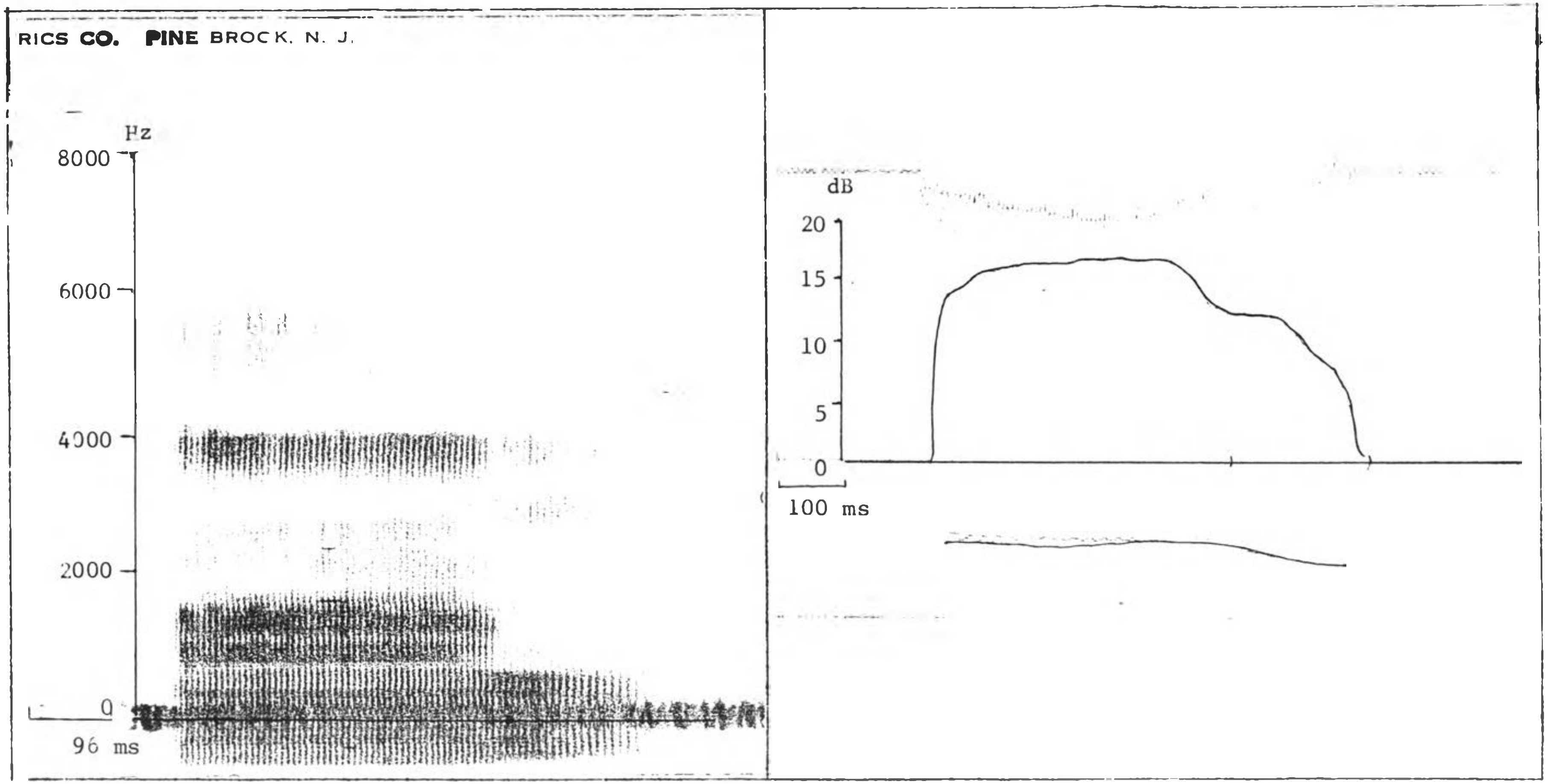
ตารางที่ 12[illegible] ค่าทางกลศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [i:ŋ]

	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
F4	$\bar{X}$:	3642	3883	3983	4000	4008
	S.D. :	86.12	97.03	102.06	93.54	95.74
F3	$\bar{X}$:	2450	2450	2450	2450	2450
	S.D :	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
F2	$\bar{X}$					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	313	313	313	313	313
	S.D. :	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	4004	3992	3946	3863	3642
	S.D. :	98.00	102.06	88.62	90.48	86.12
F3	$\bar{X}$:	3308	3338	3358	3375	3479
	S.D. :	64.54	58.63	64.54	86.60	124.91
F2	$\bar{X}$:	2342	2350	2354	2358	2392
	S.D. :	70.11	59.16	53.42	49.15	56.27
F1	$\bar{X}$:	313	313	313	313	313
	S.D. :	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms)
$\bar{X}$:	712	62
S.D. :	17.84	6.48

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	6.75
S.D. :	1.77

ภาพที่ 49 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [aːŋ]



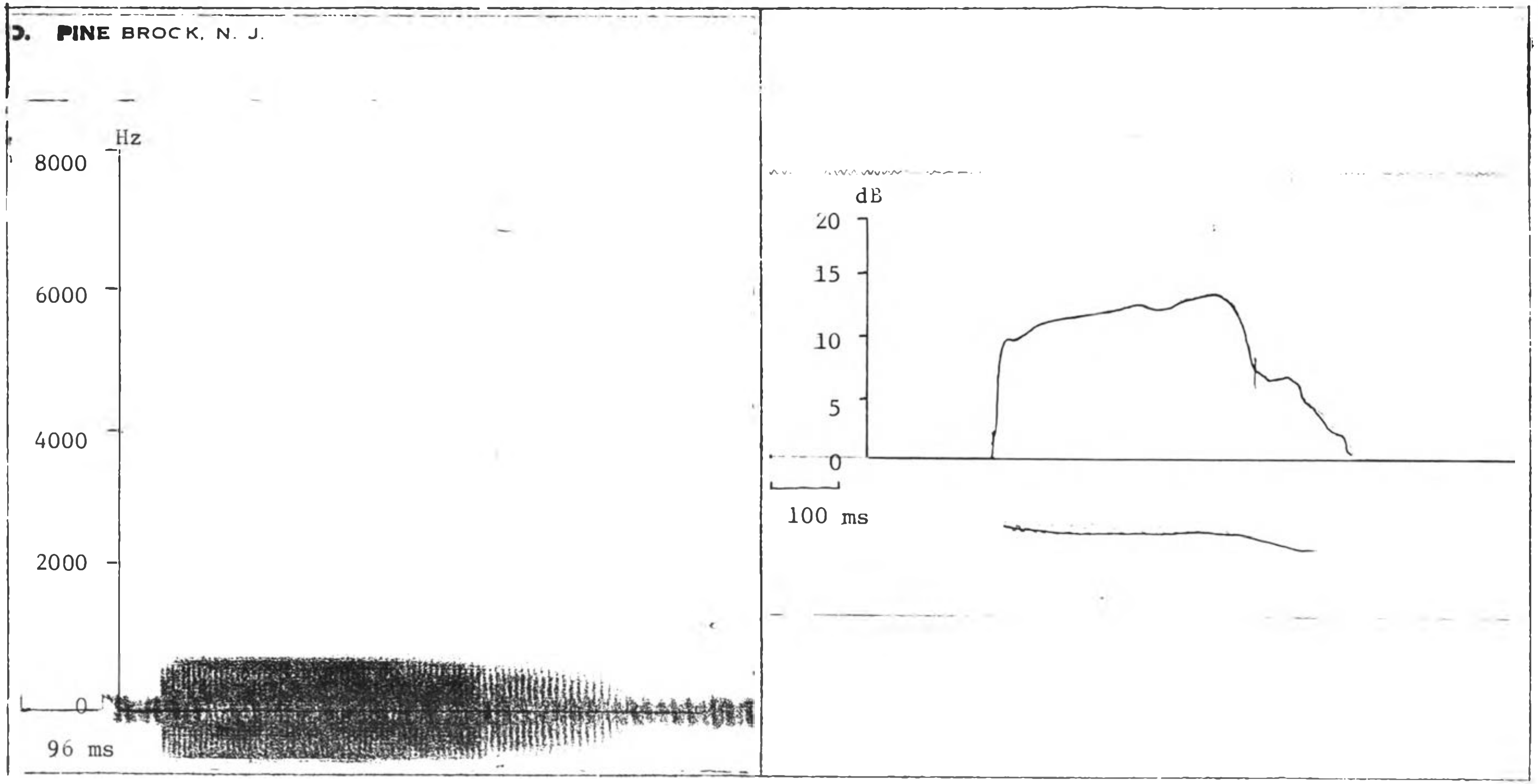
ตารางที่ 123 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [a:ŋ]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	4008	4008	4008	4008	4008
	S.D. :	37.63	37.63	37.63	37.63	37.63
F3	$\bar{X}$:	2896	3046	3087	3087	3087
	S.D :	64.06	95.41	68.46	68.46	68.46
F2	$\bar{X}$					
	S.D. :					
F1	$\bar{X}$	388	388	388	388	338
	S.D. :	37.91	37.91	37.91	37.91	37.91
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	4008	4008	4008	4008	4008
	S.D. :	51.03	51.03	51.03	51.03	51.03
F3	$\bar{X}$:	2842	2846	2863	2871	2896
	S.D. :	60.55	53.42	56.45	69.67	64.06
F2	$\bar{X}$:	1421	1421	1421	1421	1475
	S.D. :	64.06	64.06	64.06	64.06	64.06
F1	$\bar{X}$:	967	979	992	1000	1008
	S.D. :	43.77	57.91	54.00	54.33	58.45

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms)
$\bar{X}$:	213	46
S.D. :	17.69	7.20

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	9.00
S.D. :	1.35

ภาพที่ 50 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [น:ŋ]



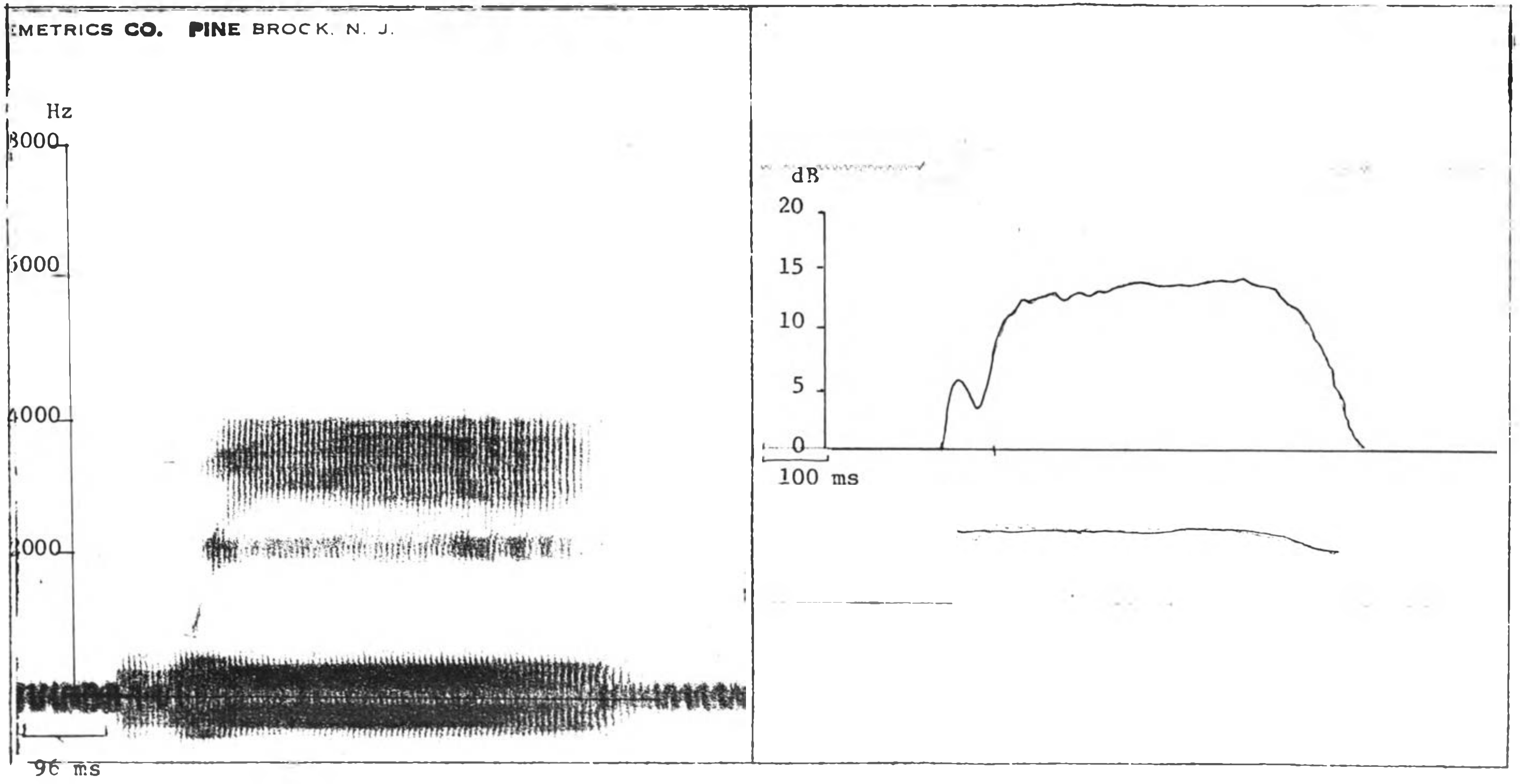
ตารางที่ [illegible] ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /ŋ/ ในคำว่า [น:ŋ]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	X̄ :					
	S.D. :					
F3	X̄ :	2850	2850	2850	2850	2850
	S.D :	41.83	41.83	41.83	41.83	41.83
F2	X̄					
	S.D. :					
F1	X̄	321	321	321	321	321
	S.D. :	33.22	33.22	33.22	33.22	33.22
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	X̄ :					
	S.D. :					
F3	X̄ :					
	S.D. :					
F2	X̄ :	658	658	658	658	658
	S.D. :	58.45	58.45	58.45	58.45	58.45
F1	X̄ :	321	321	321	321	321
	S.D. :	33.22	33.22	33.22	33.22	33.22

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms)
X̄ :	195	10
S.D. :	12.95	9.90

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
X̄ :	7.66
S.D. :	1.57

ภาพที่ 51 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [wi:]



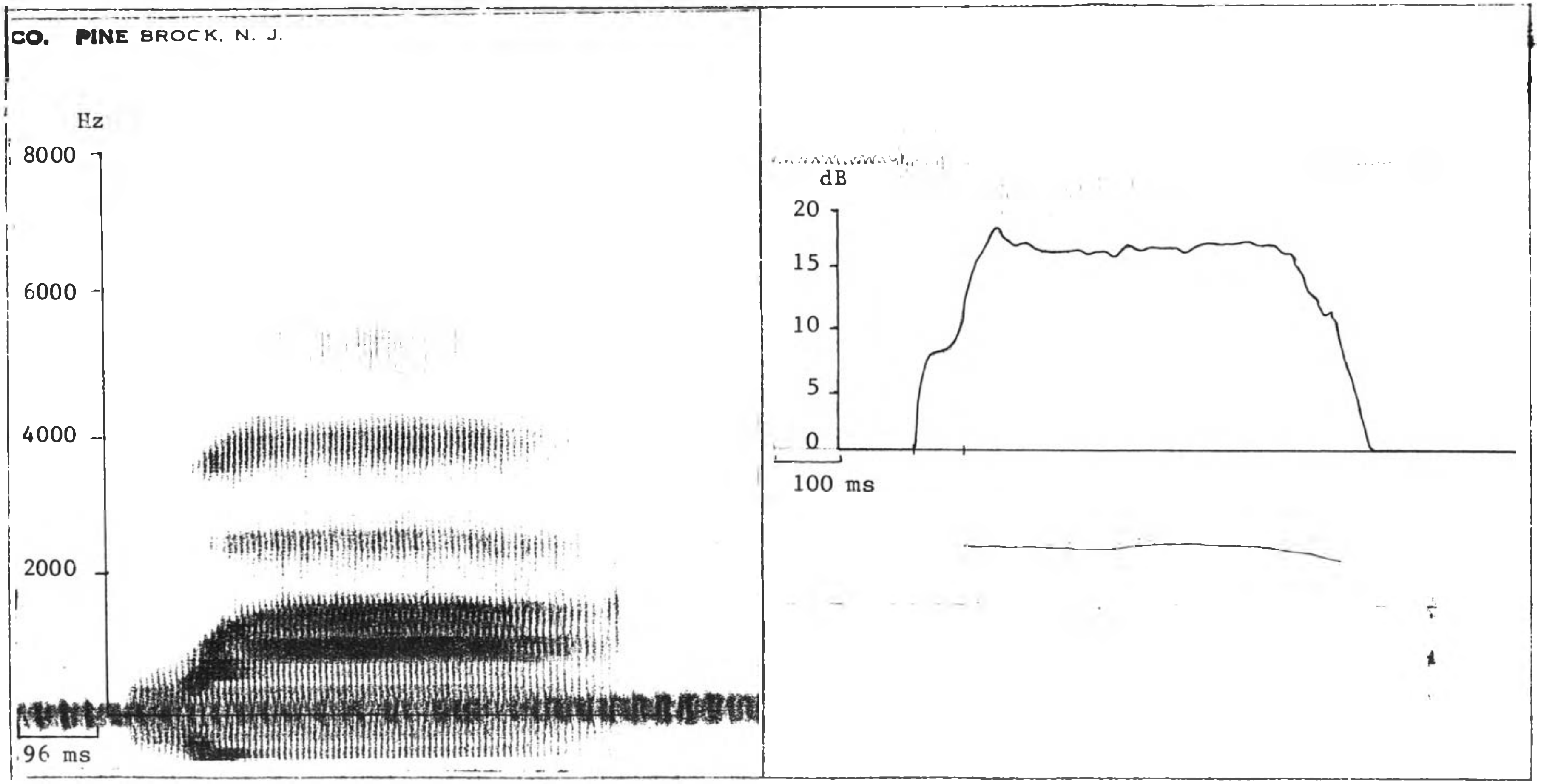
ตารางที่ 125 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ ในคำว่า [wi:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$:	550	550	550	933	1771
	S.D. :	23.38	27.38	27.38	136.02	176.36
F1	$\bar{X}$	321	321	321	321	321
	S.D. :	40.05	40.05	40.05	40.05	40.05
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3508	3696	3833	3913	3913
	S.D. :	73.59	116.63	104.48	128.20	128.20
F3	$\bar{X}$:	2321	2988	3288	3358	3367
	S.D. :	100.51	131.10	54.19	71.87	81.64
F2	$\bar{X}$:	1771	2271	2313	2317	2317
	S.D. :	176.36	81.26	68.46	70.11	70.11
F1	$\bar{X}$:	321	333	333	333	333
	S.D. :	40.05	20.41	20.41	20.41	20.41

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	115	75
S.D. :	5.31	16.80

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	5.83
S.D. :	2.17

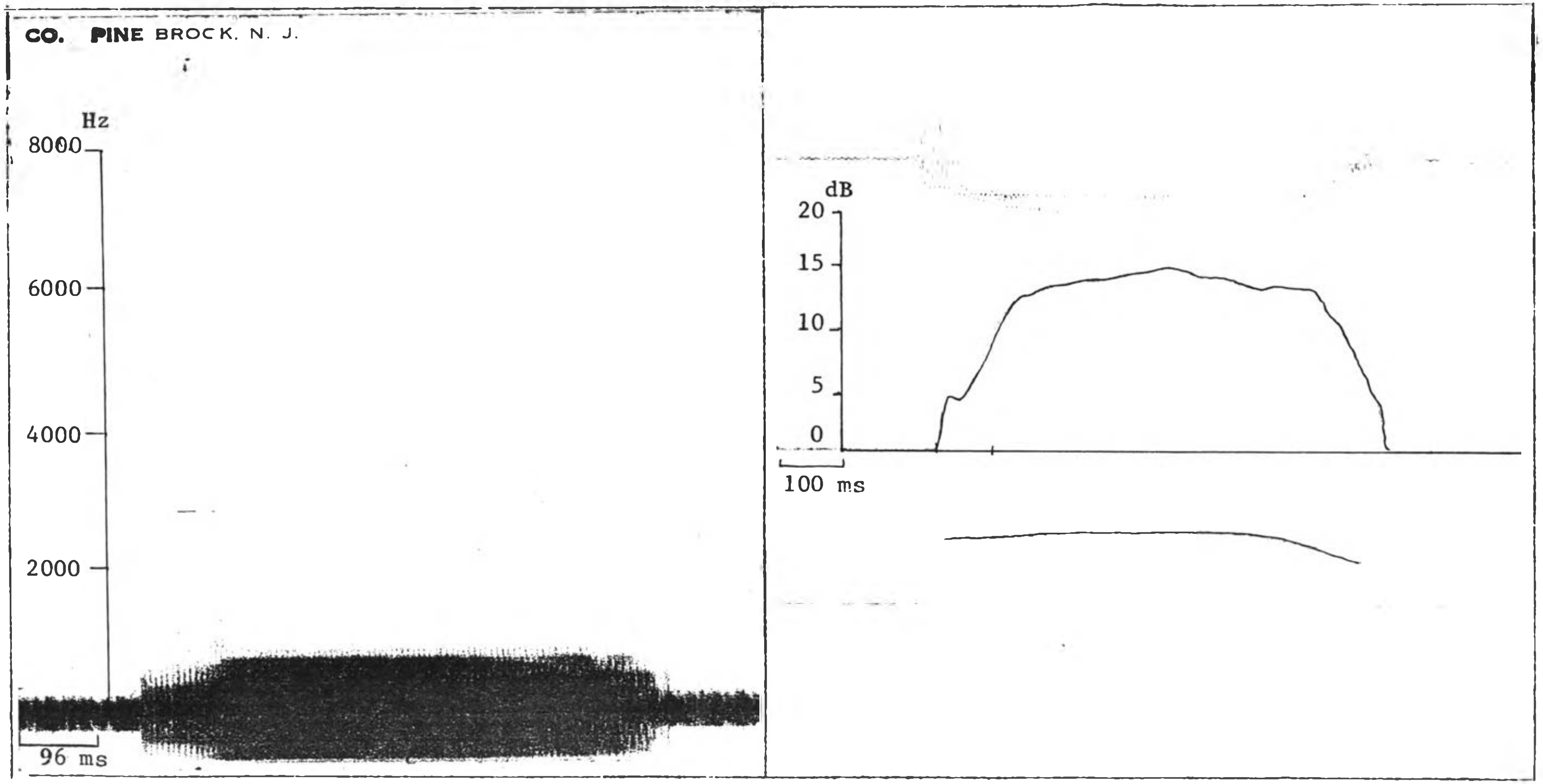
ภาพที่ 52 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [wa:]



ตารางที่ [illegible] ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /พ/ ในคำว่า [พa:]

		0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
F4	X̄ :					
	S.D. :					
F3	X̄ :					
	S.D :					
F2	X̄ :	550	550	550	550	550
	S.D. :	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
F1	X̄	388	388	388	388	388
	S.D. :	70.26	70.26	70.26	70.26	70.26
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	X̄ :	3717	3813	3942	4008	4008
	S.D. :	129.09	119.11	84.65	60.55	60.55
F3	X̄ :	2479	2500	2521	2525	2525
	S.D. :	105.37	85.14	67.85	59.16	59.16
F2	X̄ :	1004	1175	1321	1383	1392
	S.D. :	120.84	97.46	57.91	60.55	66.45
F1	X̄ :	608	808	888	925	925
	S.D. :	73.59	95.74	70.26	57.00	57.00
		ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)		**ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)**		
	X̄ :	110		57		
	S.D. :	12.82		9.61		
		ค่าความเข้มของเสียง (dB)				
	X̄ :	6.83				
	S.D. :	0.91				

ภาพที่ 53 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [wu:]



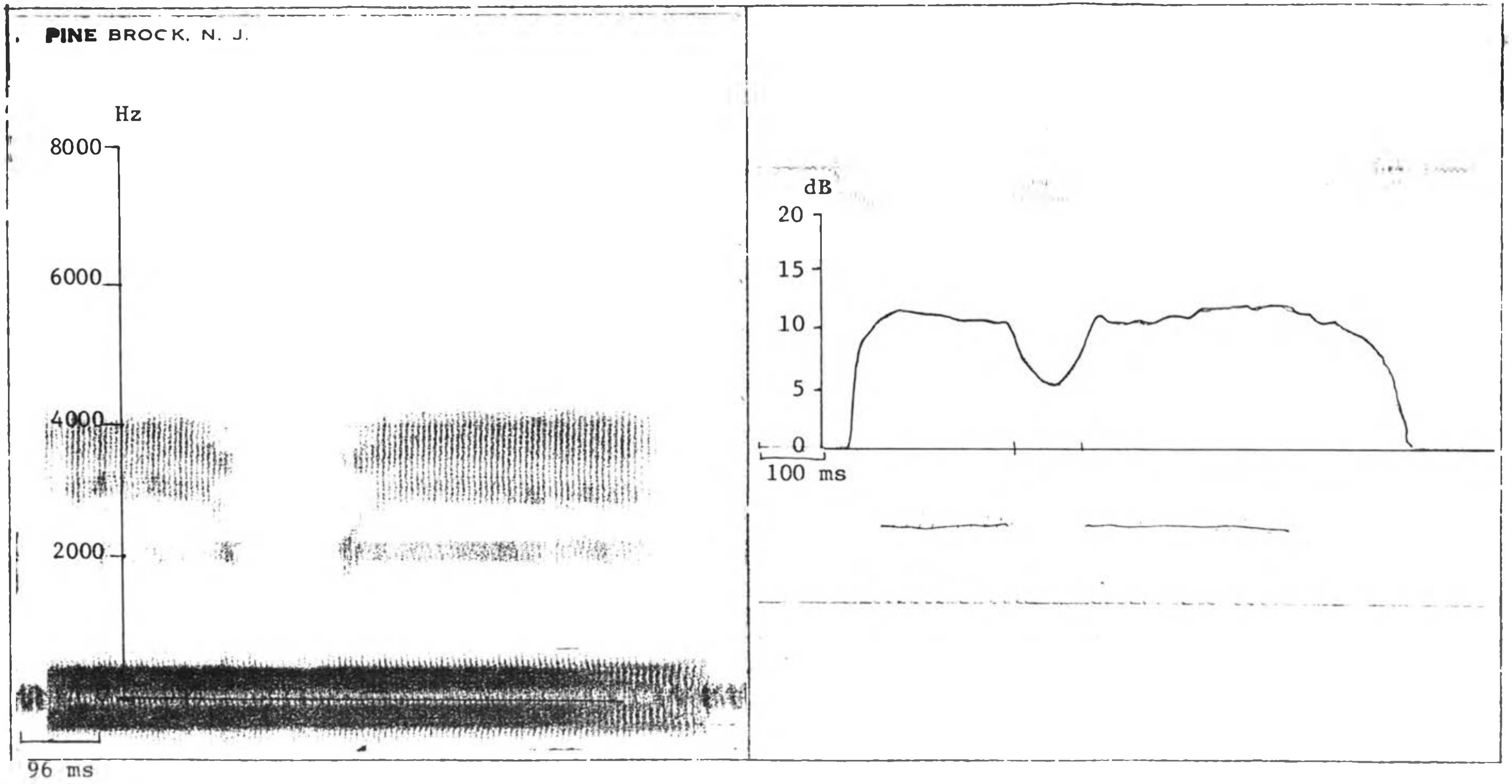
ตารางที่ 127 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ ในคำว่า [wu:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$:	504	504	504	504	504
	S.D. :	33.22	33.22	33.22	33.22	33.22
F1	$\bar{X}$	300	300	300	300	300
	S.D. :	44.72	44.72	44.72	44.72	44.72
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	504	504	504	504	504
	S.D. :	33.22	33.22	33.22	33.22	33.22
F1	$\bar{X}$:	300	300	300	300	300
	S.D. :	44.72	44.72	44.72	44.72	44.72

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	80	48
S.D. :	13.94	0.00

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	2.75
S.D. :	2.21

ภาพที่ 54 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [iː wiː]



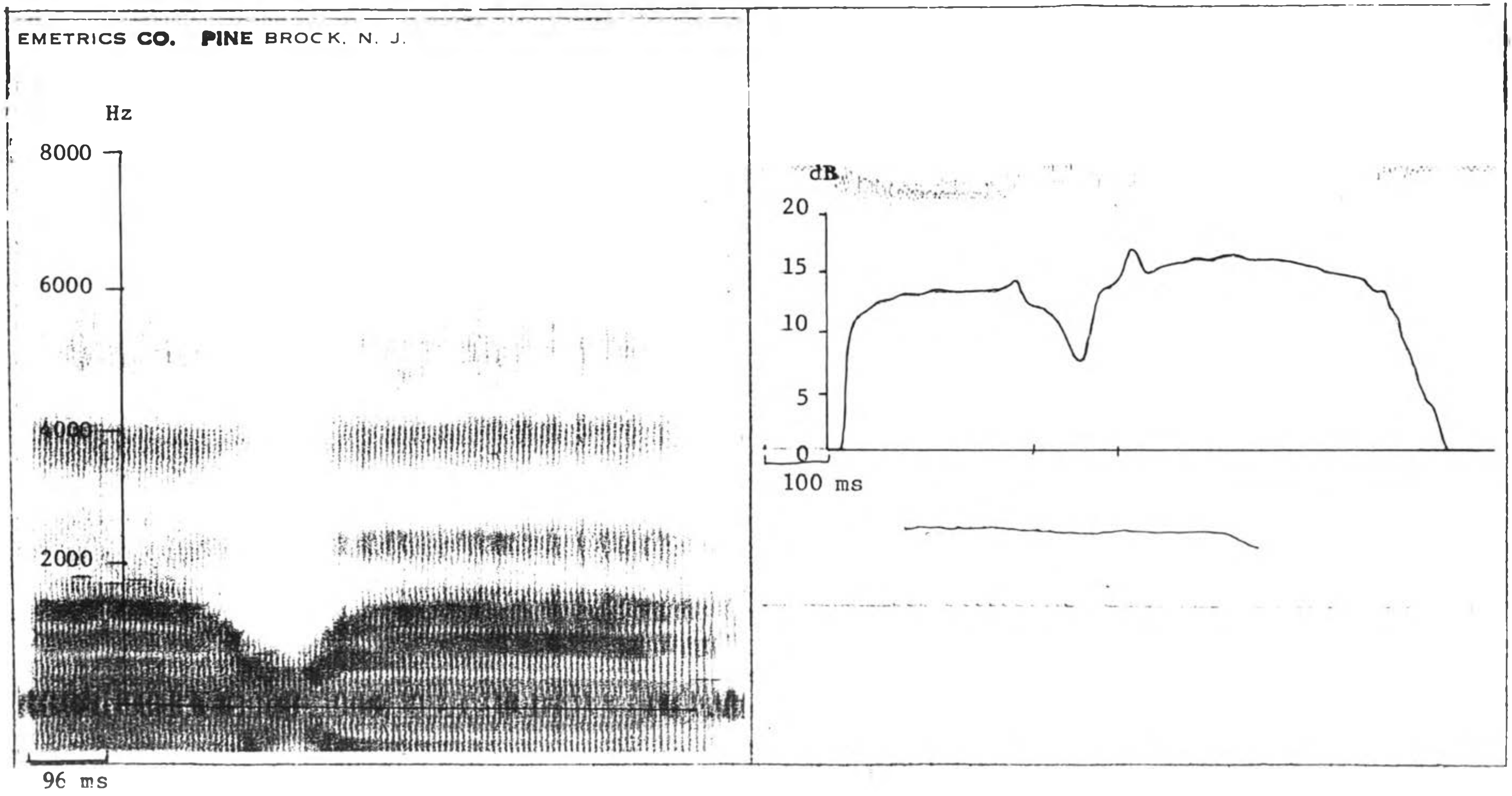
ตารางที่ 128 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ ในคำว่า [wi:]

ค่า \ จุดที่		0	25%	50%	75%	100
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	2125	1433	1179	1433	2125
	S.D.	100.00	177.95	140.01	164.06	100.00
F1	$\bar{X}$	329	329	329	329	329
	S.D.	22.43	22.43	22.43	22.43	22.43
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3938	3904	3871	3771	3595
	S.D.	113.74	88.62	85.75	64.06	51.03
F3	$\bar{X}$	3379	3346	3266	3033	2446
	S.D.	110.01	104.18	104.48	140.23	108.87
F2	$\bar{X}$	2271	2271	2271	2271	2125
	S.D.	45.87	45.87	45.87	45.87	100.00
F1	$\bar{X}$	350	350	350	350	329
	S.D.	0.00	0.00	0.00	0.00	24.57
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3654	3775	3888	3921	3938
	S.D.	45.87	50.00	70.26	67.85	59.63
F3	$\bar{X}$	2517	3021	3200	3254	3254
	S.D.	121.10	94.09	57.00	84.28	84.28
F2	$\bar{X}$	2125	2321	2329	2333	2333
	S.D	100.00	36.79	36.79	43.77	43.77
F1	$\bar{X}$	329	350	350	350	350
	S.D.	24.57	0.00	0.00	0.00	0.00

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	133	64	64
S.D.	6.12	6.19	12.92

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	6.66
S.D.	1.36

ภาพที่ 55 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a: wa:]



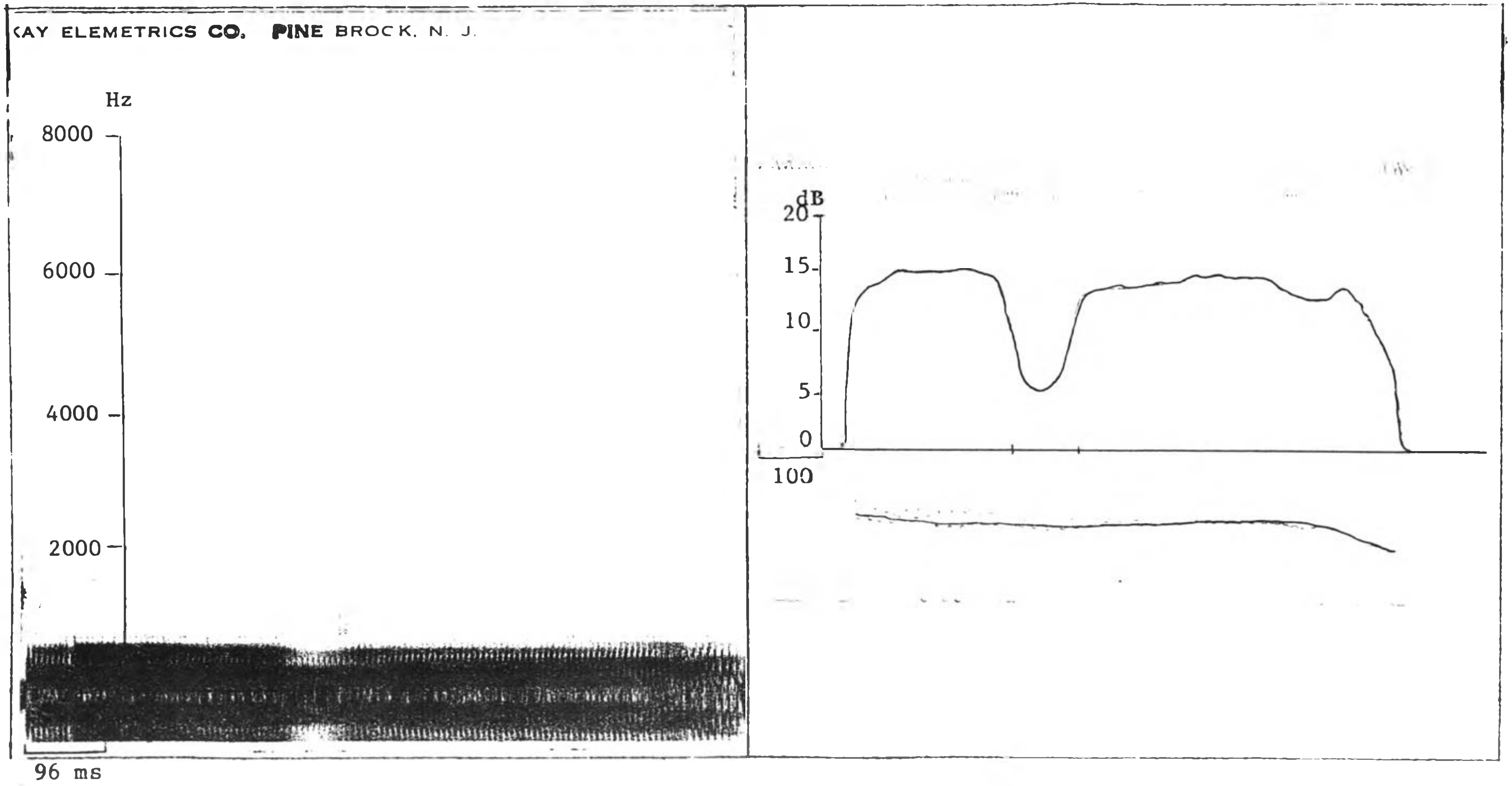
ตารางที่ 129 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ ในคำว่า [a:wa:]

		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
F4	X̄	3888	3867	3875	3871	3917
	S.D.	70.26	58.45	70.71	84.28	58.45
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	786	700	521	713	786
	S.D.	116.63	100.00	24.57	77.05	81.26
F1	X̄	804	479	325	446	645
	S.D.	105.37	96.77	52.44	60.00	78.12
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	X̄	4008	4004	3996	3958	3888
	S.D.	64.54	55.71	40.05	25.81	70.26
F3	X̄	2717	2717	2712	2604	2308
	S.D.	60.55	60.55	58.63	45.87	58.45
F2	X̄	1463	1463	1454	1375	786
	S.D.	68.46	68.46	65.98	77.45	116.63
F1	X̄	1013	1013	1013	1000	804
	S.D.	46.77	46.77	46.77	35.35	105.37
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	X̄	3917	3950	4021	4058	4075
	S.D.	58.45	52.44	54.42	73.59	63.24
F3	X̄	2238	2458	2529	2550	2563
	S.D.	44.01	37.63	60.03	74.16	87.67
F2	X̄	786	1288	1392	1429	1442
	S.D	116.63	70.26	37.63	40.05	58.45
F1	X̄	646	825	913	954	967
	S.D.	78.12.	50.00	41.07	40.05	43.71

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	128	55	55
S.D.	16.72	6.68	6.68

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	9.16
S.D.	1.74

ภาพที่ 56 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [น: พน:]



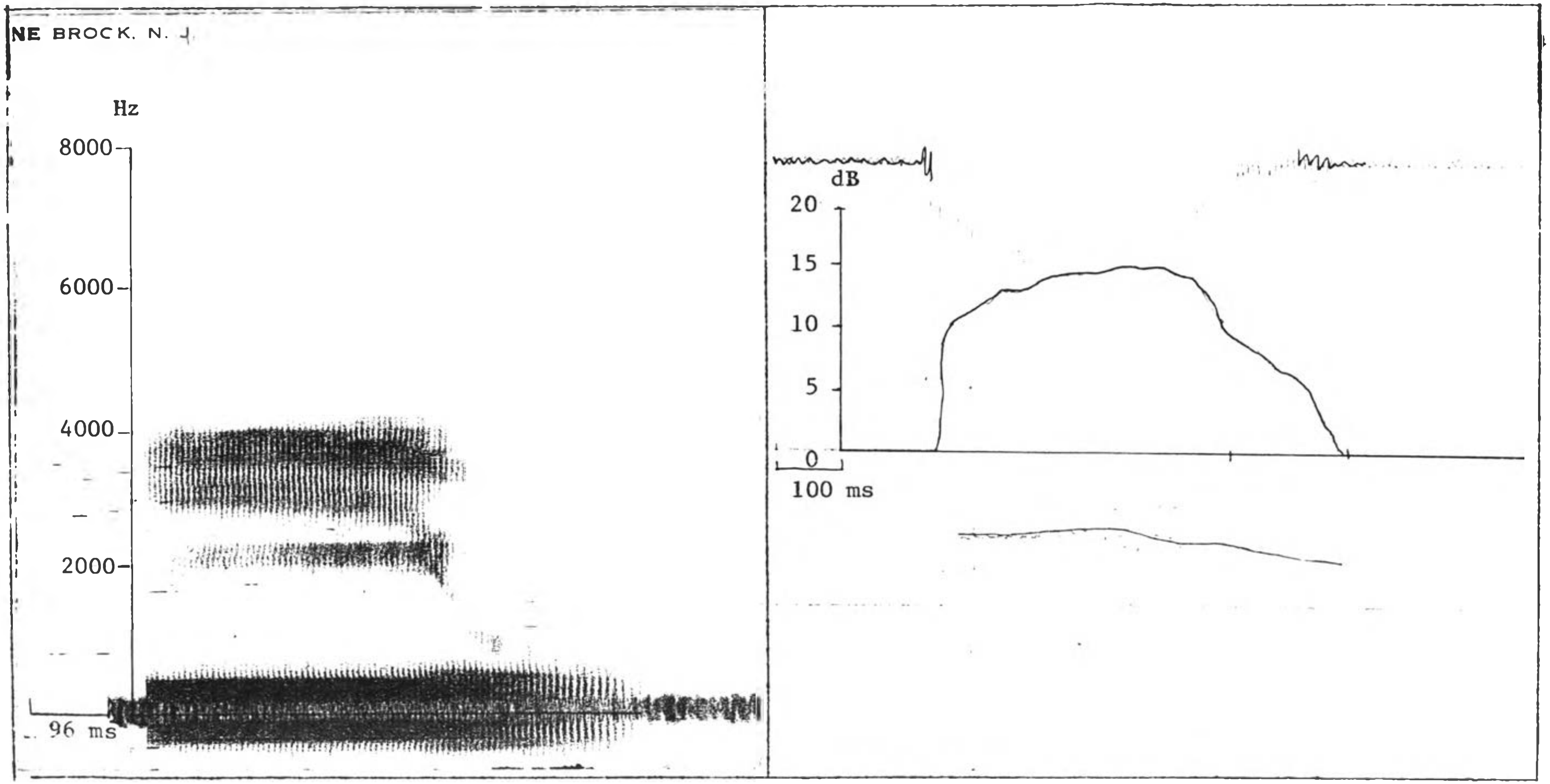
ตารางที่ [illegible] ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ ในคำว่า [u:wu:]

	ค่า	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	512	512	512	512	512
	S.D.	41.07	41.07	41.07	41.07	41.07
F1	$\bar{X}$	333	333	333	333	333
	S.D.	40.82	40.82	40.82	40.82	40.82
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	512	512	512	512	512
	S.D.	41.07	41.07	41.07	41.07	41.07
F1	$\bar{X}$	333	333	333	333	333
	S.D.	40.82	40.82	40.82	40.82	40.82
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	512	512	512	512	512
	S.D	41.07	41.07	41.07	41.07	41.07
F1	$\bar{X}$	333	333	333	333	333
	S.D.	40.82	40.82	40.82	40.82	40.82

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	89	48	48
S.D.	6.30	0	0

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	6.00
S.D.	1.74

__ภาพที่__ 57 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [i: ɯ]



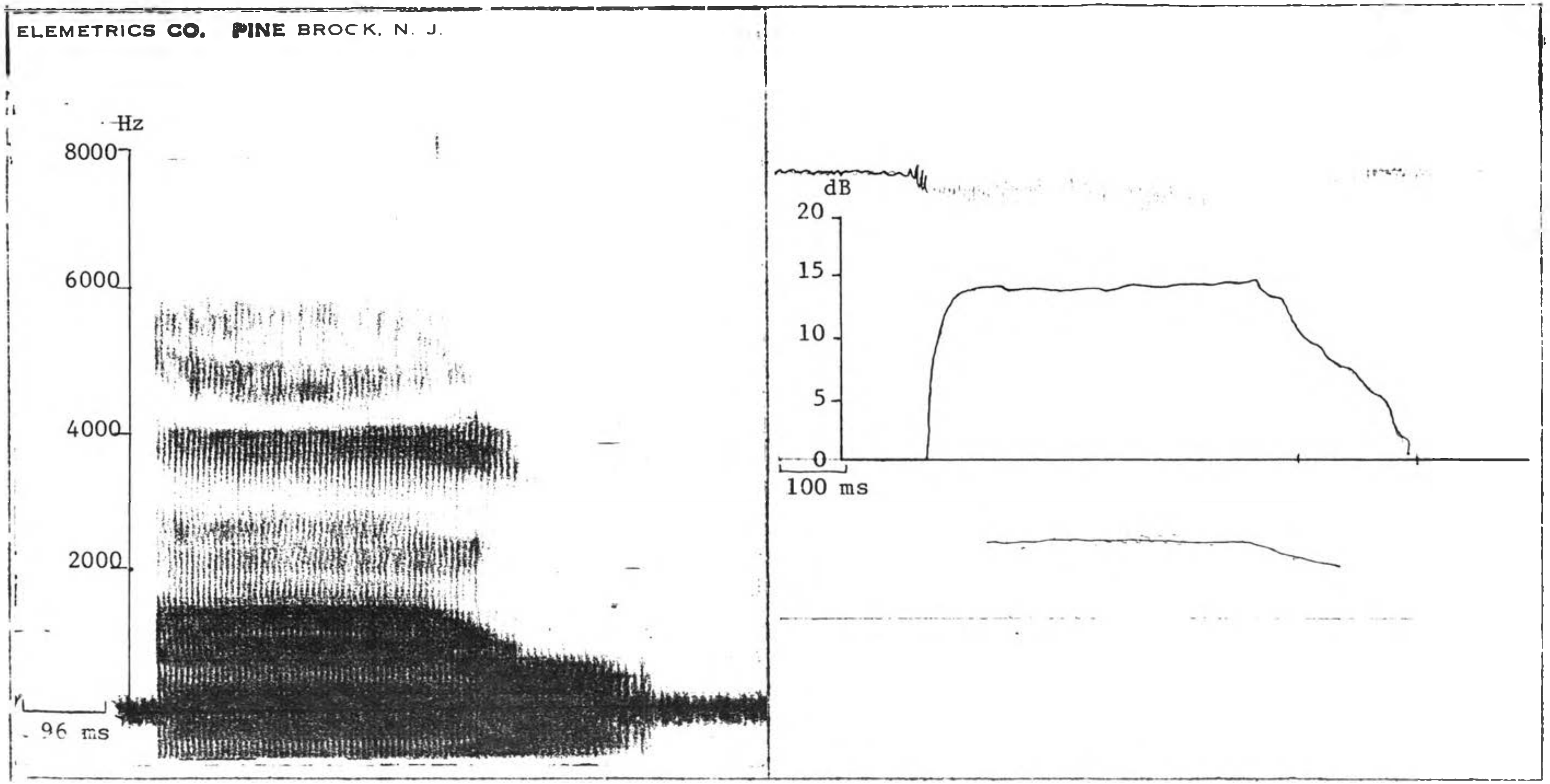
ตารางที่ 131 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ ในคำว่า [iːw]

	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$	2117	1067	719	620	550
	S.D. :	60.55	87.55	40.03	33.54	69.31
F1	$\bar{X}$	358	358	358	358	358
	S.D. :	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3950	3913	3817	3692	3571
	S.D. :	98.74	80.23	76.91	66.45	73.17
F3	$\bar{X}$:	3371	3350	3254	2942	2488
	S.D. :	73.17	65.19	95.41	164.06	84.77
F2	$\bar{X}$:	2288	2283	2283	2267	2117
	S.D. :	60.72	60.55	60.55	73.59	60.55
F1	$\bar{X}$:	358	358	358	358	358
	S.D. :	25.8.	25.81	25.81	25.81	25.81

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms
$\bar{X}$:	189	94
S.D. :	9.99	19.13

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	8.00
S.D. :	1.42

ภาพที่ 58 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a: w]



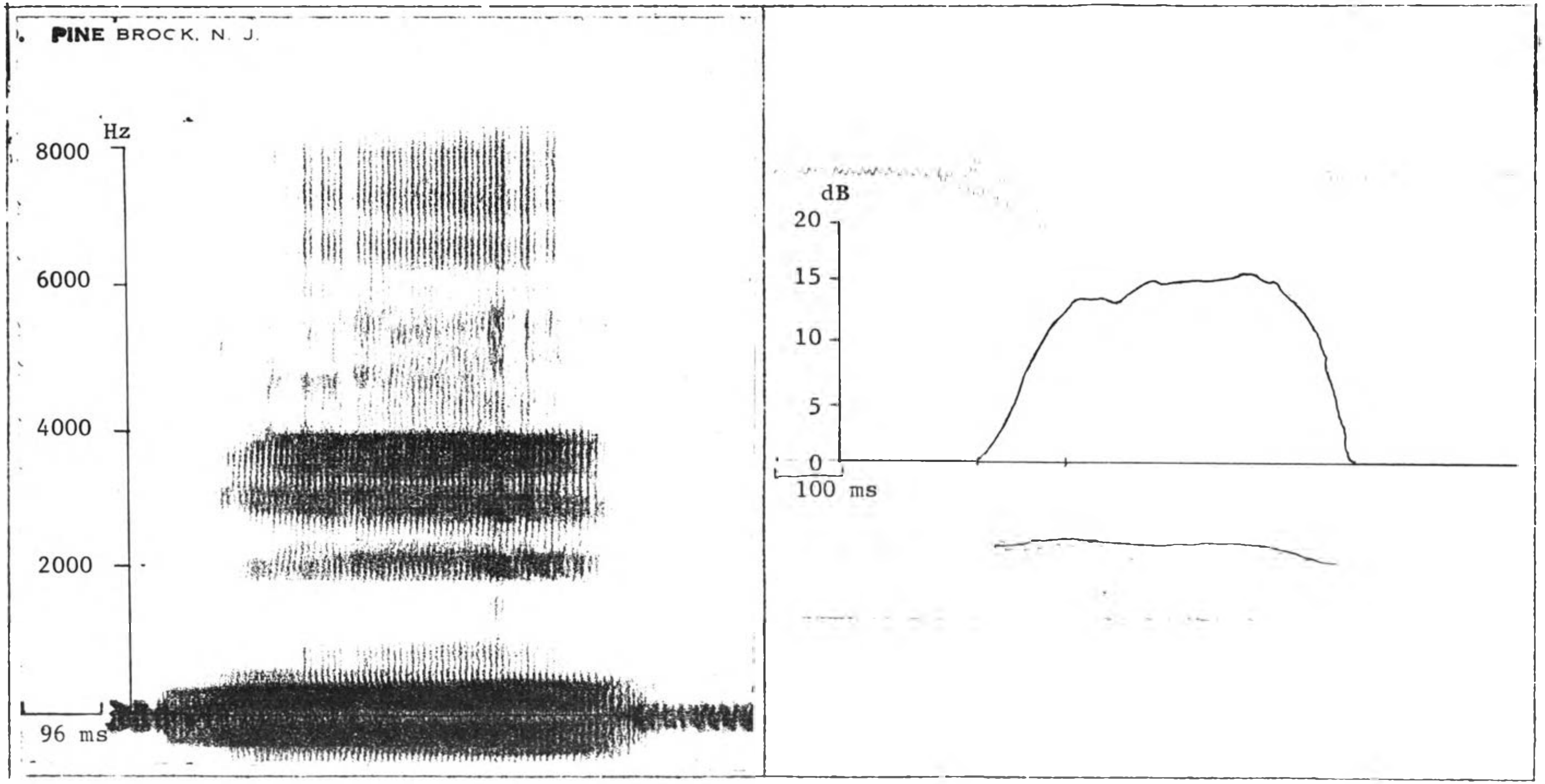
ตารางที่ 132 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /w/ ในคำว่า [a:w]

		ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$	1100	512	512	512	512
	S.D. :	34.13	35.83	53.83	35.83	35.83
F1	$\bar{X}$	597	350	350	350	350
	S.D. :	28.08	28.08	28.08	28.08	28.08
		ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	4008	4004	4000	3988	3929
	S.D. :	40.82	48.51	57.00	46.77	57.42
F3	$\bar{X}$:	2813	2813	2742	2546	2104
	S.D. :	97.14	97.14	71.87	156.85	371.95
F2	$\bar{X}$:	1488	1475	1400	1233	1100
	S.D. :	75.41	50.00	47.43	40.82	34.13
F1	$\bar{X}$:	1042	1029	971	871	597
	S.D. :	58.45	51.03	40.05	62.08	95.22

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms
$\bar{X}$:	189	65
S.D. :	11..7	9.03

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	9.75
S.D. :	1.45

ภาพที่ 59 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [jiː]



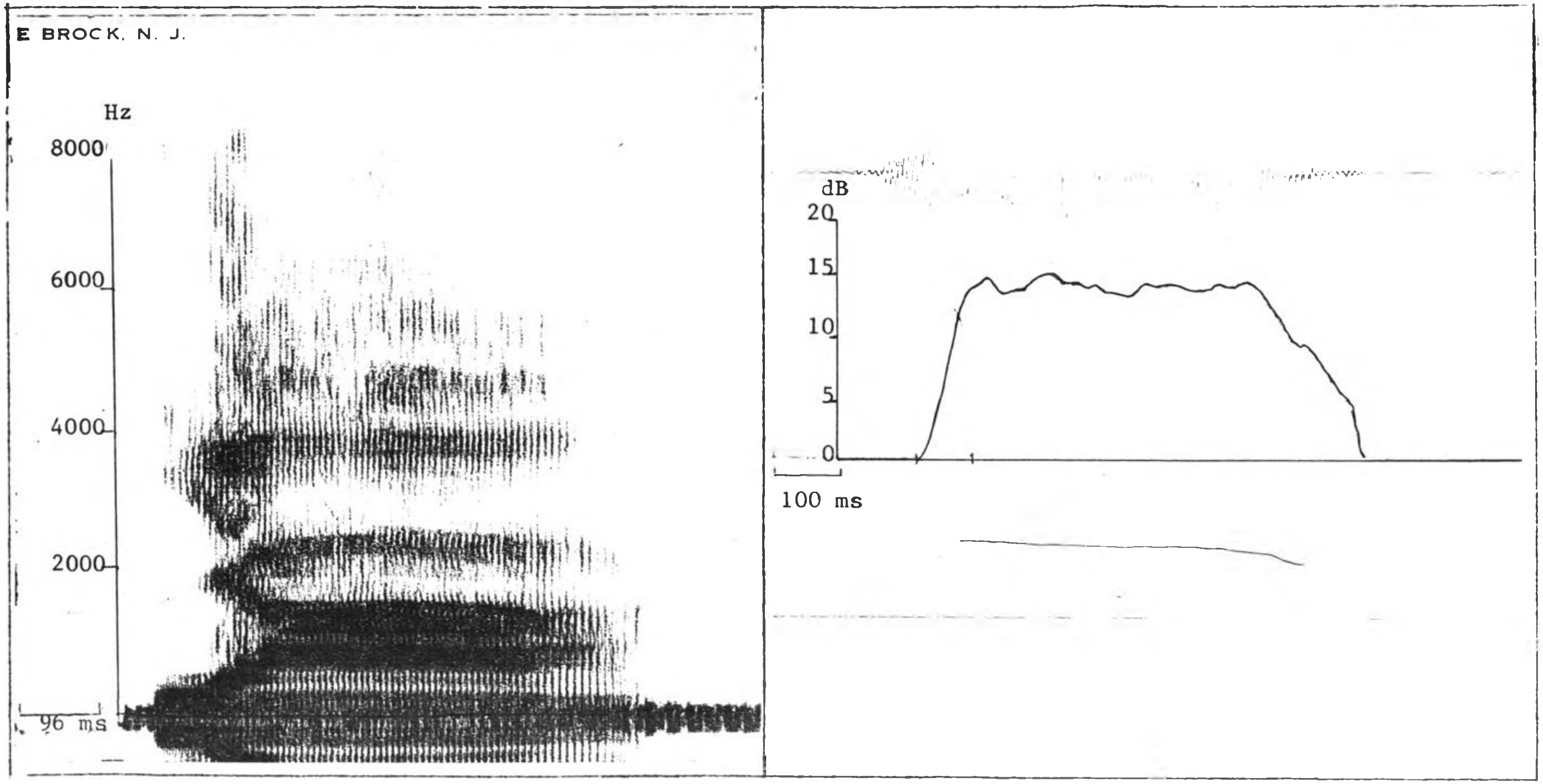
ตารางที่ 133 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /j/ ในคำว่า [ji:]

		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
	ค่า / จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$:	2296	2296	2296	2296	2296
	S.D. :	60.03	60.03	60.03	60.03	60.03
F1	$\bar{X}$	317	317	317	317	317
	S.D. :	20.41	20.41	20.41	20.41	20.41
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3842	3871	3904	3921	3938
	S.D. :	159.42	141.78	108.87	96.71	72.02
F3	$\bar{X}$:	3350	3246	3254	3267	3271
	S.D. :	121.44	120.84	105.37	99.58	102.97
F2	$\bar{X}$:	2296	2296	2296	2296	2296
	S.D. :	60.03	60.03	60.03	60.03	60.03
F1	$\bar{X}$:	317	317	317	317	317
	S.D. :	20.41	20.41	20.41	20.41	20.41

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	81	-
S.D. :	14.12	-

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	4.08
S.D. :	0.98

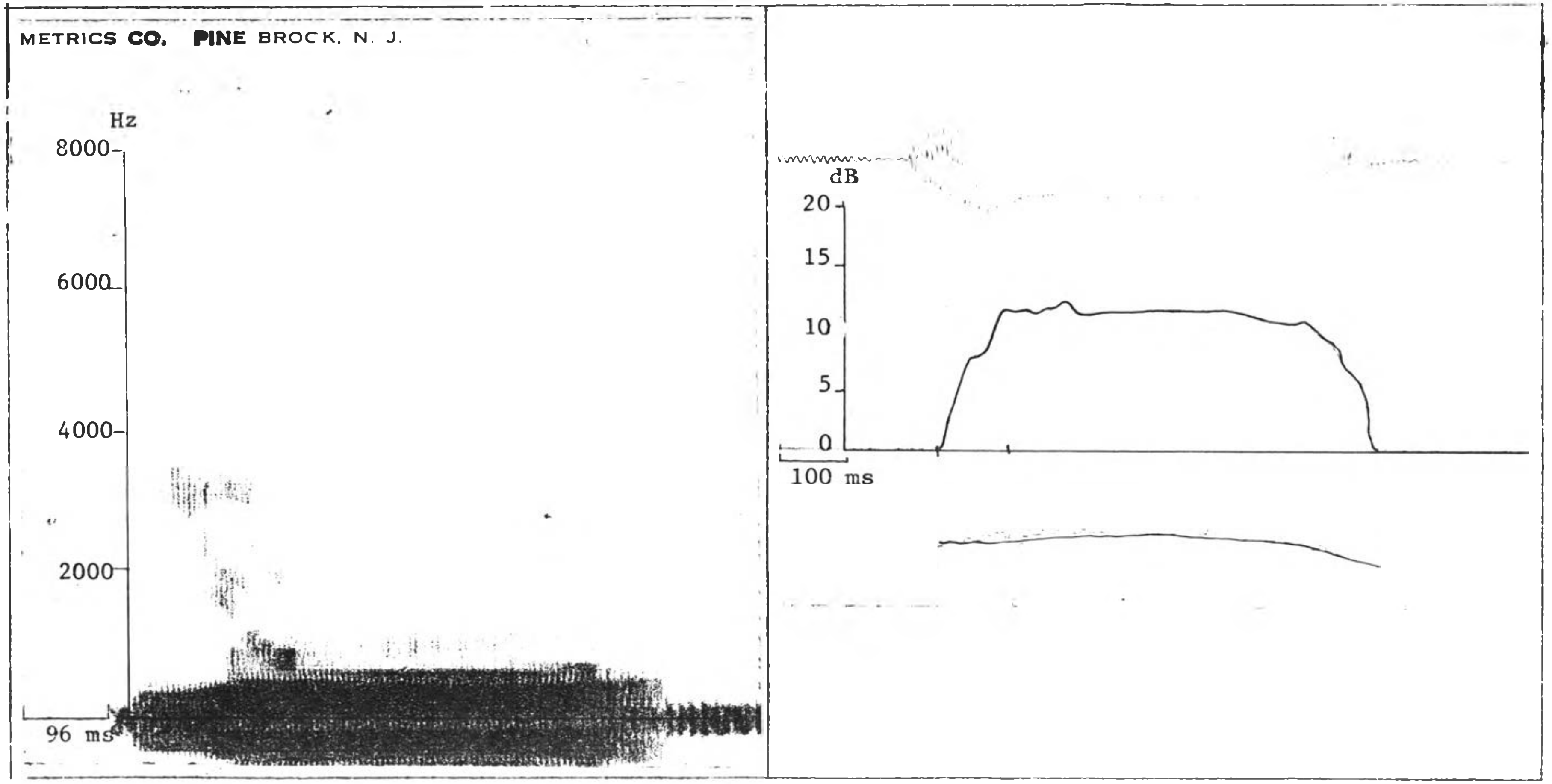
ภาพที่ 60 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ja:]



ตารางที่ 134 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /j/ ในคำว่า [ia:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:	3242	3242	3242	3179	3083
	S.D :	136.62	136.62	136.62	145.27	97.03
F2	$\bar{X}$:	2146	2146	2146	2146	1854
	S.D. :	43.06	43.06	43.06	43.06	-
F1	$\bar{X}$	313	313	313	350	458
	S.D. :	20.91	20.91	20.91	47.43	37.63
	ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3713	3846	3921	3958	3963
	S.D. :	91.40	134.55	138.21	154.65	157.70
F3	$\bar{X}$:	3083	2704	2529	2533	2517
	S.D. :	97.03	78.12	95.41	99.58	70.11
F2	$\bar{X}$:	1854	1854	1663	1588	1558
	S.D. :	65.98	65.98	37.91	70.26	76.91
F1	$\bar{X}$:	458	738	888	946	967
	S.D. :	37.63	13.69	51.84	51.03	40.82
		ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)			**ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)**	
	$\bar{X}$:	115			65	
	S.D. :	5.31			29.92	
		ค่าความเข้มของเสียง (dB)				
	$\bar{X}$:	5.62				
	S.D. :	0.60				

ภาพที่ 61 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [juː]



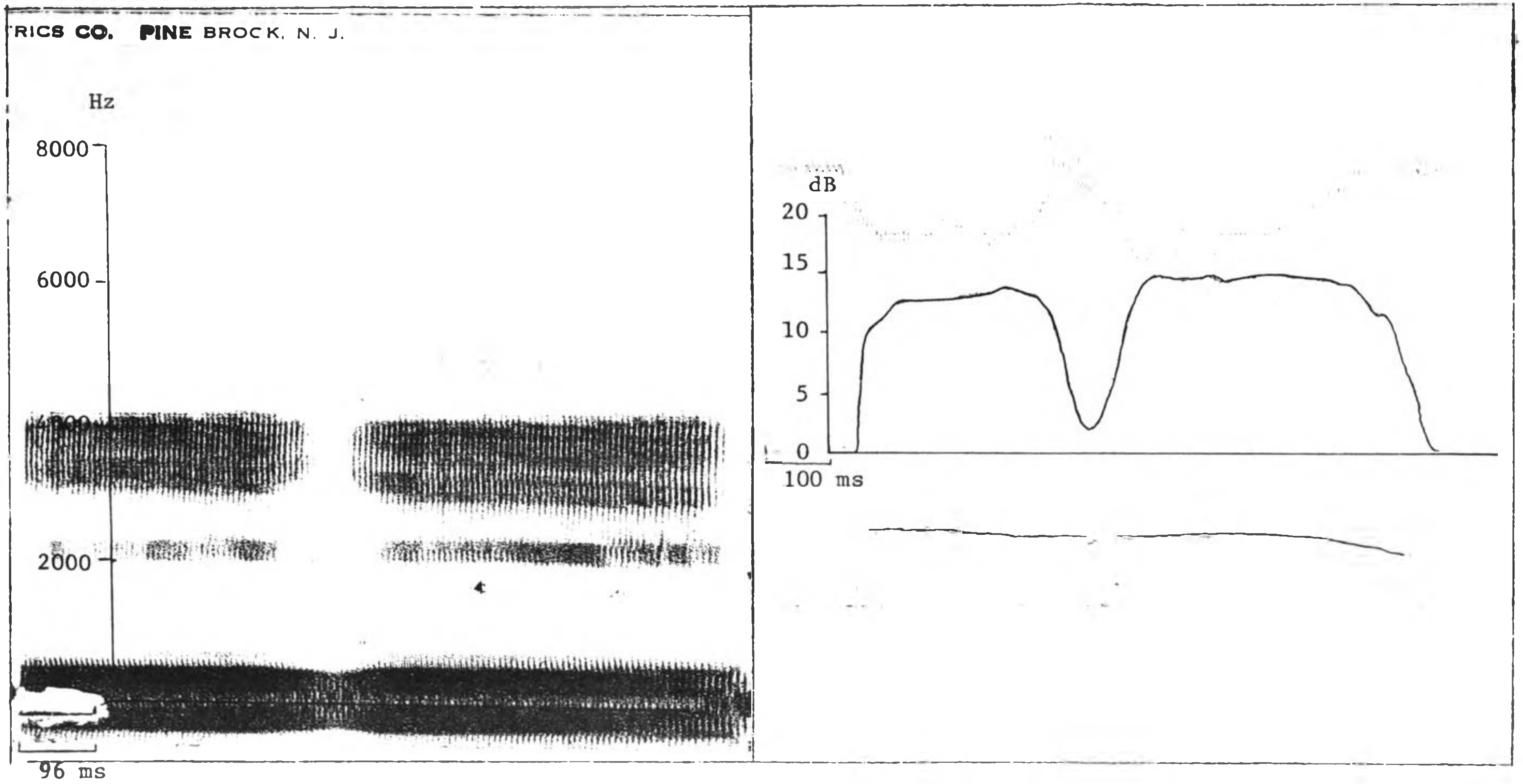
ตารางที่ 135 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /J/ ในคำว่า /ju:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:	3679	3600	3433	3096	2438
	S.D :	188.69	131.33	124.16	184.67	343.42
F2	$\bar{X}$:	2016	2016	2016	2016	1512
	S.D. :	61.24	61.24	61.24	61.24	194.77
F1	$\bar{X}$	300	300	300	300	304
	S.D. :	15.81	15.81	15.81	15.81	18.81
	ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	1512	1512	1038	804	725
	S.D. :	194.77	194.77	118.05	67.85	61.23
F1	$\bar{X}$:	304	325	338	342	342
	S.D. :	18.81	27.38	34.46	40.82	40.82

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	116	85
S.D. :	7.77	15.14

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	5.08
S.D. :	1.08

ภาพที่ 62 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [i:ji:]



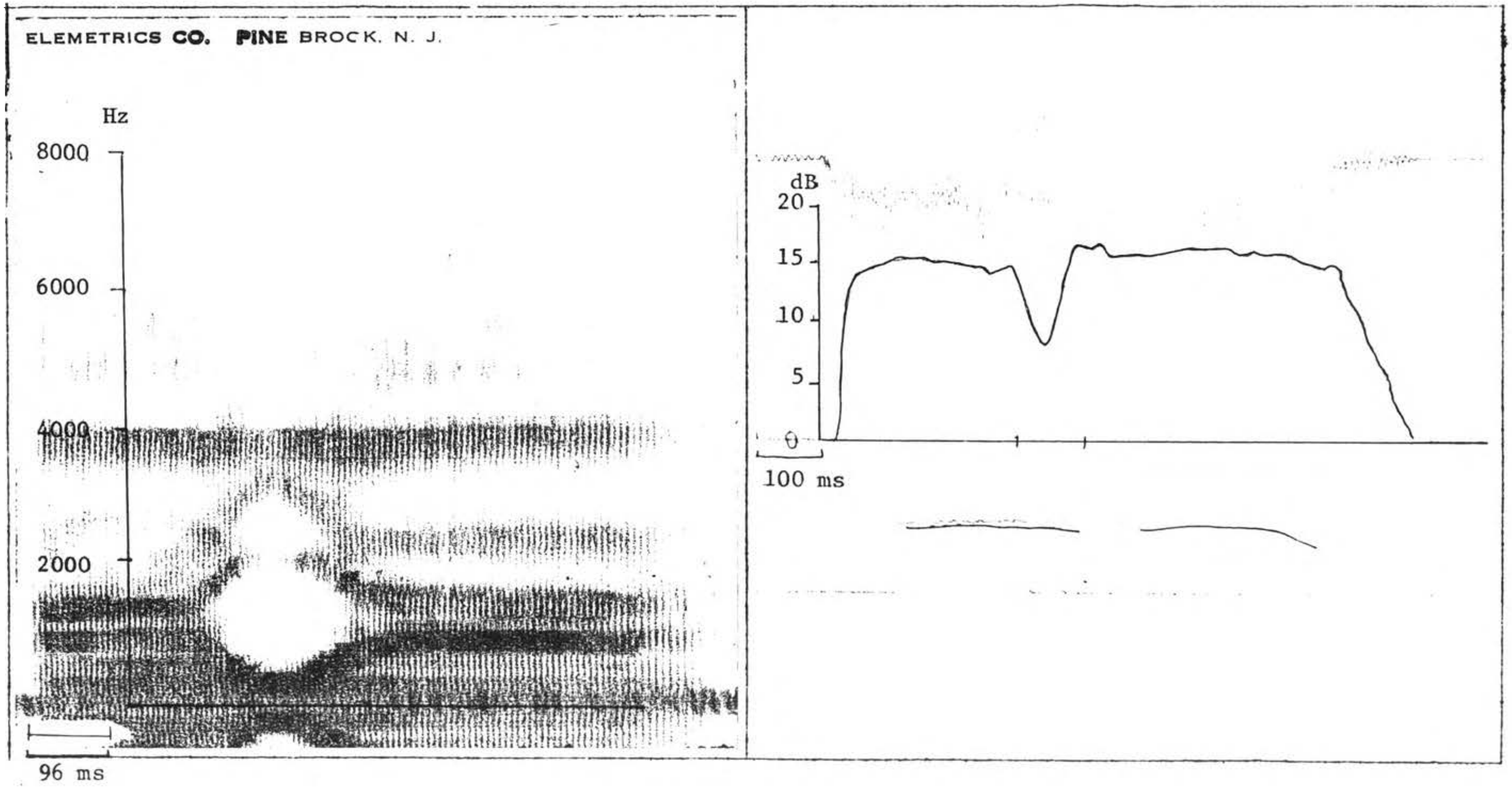
ตารางที่ 136 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /j/ ในคำว่า [i:ji:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)						
F4	X̄	4000	4000	4000	4000	4000
	S.D.	44.72	44.72	44.72	44.72	44.72
F3	X̄	3529	3558	3563	3504	3417
	S.D.	40.05	25.81	77.05	98.00	113.65
F2	X̄	2300	2300	2300	2300	2300
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
F1	X̄	337	337	337	337	337
	S.D.	37.63	37.63	37.63	37.63	37.63
ค่า F ของ Pre-C-F-Trans						
F4	X̄	4000	4000	4000	4000	4000
	S.D.	44.72	44.72	44.72	44.72	44.72
F3	X̄	3370	3370	3370	3370	3462
	S.D.	101.75	101.75	101.75	101.75	70.26
F2	X̄	2300	2300	2300	2300	2300
	S.D.	38.72	38.72	38.72	38.72	38.72
F1	X̄	338	338	338	338	338
	S.D.	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91
ค่า F ของ Post-C-F-Trans						
F4	X̄	4000	4000	4000	4000	4000
	S.D.	52.44	52.44	52.44	52.44	52.44
F3	X̄	3463	3379	3379	3379	3379
	S.D.	70.26	96.71	96.71	96.71	96.71
F2	X̄	2300	2300	2300	2300	2300
	S.D	38.72	38.72	38.72	38.72	38.72
F1	X̄	338	338	338	338	338
	S.D.	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	101	-	-
S.D.	12.56	-	-

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	4.83
S.D.	2.08

ภาพที่ 63 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a: ja:]



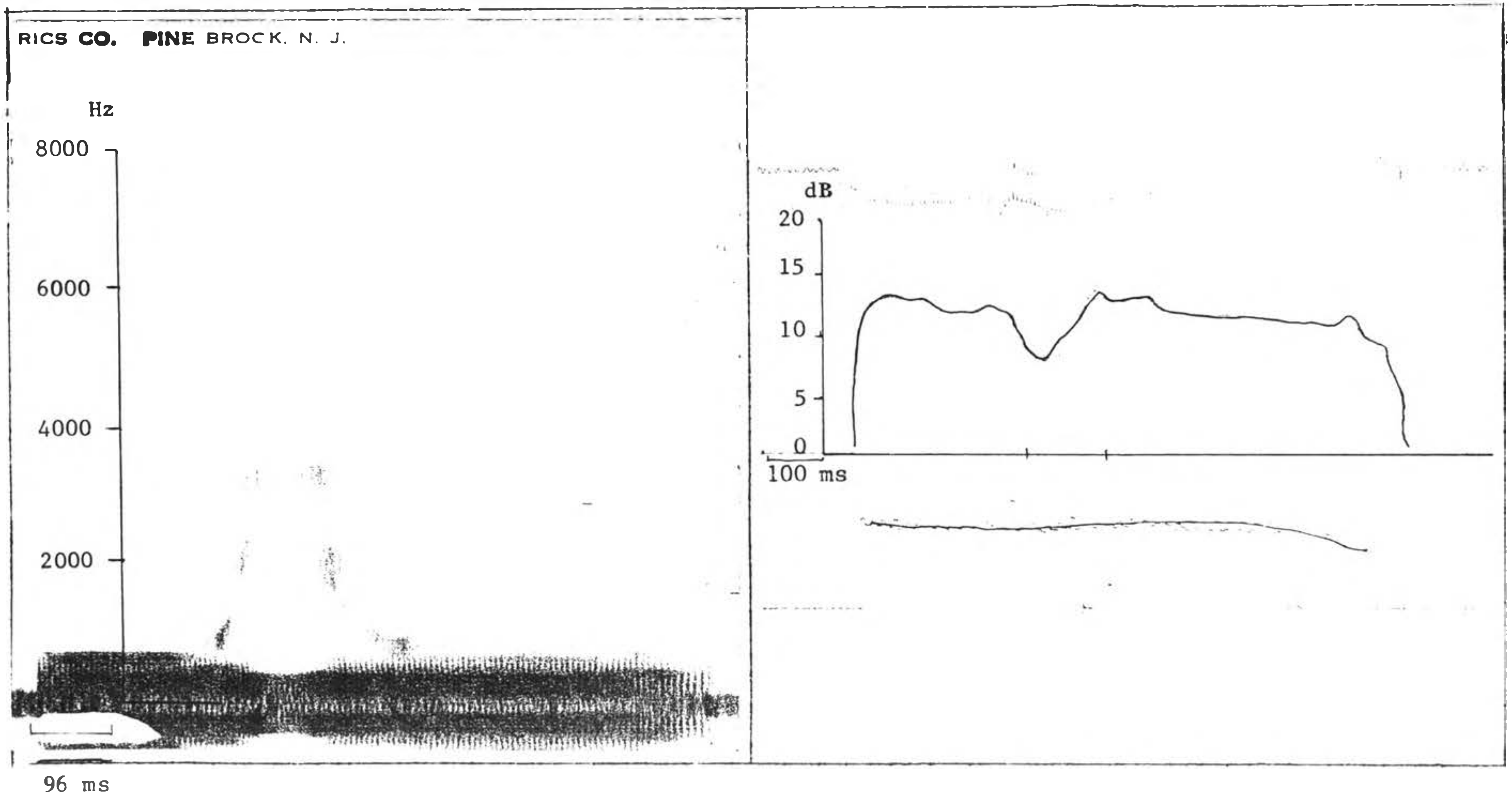
ตารางที่ 137 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /j/ ในคำว่า [a:ja:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$	4021	4008	3992	4000	4017
	S.D.	48.51	64.45	86.12	59.16	30.27
F3	$\bar{X}$	2667	3275	3400	3058	2663
	S.D.	137.53	80.62	83.66	90.36	97.14
F2	$\bar{X}$	2133	2133	2133	2133	1921
	S.D.	78.12	78.12	78.12	78.12	113.37
F1	$\bar{X}$	767	433	338	492	700
	S.D.	68.31	37.63	20.91	60.55	31.62
	ค่า F ของ Pre-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$	4021	4021	4021	4021	4021
	S.D.	48.51	48.51	48.51	48.51	48.51
F3	$\bar{X}$	2379	2400	2458	2529	2667
	S.D.	138.21	133.22	110.30	87.20	137.53
F2	$\bar{X}$	1467	1500	1579	1700	1921
	S.D.	37.63	47.43	57.91	89.44	10.01
F1	$\bar{X}$	1025	1008	958	842	761
	S.D.	38.72	64.54	51.63	20.41	68.31
	ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$	4021	4021	4021	4021	4021
	S.D.	48.51	48.51	48.51	48.51	48.51
F3	$\bar{X}$	2663	2554	2496	2458	2458
	S.D.	97.14	90.02	79.71	76.91	90.36
F2	$\bar{X}$	1921	1788	1679	1642	1583
	S.D	113.37	144.69	105.37	90.36	81.64
F1	$\bar{X}$	700	838	900	946	963
	S.D.	31.62	51.84	27.38	24.54	20.91

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	140	65	65
S.D.	6.86	5.58	6.41

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	8.37
S.D.	2.84

ภาพที่ 64 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [u: ju:]



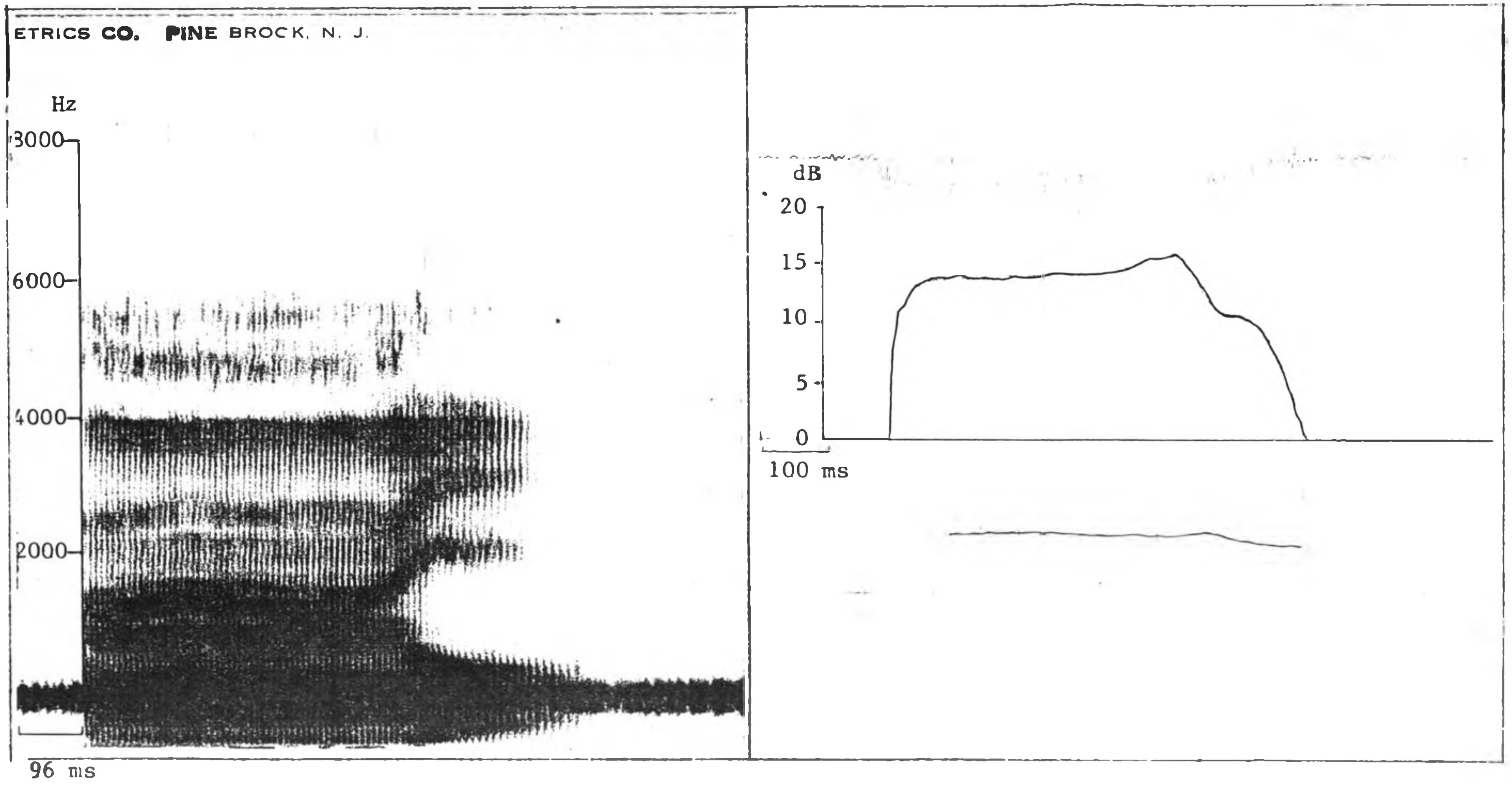
ตารางที่ 138 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /j/ ในคำว่า [u:ju:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)						
F4	$\bar{X}$	3509	3513	3483	3467	3558
	S.D.	73.59	91.85	108.03	112.50	123.15
F3	$\bar{X}$	2454	3096	3163	2917	2358
	S.D.	184.67	107.70	58.63	106.84	138.44
F2	$\bar{X}$	1500	2017	2017	2017	1500
	S.D.	49.31	93.09	93.09	93.09	49.31
F1	$\bar{X}$	338	321	317	321	338
	S.D.	20.91	24.57	25.81	25.81	20.91
ค่า F ของ Pre-C-F-Trans						
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	629	692	921	1300	2500
	S.D.	45.87	68.31	107.72	114.01	49.31
F1	$\bar{X}$	358	358	358	358	338
	S.D.	43.77	43.77	43.77	43.77	20.91
ค่า F ของ Post-C-F-Trans						
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	1500	1413	983	746	692
	S.D	49.37	185.57	147.19	71.44	87.55
F1	$\bar{X}$	338	358	358	358	358
	S.D.	20.91	43.77	43.77	43.77	43.77

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	139	72	72
S.D.	13.58	17.84	11.84

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	6.91
S.D.	2.23

ภาพที่ 65 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a: j]



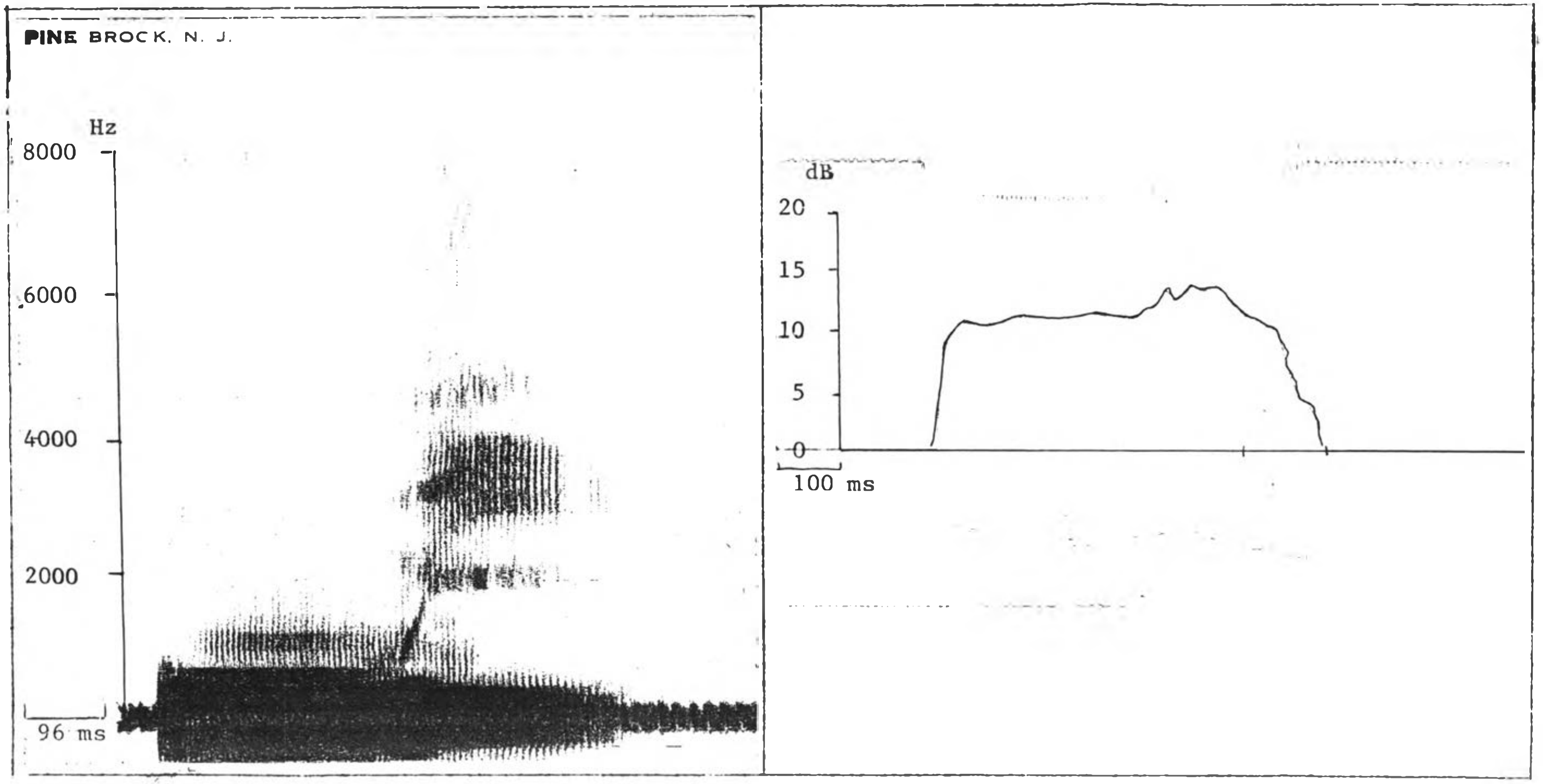
ตารางที่ 139 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /j/ ในคำว่า [a:j]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
	ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	4013	4042	4088	4088	4088
	S.D. :	89.09	89.09	73.59	144.69	144.69
F3	$\bar{X}$:	310.4	3333	3371	3379	3379
	S.D :	105.37	51.63	55.71	64.06	64.06
F2	$\bar{X}$	2042	3213	2317	2317	2317
	S.D. :	78.12	20.91	30.27	30.27	30.27
F1	$\bar{X}$	563	400	354	333	333
	S.D. :	58.63	41.83	36.79	37.63	37.63
	ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	4058	4045	4045	4042	4012
	S.D. :	93.09	99.26	99.26	103.27	89.09
F3	$\bar{X}$:	2875	2904	2929	2992	3104
	S.D. :	7416	62.08	67.85	49.15	105.37
F2	$\bar{X}$:	1621	1696	1825	2042	2042
	S.D. :	88.62	64.06	64.06	54.77	58.45
F1	$\bar{X}$:	1042	1004	913	750	563
	S.D. :	64.54	60.03	54.19	77.45	58.63

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans(ms)
$\bar{X}$:	208	72
S.D. :	17.91	8.98

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	9.38
S.D. :	1.47

<u>ภาพที่</u> 66 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [uːj]



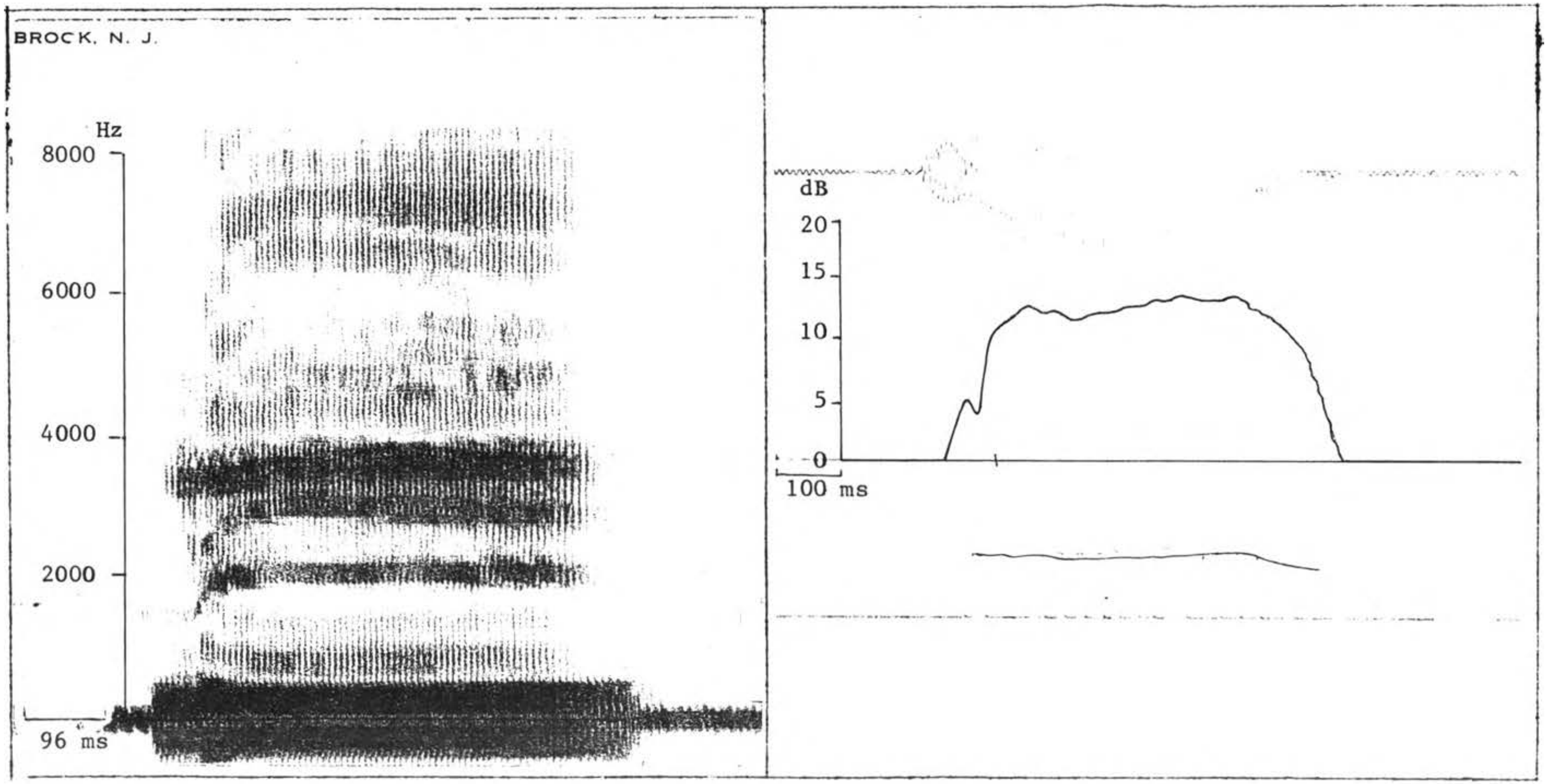
ตารางที่ 140 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /j/ ในคำว่า [uːj]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
		ค่าFของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3371	3633	3758	3833	3833
	S.D. :	87.20	70.11	51.63	51.63	51.63
F3	$\bar{X}$:	2333	3054	2354	3345	3363
	S.D :	81.64	74.86	51.03	81.26	66.61
F2	$\bar{X}$	1500	2100	2100	2100	2100
	S.D. :	176.36	64.06	64.06	64.06	64.06
F1	$\bar{X}$	304	300	300	300	300
	S.D. :	10.20	0.00	0.00	0.00	0.00
		ค่าF ของ Pre-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	621	642	738	1054	1500
	S.D. :	43.06	46.54	51.84	98.00	176.36
F1	$\bar{X}$:	333	333	333	333	304
	S.D. :	12.90	12.90	12.90	12.90	10.20

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans (ms)
$\bar{X}$:	202	99
S.D. :	14.02	12.14

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ (dB)
$\bar{X}$:	9.00
S.D. :	1.57

ภาพที่ 67 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [li:]



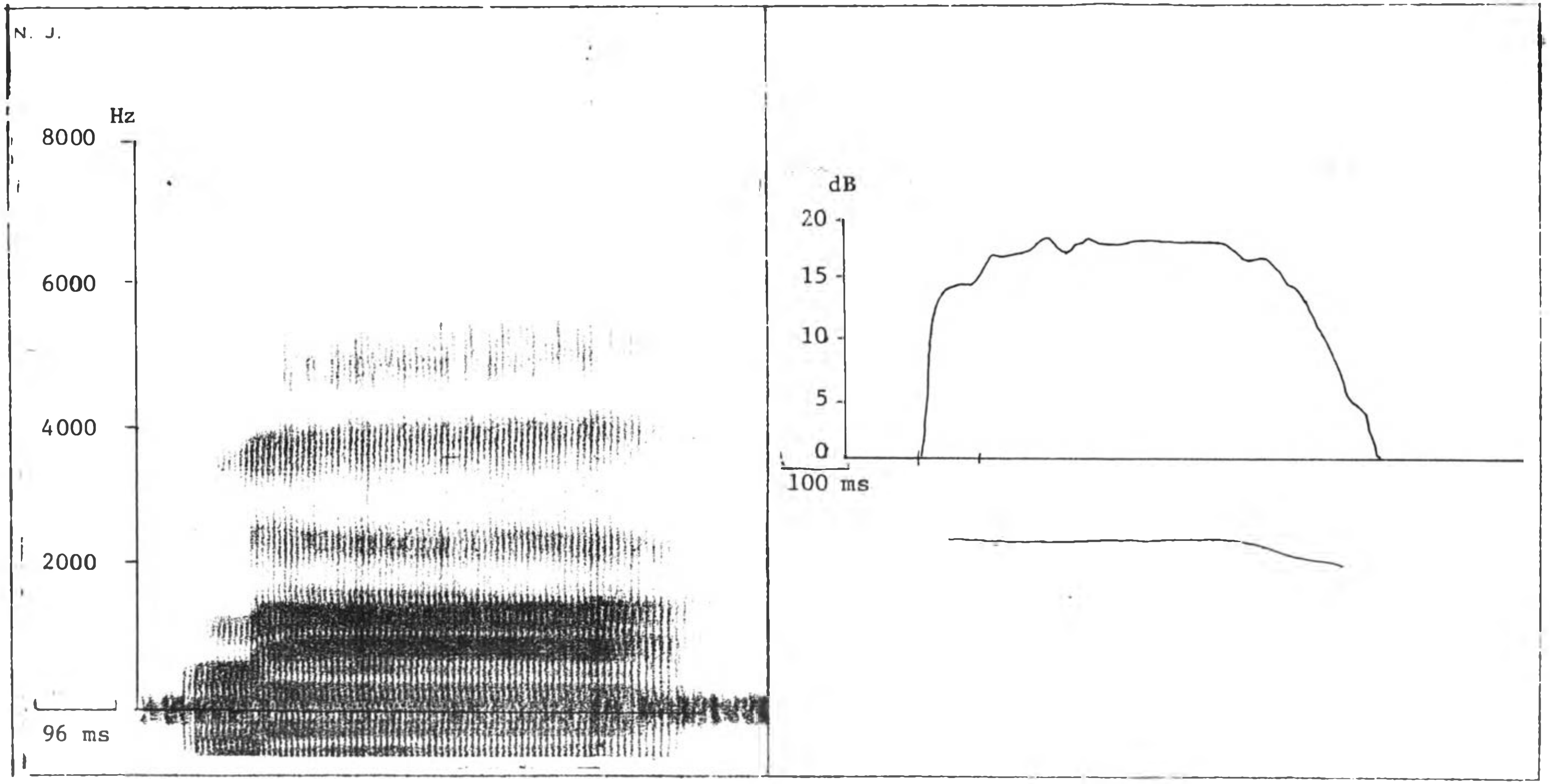
ตารางที่ 141 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /l/ ในคำว่า [li]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3558	3554	3542	3513	3500
	S.D. :	307.27	310.00	306.05	280.95	240.83
F3	$\bar{X}$:	2529	2529	2529	2529	2529
	S.D :	232.60	232.60	232.60	232.60	232.60
F2	$\bar{X}$:	1546	1546	1546	1546	1546
	S.D. :	89.09	89.09	89.09	98.09	98.09
F1	$\bar{X}$	363	363	363	363	363
	S.D. :	58.63	58.63	58.63	58.63	58.63
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3500	3492	3608	3671	3708
	S.D. :	240.83	232.73	192.78	183.31	159.42
F3	$\bar{X}$:	2529	2850	3046	3148	3167
	S.D. :	212.31	230.21	207.01	168.02	157.05
F2	$\bar{X}$:	1546	2096	2158	2196	2200
	S.D. :	89.09	114.00	116.90	124.91	129.42
F1	$\bar{X}$:	333	333	333	333	333
	S.D. :	58.45	58.45	85.45	85.45	85.45

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	59	97
S.D. :	6.88	13.95

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	6.75
S.D. :	2.01

__ภาพที่__ 68 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ˀla:]



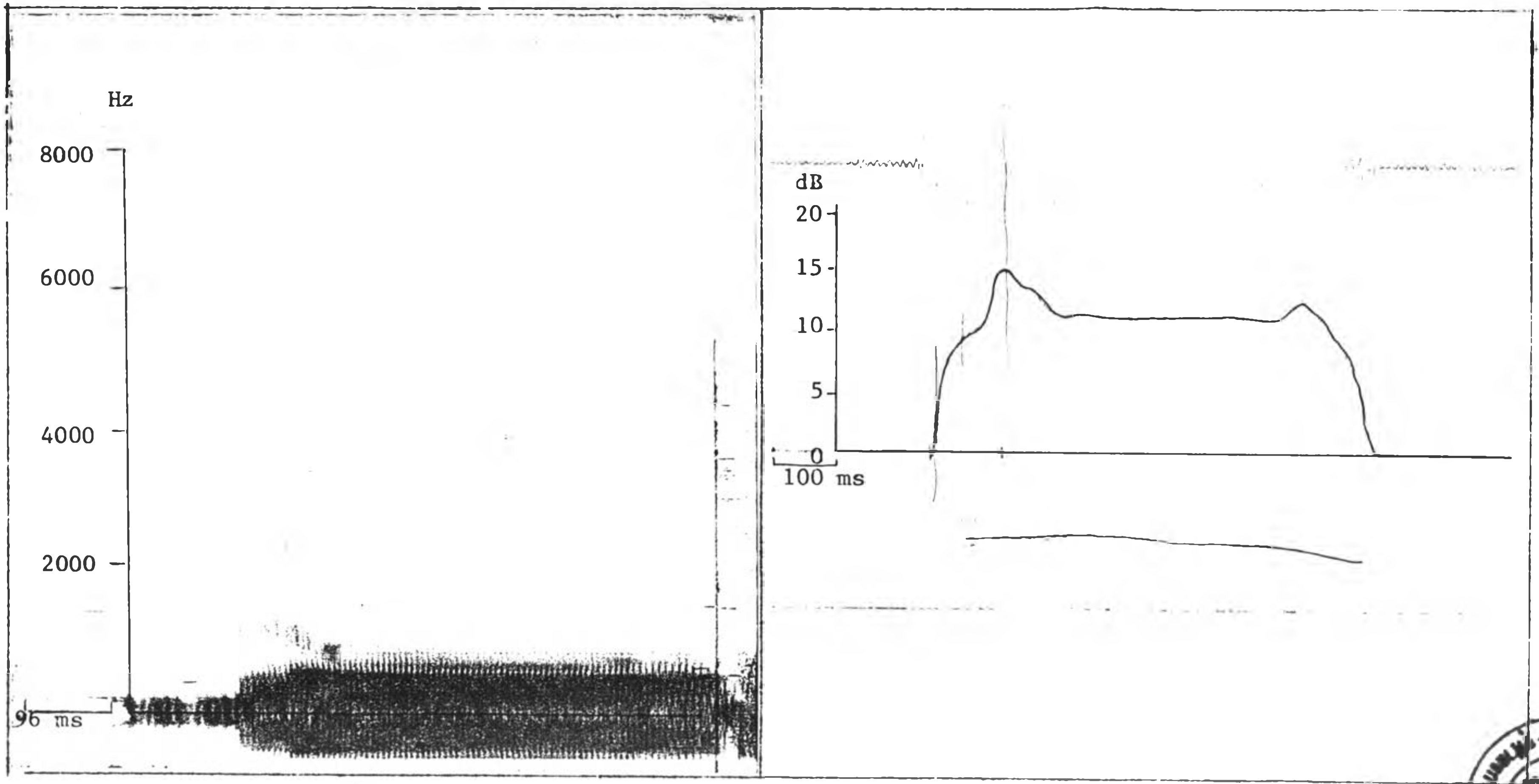
ตารางที่ 142 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /l/ ในคำว่า [la:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	4008	4008	4008	4008	4008
	S.D. :	102.06	102.06	102.06	102.06	102.06
F3	$\bar{X}$:	2596	2596	2596	2596	2596
	S.D :	105.37	105.37	105.37	105.37	105.37
F2	$\bar{X}$:	1325	1325	1325	1325	1325
	S.D. :	45.87	45.87	45.87	45.87	45.87
F1	$\bar{X}$	596	596	596	596	596
	S.D. :	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	4008	4008	4008	4008	4008
	S.D. :	102.06	102.06	102.06	102.06	102.06
F3	$\bar{X}$:	2596	2666	2646	2629	2613
	S.D. :	105.37	49.15	48.51	55.71	56.45
F2	$\bar{X}$:	1246	1379	1446	1483	1496
	S.D. :	45.87	45.87	29.22	20.41	18.81
F1	$\bar{X}$:	596	846	929	996	1020
	S.D. :	10.20	33.22	24.57	51.03	43.06

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans (ms)
$\bar{X}$:	78	84
S.D. :	0.75	12.72

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	10.66
S.D. :	1.94

<u>ภาพที่</u> 69 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [lu:]



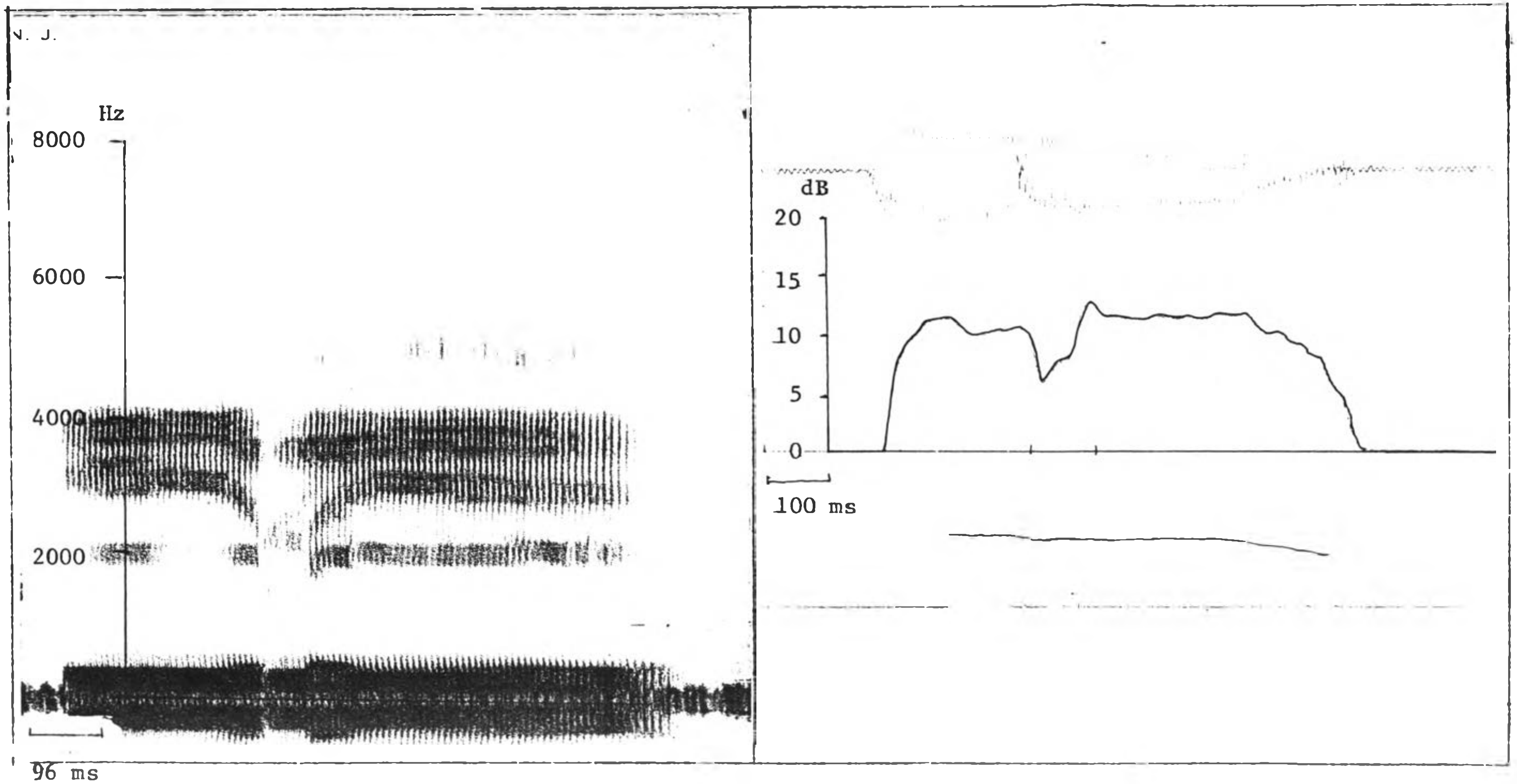
ตารางที่ 143 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /l/ ในคำว่า [lu:]

	ค่า ＼ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$:	1275	1275	1275	1275	1275
	S.D. :	60.55	60.55	60.55	60.55	60.55
F1	$\bar{X}$	338	338	338	338	338
	S.D. :	54.20	54.20	54.20	54.20	54.20
	ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	1275	1104	904	717	629
	S.D. :	60.55	95.41	82.79	91.74	67.85
F1	$\bar{X}$:	338	338	338	338	338
	S.D. :	54.20	54.20	54.20	54.20	54.20

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของ F-Trans (ms)
$\bar{X}$:	76	95
S.D. :	8.57	41.94

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	8.91
S.D. :	0.89

ภาพที่ 70 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [i:ʔi:]



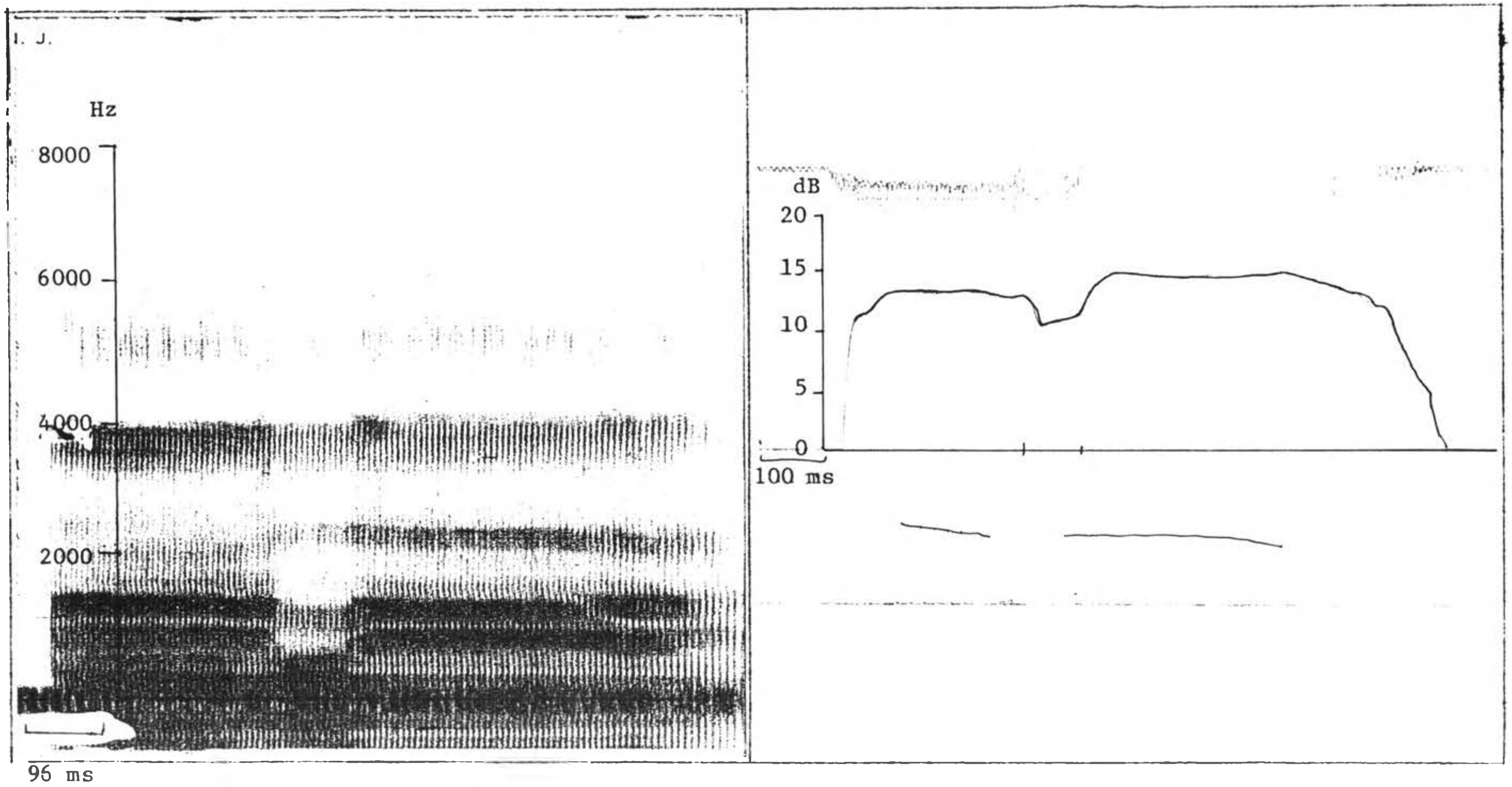
ตารางที่ 144 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /l/ ในคำว่า [iː liː]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$	3763	3771	3775	3783	3783
	S.D.	72.02	65.99	67.08	73.60	73.60
F3	$\bar{X}$	3258	2421	2517	2517	2658
	S.D.	124.106	110.02	80.10	80.10	145.49
F2	$\bar{X}$	1654	1654	1654	1654	1654
	S.D.	92.75	92.75	92.75	92.75	92.75
F1	$\bar{X}$	300	300	300	300	300
	S.D.	44.72	44.72	44.72	44.72	44.72
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3783	3821	3858	3896	3900
	S.D.	73.59	91.40	111.43	95.45	92.19
F3	$\bar{X}$	2588	2929	3079	3175	3225
	S.D.	149.79	110.01	128.85	114.01	111.80
F2	$\bar{X}$	1654	2200	2225	2233	2238
	S.D.	92.75	57.00	50.00	49.15	51.84
F1	$\bar{X}$	300	300	300	300	300
	S.D.	44.72	44.72	44.72	44.72	44.72
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3904	3904	3900	3825	3721
	S.D.	131.73	131.73	124.49	82.45	78.12
F3	$\bar{X}$	3292	3292	3213	3046	2754
	S.D.	131.02	131.02	136.70	137.31	126.90
F2	$\bar{X}$	2267	2258	2250	2225	1654
	S.D	143.75	58.45	65.19	74.16	92.75
F1	$\bar{X}$	300	300	300	300	300
	S.D.	44.72	44.72	44.72	44.72	44.72

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	66	63	66
S.D.	6.22	11.06	6.22

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	8.33
S.D.	1.67

ภาพที่ 71 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [a: la:]



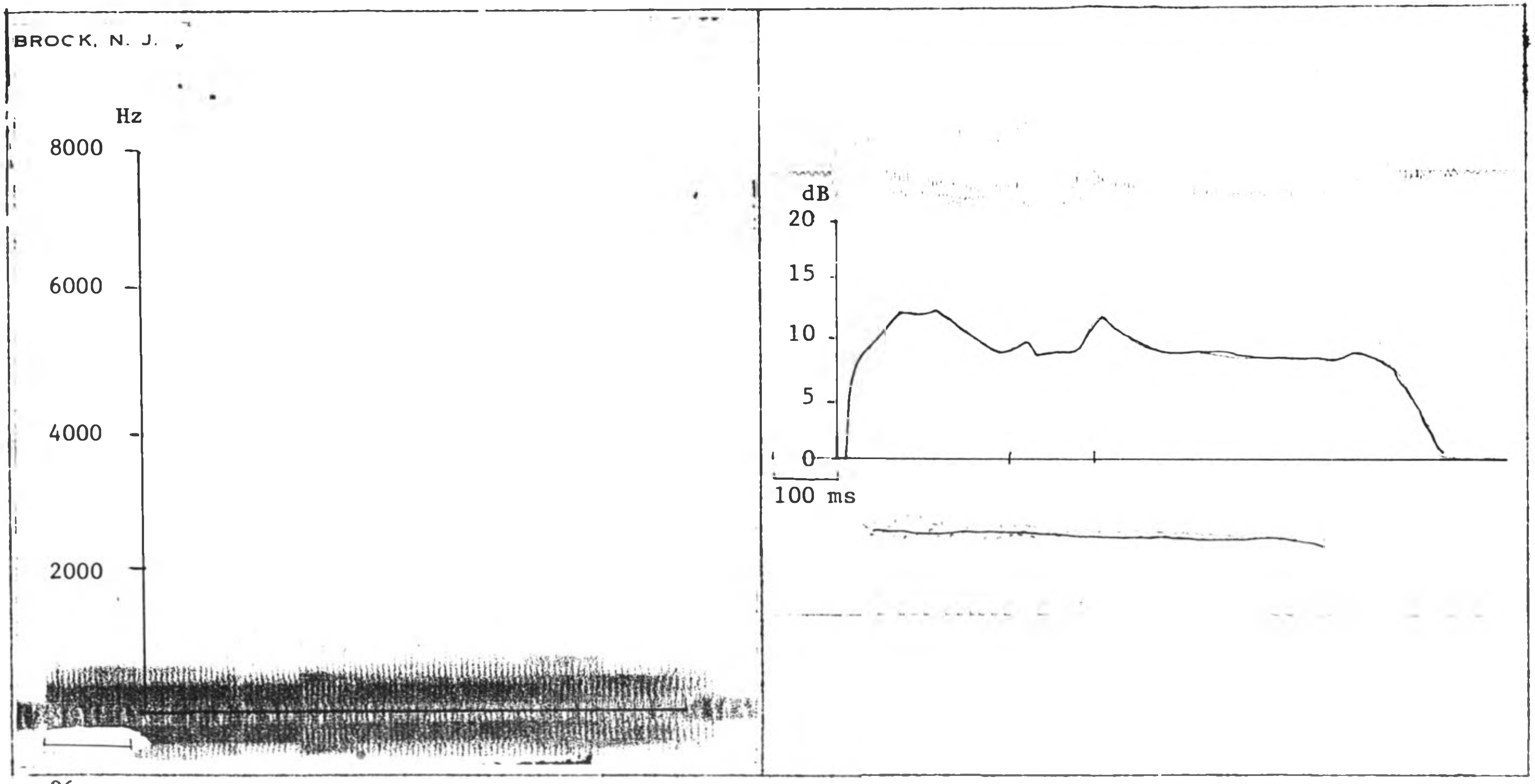
ตารางที่ 145 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /l/ ในคำว่า [a:la:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	X̄	4021	4021	4021	4021	4021
	S.D.	64.06	64.06	64.06	64.06	64.06
F3	X̄	2683	2683	2683	2683	2683
	S.D.	132.91	132.91	132.91	132.91	132.91
F2	X̄	1354	1354	1354	1354	1354
	S.D.	55.71	55.71	55.71	55.71	55.71
F1	X̄	633	633	633	633	633
	S.D.	40.82	40.82	40.82	40.82	40.82
	ค่า F ของ Pre-C-F-Trans					
F4	X̄	4025	4108	4142	4138	4142
	S.D.	67.08	66.45	87.55	80.23	81.55
F3	X̄	2696	2683	2654	2642	2638
	S.D.	120.84	121.10	119.80	143.75	144.69
F2	X̄	1354	1417	1479	1508	1525
	S.D.	55.71	62.58	36.79	51.63	52.44
F1	X̄	683	904	996	1017	1050
	S.D.	60.55	45.87	40.05	37.63	15.81
	ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	X̄	4096	4096	4079	4075	4021
	S.D.	57.91	57.91	40.05	44.72	64.06
F3	X̄	2483	2504	2521	2554	2588
	S.D.	146.14	149.51	132.68	122.89	1226.24
F2	X̄	1542	1533	1517	1483	1354
	S.D	66.45	60.55	51.63	54.00	55.71
F1	X̄	1079	1063	1046	996	708
	S.D.	73.17	89.09	79.71	81.26	106.84

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	78	73	70
S.D.	2.81	12.40	11.02

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	12.00
S.D.	1.67

ภาพที่ 72 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [μ:lu:]



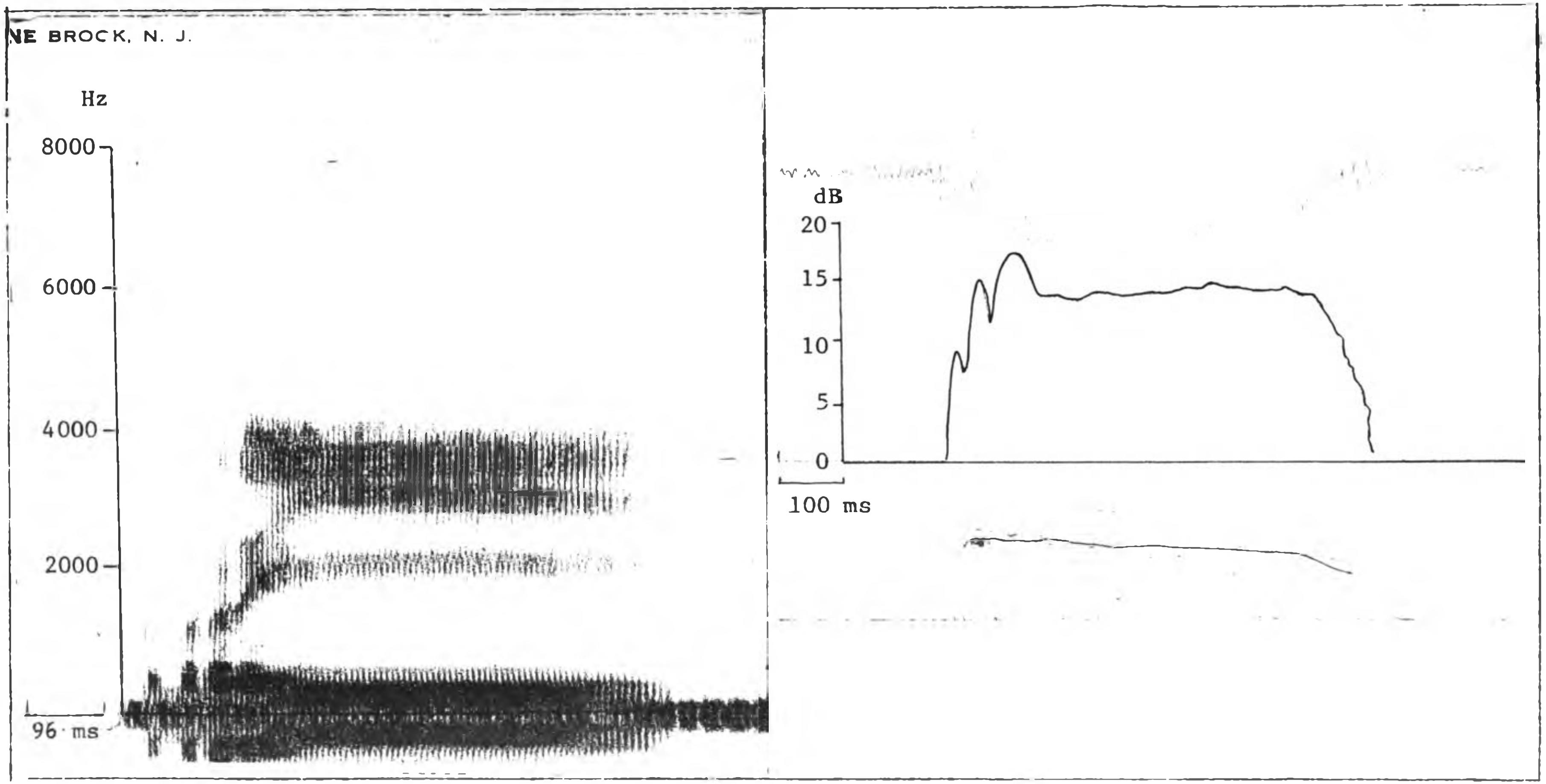
ตารางที่ 146 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /l/ ในคำว่า [u:lu:]

	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100
ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)						
F4	X̄					
	S.D.					
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	1146	1146	1146	1146	1146
	S.D.	64.06	14.06	14.06	64.06	14.06
F1	X̄	354	354	354	354	354
	S.D.	33.23	33.23	33.23	33.23	33.23
ค่า F ของ Pre-C-F-Trans						
F4	X̄					
	S.D.					
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	1146	1017	867	792	746
	S.D.	64.06	116.90	110.30	106.84	95.41
F1	X̄	488	442	417	408	392
	S.D.	64.71	33.63	37.63	43.77	49.75
ค่า F ของ Post-C-F-Trans						
F4	X̄					
	S.D.					
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	717	721	788	921	1146
	S.D	137.53	135.47	116.99	67.88	64.06
F1	X̄	425	429	433	446	467
	S.D.	50.00	57.91	66.45	71.44	91.74

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	79	99	87
S.D.	13.37	10.89	12.21

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	10.50
S.D.	1.86

ภาพที่ 73 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ri:]



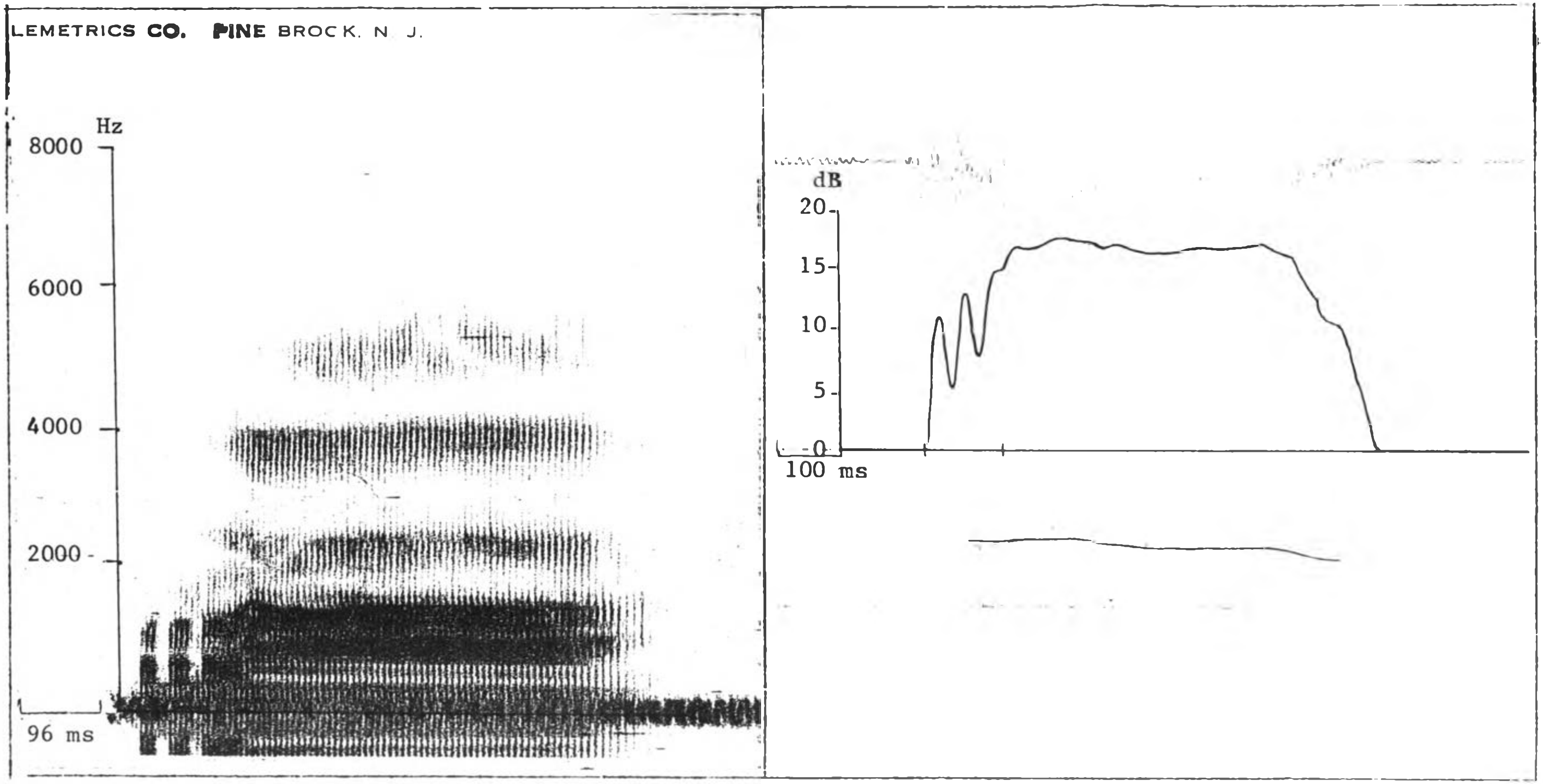
ตารางที่ 147 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /r/ ในคำว่า [ri:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$:	1280	1280	1280	1280	1280
	S.D. :	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
F1	$\bar{X}$	579	579	579	579	579
	S.D. :	48.51	48.51	48.51	48.51	48.51
	ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)					
F4	$\bar{X}$:	3779	3908	3954	3962	3975
	S.D. :	138.21	110.30	81.26	78.66	79.05
F3	$\bar{X}$:	2600	2946	3179	3300	3313
	S.D. :	96.17	92.75	89.00	103.68	104.58
F2	$\bar{X}$:	1280	2146	2250	2279	2292
	S.D. :	45.00	67.85	47.43	55.71	60.55
F1	$\bar{X}$:	579	475	417	392	371
	S.D. :	48.51	22.36	34.15	34.15	51.03

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans (ms)
$\bar{X}$:	106	87
S.D. :	14.34	9.85

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	11.25
S.D. :	1.66

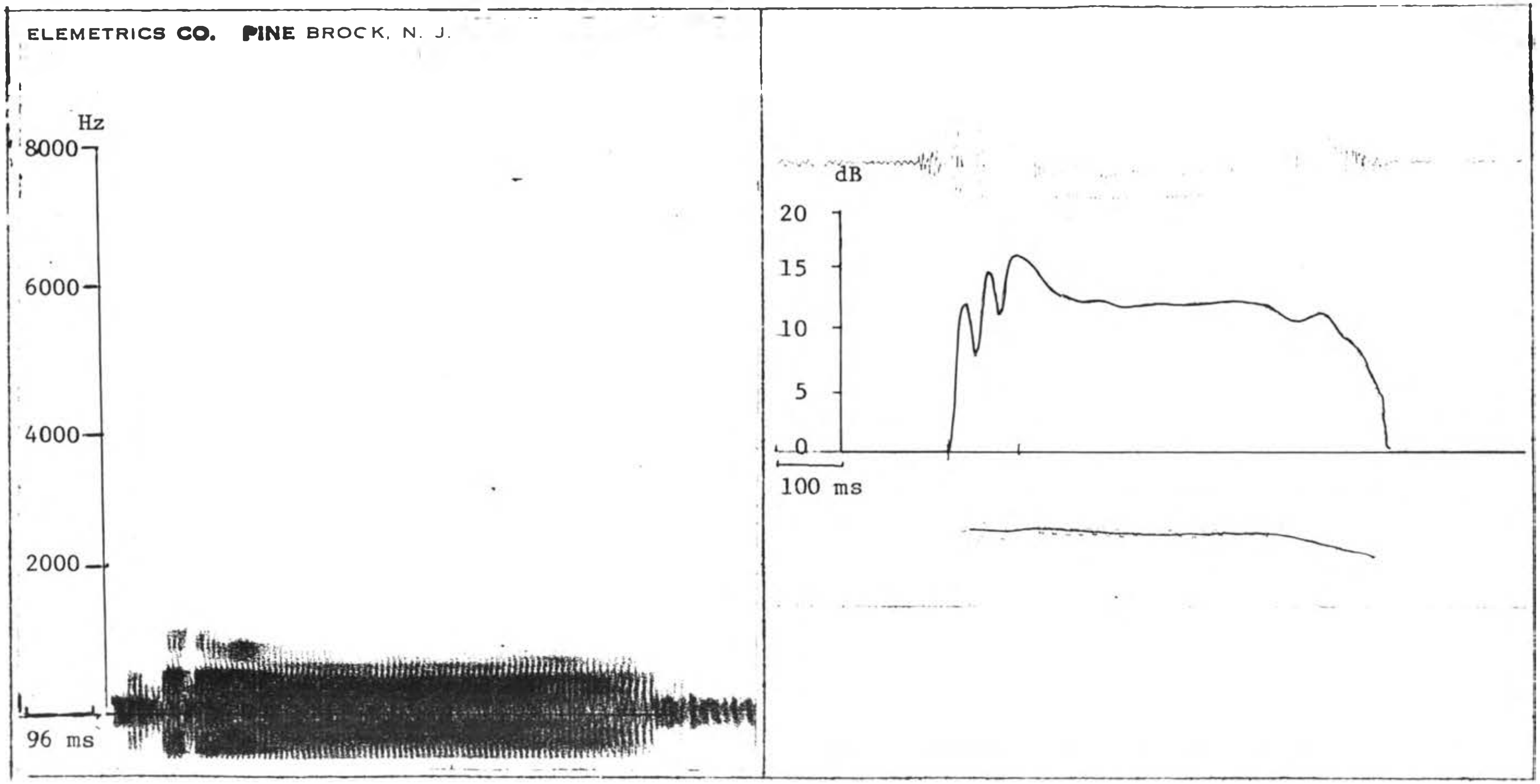
ภาพที่ 74 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ra:]



ตารางที่ 148 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /r/ ในคำว่า [ra:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100%
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$:	1217	1217	1217	1217	1217
	S.D. :	56.27	56.27	56.27	56.27	56.27
F1	$\bar{X}$	613	613	613	613	613
	S.D. :	34.46	34.46	34.46	34.46	34.46
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:	3788	3850	3883	3900	3908
	S.D. :	127.23	17.26	121.10	119.27	120.69
F3	$\bar{X}$:	2054	2100	2204	2321	2488
	S.D. :	69.67	41.83	40.05	48.51	66.61
F2	$\bar{X}$:	2117	1308	1383	1438	1423
	S.D. :	56.27	60.55	49.15	54.19	49.37
F1	$\bar{X}$:	613	775	892	958	983
	S.D. :	34.46	47.43	46.54	60.55	37.63
		ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)		ค่าระยะเวลาของF-Trans (ms)		
	$\bar{X}$:	104		80		
	S.D. :	5.17		12.11		
		ค่าความเข้มของเสียง (dB)				
	$\bar{X}$:	12				
	S.D. :	1.41				

ภาพที่ 75 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ru:]



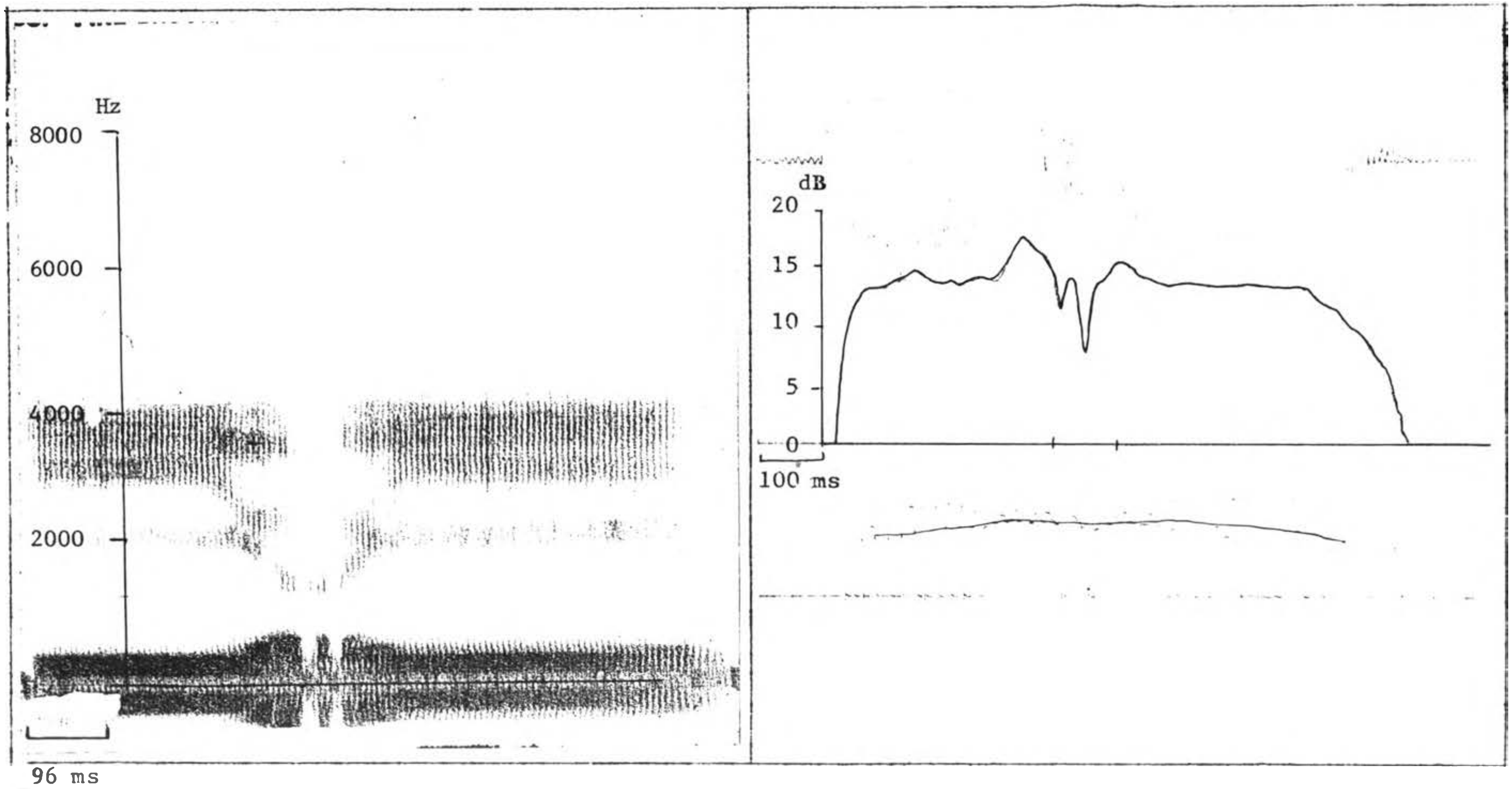
ตารางที่ 149 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /r/ ในคำว่า [ruː]

		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
	จุดที่ / ค่า	0	25%	50%	75%	100%
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D :					
F2	$\bar{X}$:	1121	1121	1121	1121	1121
	S.D. :	45.87	45.87	45.87	45.87	45.87
F1	$\bar{X}$	558	558	558	558	558
	S.D. :	20.41	20.41	20.41	20.41	20.41
		ค่า F ของ Post-C-Trans (Hz)				
F4	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F3	$\bar{X}$:					
	S.D. :					
F2	$\bar{X}$:	1121	1004	858	754	679
	S.D. :	45.87	117.70	120.06	71.44	18.81
F1	$\bar{X}$:	558	358	358	358	358
	S.D. :	20.41	51.63	51.63	51.63	51.63

	ค่าระยะเวลาของระยะคงที่ (ms)	ค่าระยะเวลาของF-Trans (ms)
$\bar{X}$:	105	98
S.D. :	17.81	11.79

	ค่าความเข้มของเสียง (dB)
$\bar{X}$:	10.50
S.D. :	1.99

ภาพที่ 76 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกกราฟของคำว่า [i:ri:]



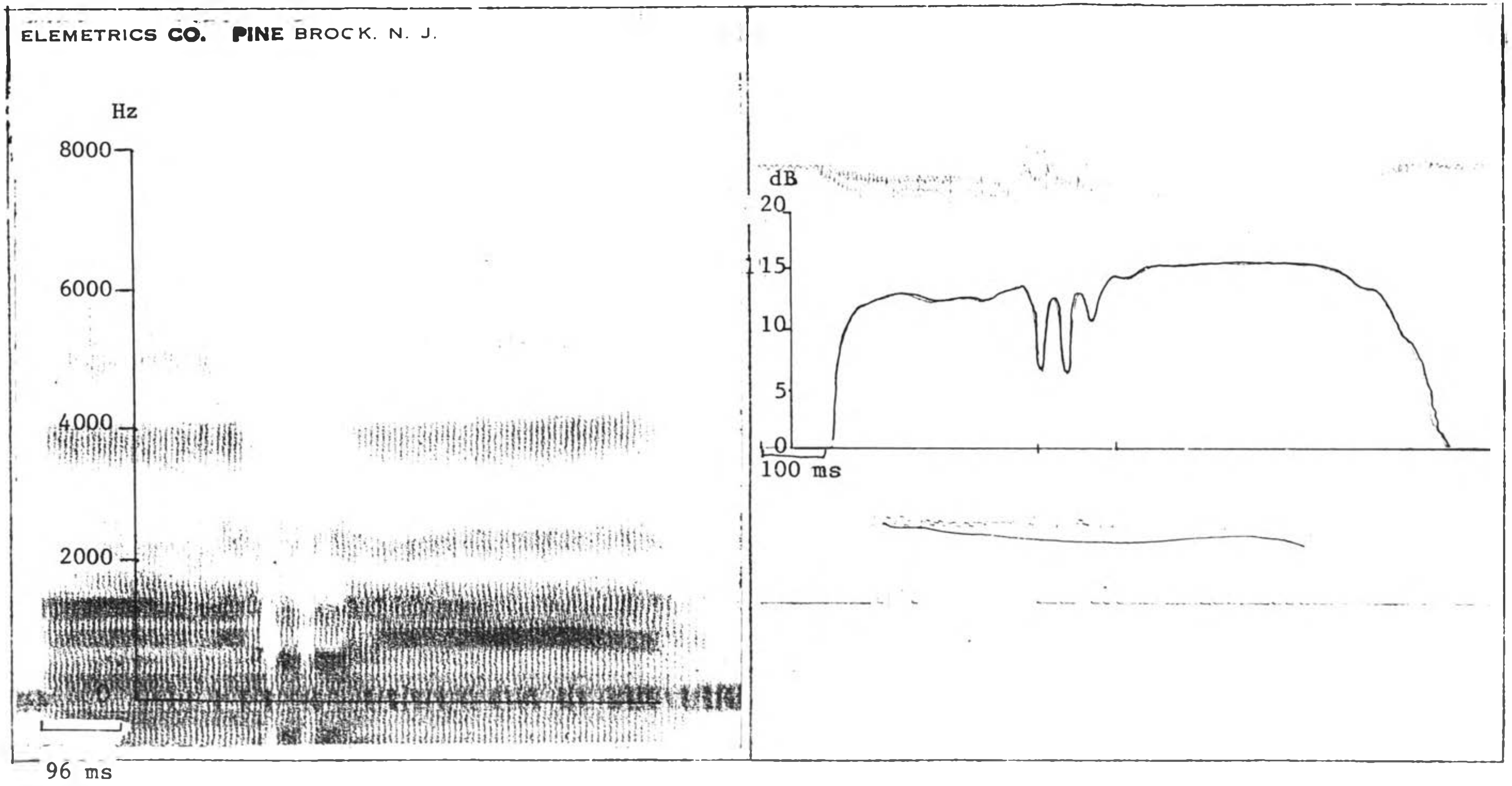
ตารางที่ 150 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /r/ ในคำว่า [i:ri:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	1550	1550	1550	1550	1550
	S.D.					
F1	$\bar{X}$	558	558	558	558	558
	S.D.					
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3883	3938	3967	3975	3975
	S.D.	73.59	34.46	37.63	50.00	50.00
F3	$\bar{X}$	2654	2954	3175	3267	3300
	S.D.	90.02	119.80	107.23	56.27	67.08
F2	$\bar{X}$	1658	2233	2267	2292	2296
	S.D.	108.01	76.91	76.91	40.82	36.79
F1	$\bar{X}$	571	483	425	413	413
	S.D.	24.57	37.63	35.35	26.22	26.22
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3938	3925	3863	3800	3750
	S.D.	114.83	108.39	94.53	93.54	106.06
F3	$\bar{X}$	3308	3279	3096	2888	2650
	S.D.	60.55	76.51	90.02	89.09	85.14
F2	$\bar{X}$	2296	2296	2275	2250	2071
	S.D	45.87	45.83	20.00	41.83	18.56
F1	$\bar{X}$	396	400	413	433	571
	S.D.	45.87	52.44	62.74	70.11	24.53

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	108	76	72
S.D.	10.68	13.06	11.64

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	12.41
S.D.	2.07

ภาพที่ 77 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [aːraː]



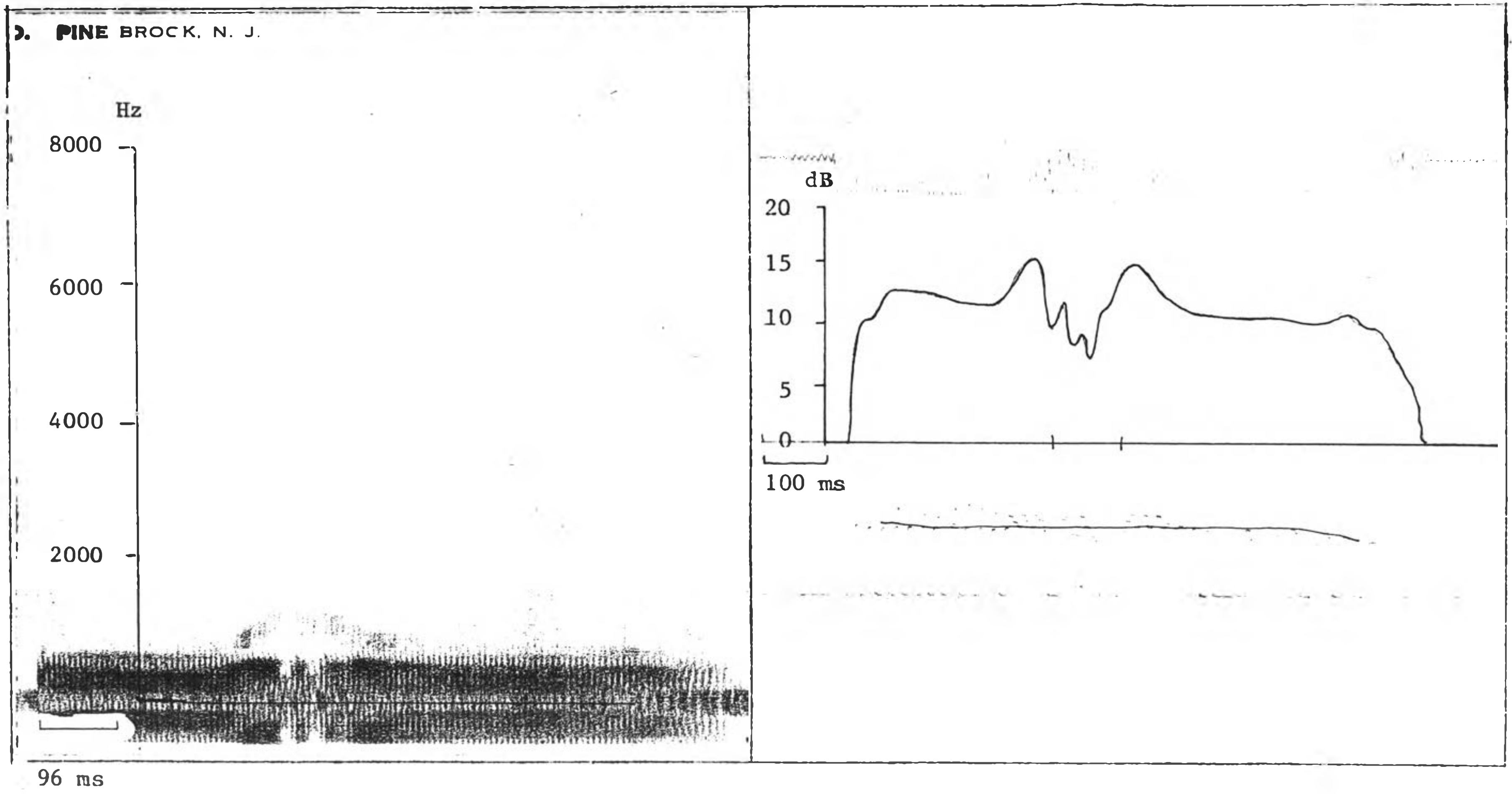
ตารางที่ 151 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /r/ ในคำว่า [a:ra:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
		ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	1413	1346	1346	1346	1383
	S.D.	66.61	33.22	32.22	33.22	81.64
F1	$\bar{X}$	892	646	646	646	775
	S.D.	58.45	51.03	51.03	51.03	75.82
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	4013	4046	4063	4071	4071
	S.D.	89.09	96.71	95.85	102.97	102.97
F3	$\bar{X}$	2336	2396	2400	2408	2429
	S.D.	97.14	76.51	57.00	56.27	45.89
F2	$\bar{X}$	1383	1438	1500	1525	1538
	S.D.	81.64	87.67	63.24	74.16	75.41
F1	$\bar{X}$	775	871	954	988	1013
	S.D.	75.82	95.41	36.79	41.07	51.84
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	4058	4050	4008	3971	3904
	S.D.	58.45	70.71	88.97	82.78	88.02
F3	$\bar{X}$	2525	2525	2508	2463	2425
	S.D.	117.26	117.26	73.58	62.74	107.23
F2	$\bar{X}$	1538	1538	1517	1467	1412
	S.D	64.71	64.71	37.63	66.45	66.61
F1	$\bar{X}$	1042	1038	1025	971	892
	S.D.	66.45	62.74	59.16	87.20	58.45

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	109	71	56
S.D.	8.45	10.11	7.91

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	14.41
S.D.	1.96

ภาพที่ 78 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ˈu:ru:]



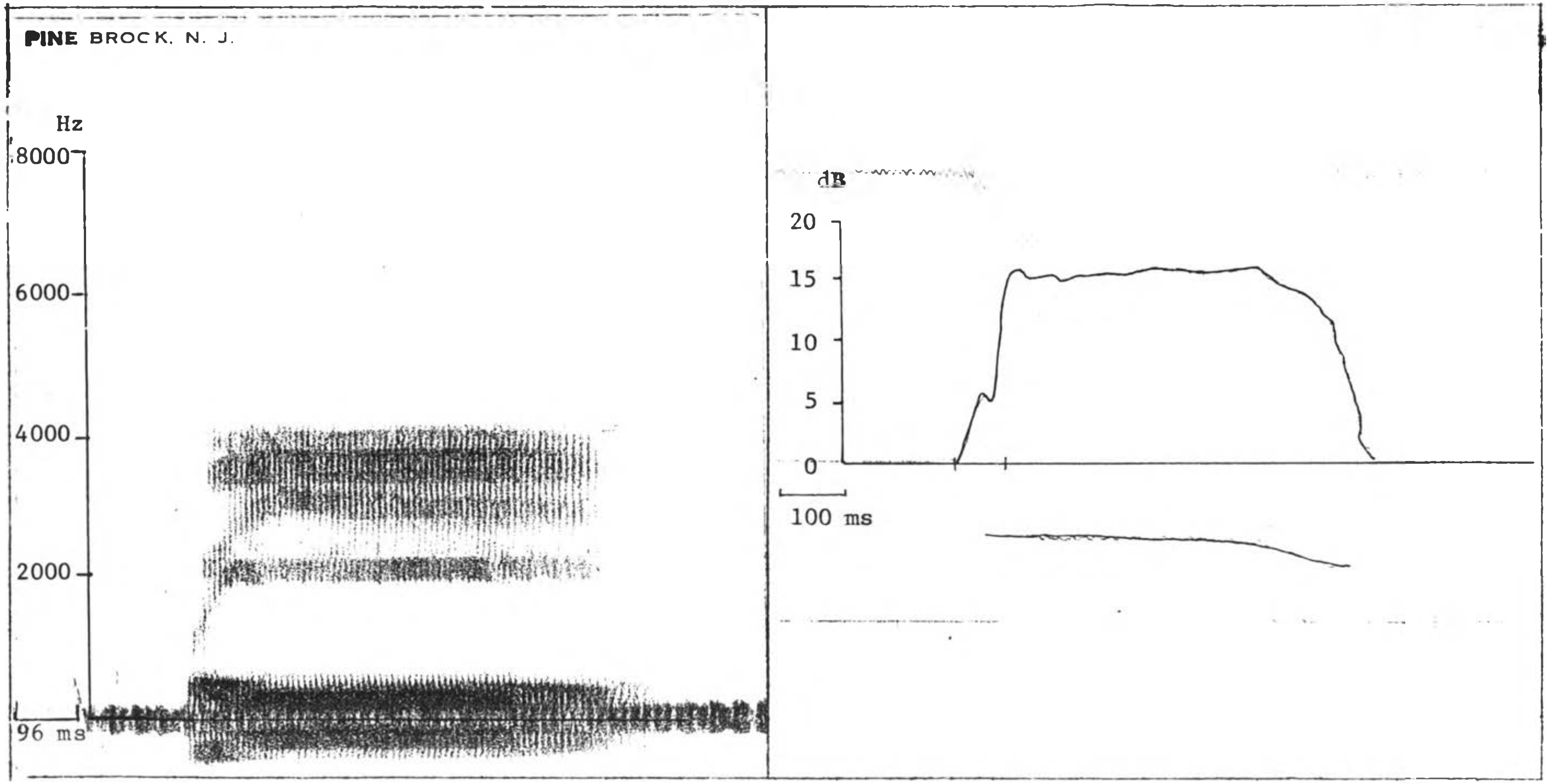
ตารางที่ 152 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /r/ ในคำว่า [u:ru:]

	ค่า \ จุดที่	0	25%	50%	75%	100
	ค่า F ของระยะคงที่ของพยัญชนะ (Hz)					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	1150	1225	1225	1225	1129
	S.D.	79.05	22.36	22.36	22.36	78.12
F1	$\bar{X}$	508	508	508	508	504
	S.D.	43.77	43.77	43.77	43.77	36.79
	ค่า F ของ Pre-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	1129	996	842	750	713
	S.D.	78.12	51.03	40.82	63.24	51.84
F1	$\bar{X}$	504	471	417	408	392
	S.D.		43.06	70.11	58.45	58.45
	ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	679	704	817	996	1150
	S.D	55.71	64.06	104.43	98.00	79.05
F1	$\bar{X}$	388	392	429	279	508
	S.D.	64.71	71.87	53.42	40.52	43.77

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	101	84	84
S.D.	16.03	26.13	15.80

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	10.50
S.D.	2.22

ภาพที่ 79 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [fi:]



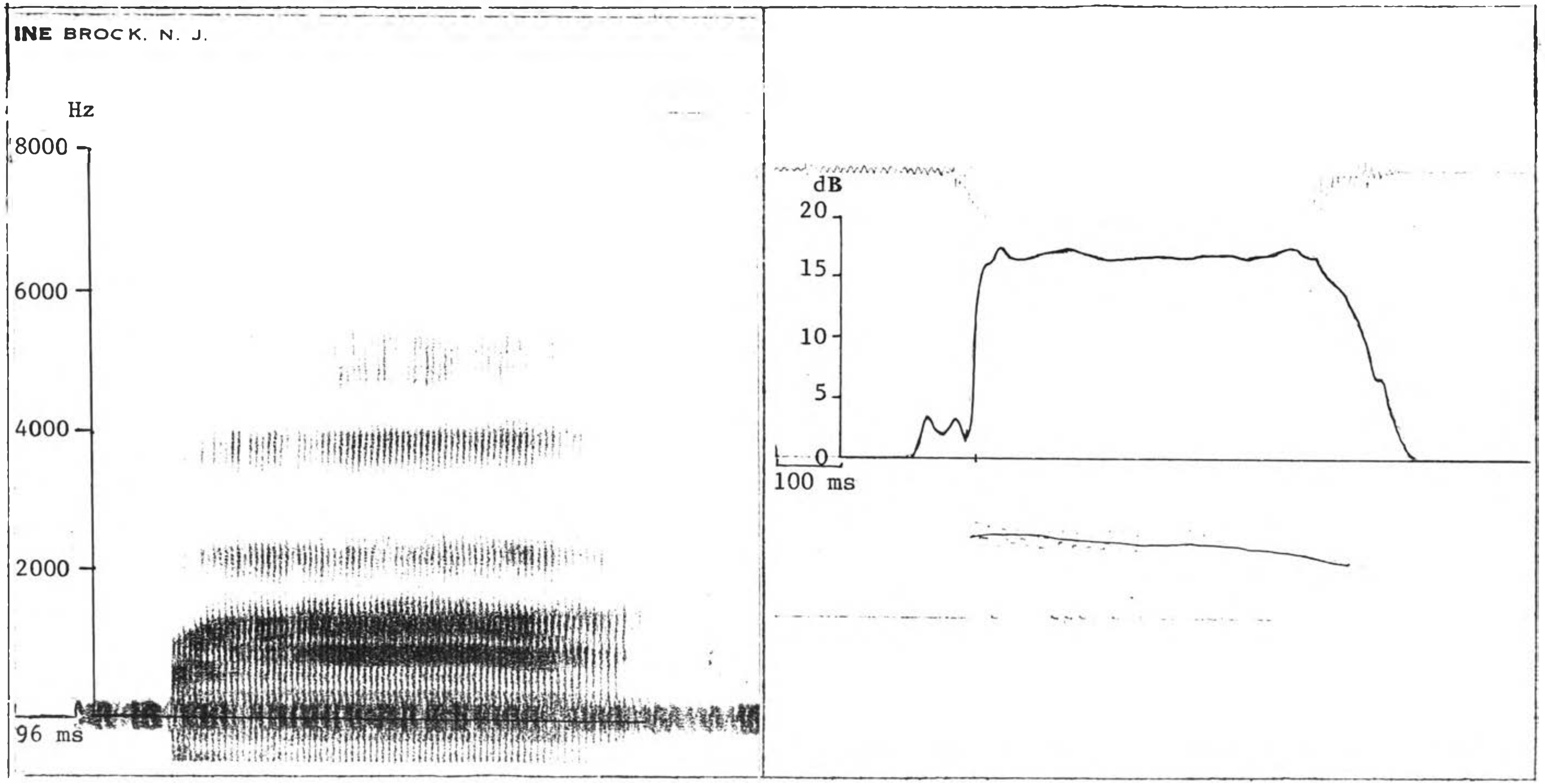
ตารางที่ 153 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /f/ ในคำว่า [fi:]

		พิสัยการกำทอน				ค่า R
	X̄	1608-8000				-
	S.D.	-				-
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	X̄	3567	3742	3858	3883	3896
	S.D.	98.31	131.02	90.36	94.42	78.12
F3	X̄	2050	2462	2871	3117	3208
	S.D.	100.00.	115.92	134.55	111.43	93.09
F2	X̄	1117	1783	2196	2258	2271
	S.D.	117.79	134.78	105.37	68.31	69.67
F1	X̄	500	429	392	367	354
	S.D.	54.77	10.20	34.15	25.87	24.57

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	93	99
S.D.	5.58	19.50

	ความเข้มของเสียง
X̄	3.25
S.D.	1.96

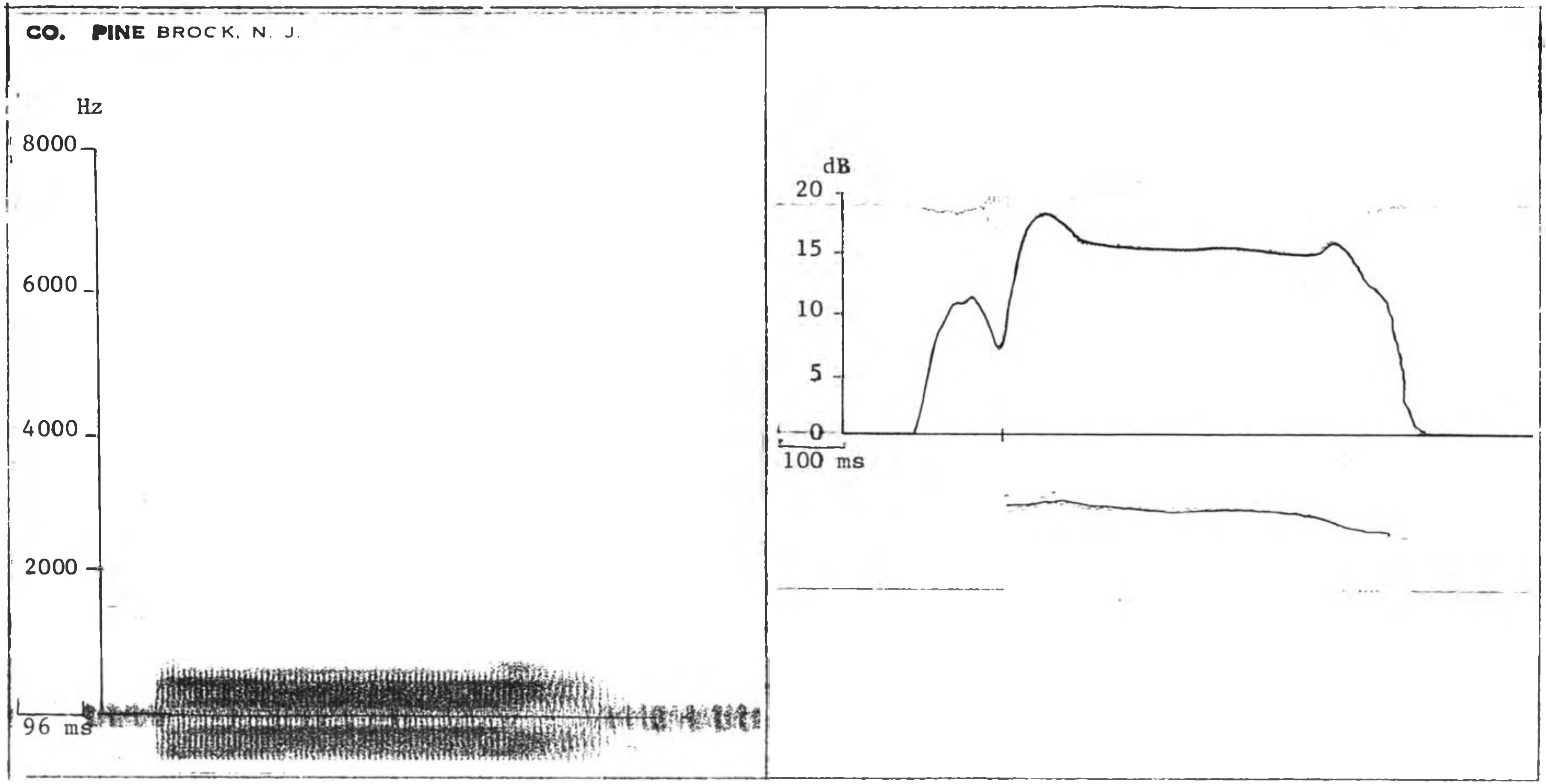
ภาพที่ 80 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [fa:]



ตารางที่ 154 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /f/ ในคำว่า [fa:]

		พิสัยการกำทอน			ค่า R	
	$\bar{X}$	1242-8000			-	-
	S.D.	-			-	-
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3767	3913	4021	4079	4104
	S.D.	86.12	34.46	43.06	43.06	59.67
F3	$\bar{X}$	2288	2354	2413	2463	2500
	S.D.	51.81	43.06	58.63	84.77	100.00
F2	$\bar{X}$	995	1167	1304	1396	1446
	S.D.	33.22	37.63	29.22	40.05	18.81
F1	$\bar{X}$	425	642	858	929	975
	S.D.	31.62	34.15	46.54	51.03	50.00
		ระยะเวลาของระยะคงที่			ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans	
	$\bar{X}$	94			94	
	S.D.	11.55			13.68	
		ความเข้มของเสียง				
	$\bar{X}$	2.08				
	S.D.	0.91				

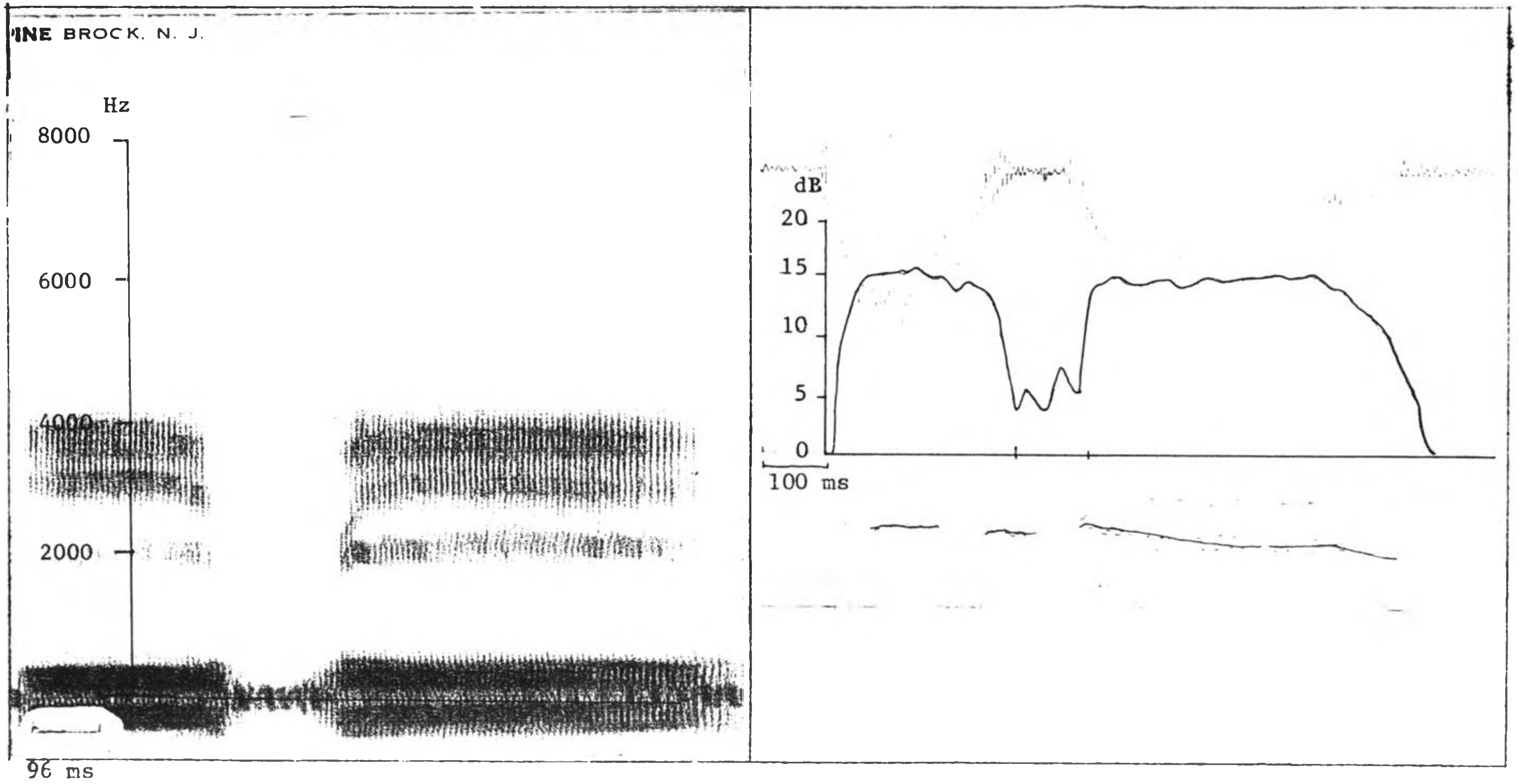
ภาพที่ 81 **แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า** [fu:]



ตารางที่ 155 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /f/ ในคำว่า [fuː]

		พิสัยการกำทอน			ค่า R	
	$\bar{X}$	958-8000			-	-
	S.D.	-			-	-
	ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	825	800	758	758	758
	S.D.	40.25	40.50	56.27	56.27	56.27
F1	$\bar{X}$	480	400	400	400	400
	S.D.	31.62	31.62	31.62	31.62	31.62
	ระยะเวลาของระยะคงที่			ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans		
	$\bar{X}$	96		30		
	S.D.	17.79		-		
	ความเข้มของเสียง					
	$\bar{X}$	3.37				
	S.D.	0.81				

ภาพที่ 82 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [i: f i:]



ตารางที่ 156 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /f/ ในคำว่า [i:fi:]

	พิสัยการกำทอน	ค่า R	
$\bar{X}$	1796-8000	-	-
S.D.	-	-	-

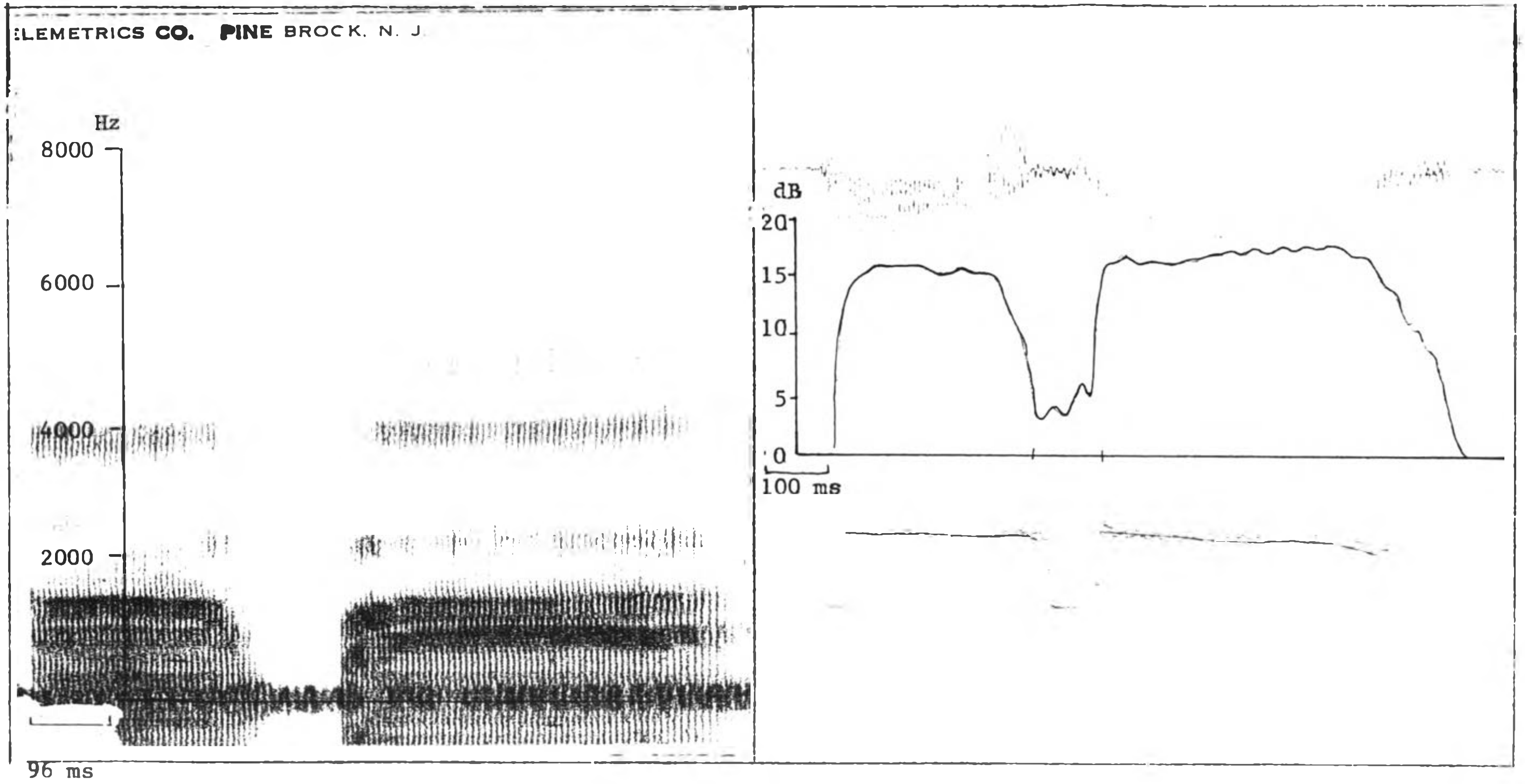
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3929	3900	3800	3704	3529
	S.D.	73.17	112.91	104.88	124.91	134.55
F3	$\bar{X}$	3350	3325	3184	2946	2592
	S.D.	126.49	133.22.	143.75	194.56	236.99
F2	$\bar{X}$	2296	2292	2271	2250	2054
	S.D.	71.44	81.64	88.62	75.82	117.70
F1	$\bar{X}$	379	379	379	379	379
	S.D.	36.79	36.79	36.79	36.79	36.79

		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3629	3729	3800	3829	2850
	S.D.	73.17	76.51	90.82	51.03	57.00
F3	$\bar{X}$	2308	2638	2933	3100	3192
	S.D.	127.14	211.39	184.16	89.44	46.54
F2	$\bar{X}$	1767	2083	2275	2283	2292
	S.D	247.24	154.65	59.16	45.15	
F1	$\bar{X}$	446	404	392	388	383
	S.D.	43.06	48.51	53.79	44.01	46.54

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	117	84	84
S.D.	14.57	9.42	4.06

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	3.66
S.D.	1.99

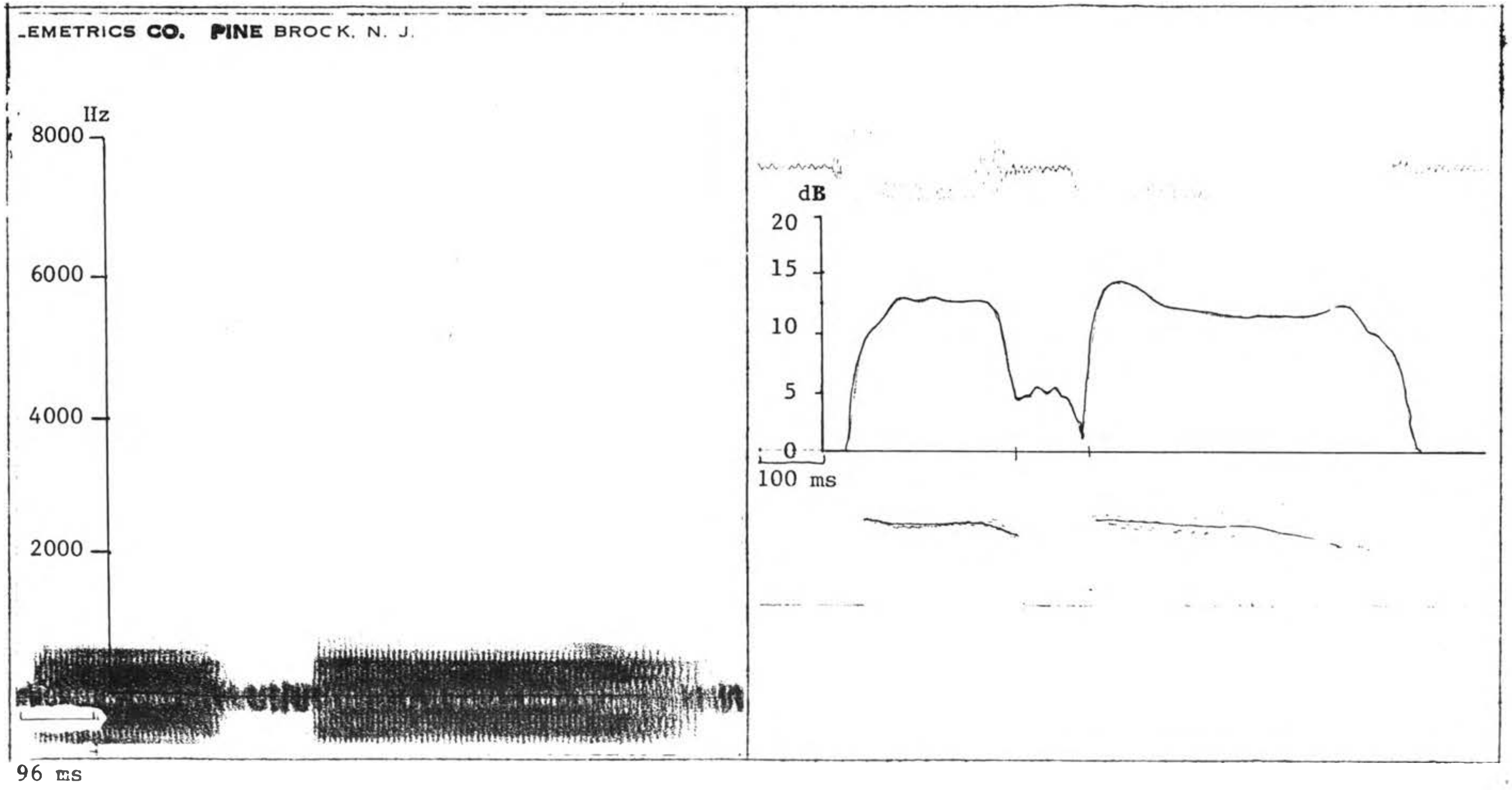
ภาพที่ 83 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a: fa:]



ตารางที่ 157 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /f/ ในคำว่า [a:fa:]

		พิสัยการกำทอน				ค่า R
	$\bar{X}$	1485-8000				-
	S.D.	-				-
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	4121	4108	4067	4038	3958
	S.D.	73.17	68.31	37.63	34.46	73.59
F3	$\bar{X}$	2663	2625	2563	2458	2392
	S.D.	153.90	124.49	102.14	116.90	123.15
F2	$\bar{X}$	1483	1429	1313	1154	1013
	S.D.	25.81	24.57	58.63	91.40	99.68
F1	$\bar{X}$	1021	983	896	742	604
	S.D.	51.03	49.15	65.98	120.06	161.56
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	4075	4104	4121	4138	4154
	S.D.	92.19	79.70	65.98	62.74	60.03
F3	$\bar{X}$	2308	2358	2392	2442	2483
	S.D.	30.27	25.81	40.82	51.63	83.16
F2	$\bar{X}$	1029	1167	1283	1358	1392
	S.D	33.22	51.63	54.00	60.55	49.15
F1	$\bar{X}$	475	633	767	871	908
	S.D.	68.92	37.63	43.77	91.40	71.87
		ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans		ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans	
	$\bar{X}$	103	84		84	
	S.D.	10.12	10.33		11.33	
		ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ				
	$\bar{X}$	2.66				
	S.D.	1.37				

ภาพที่ 84 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [u: fu:]



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 158 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /f/ ในคำว่า [u:fu:]

		พิสัยการกำทอน	ค่า R
	X̄	842-8000	-
	S.D.	-	-

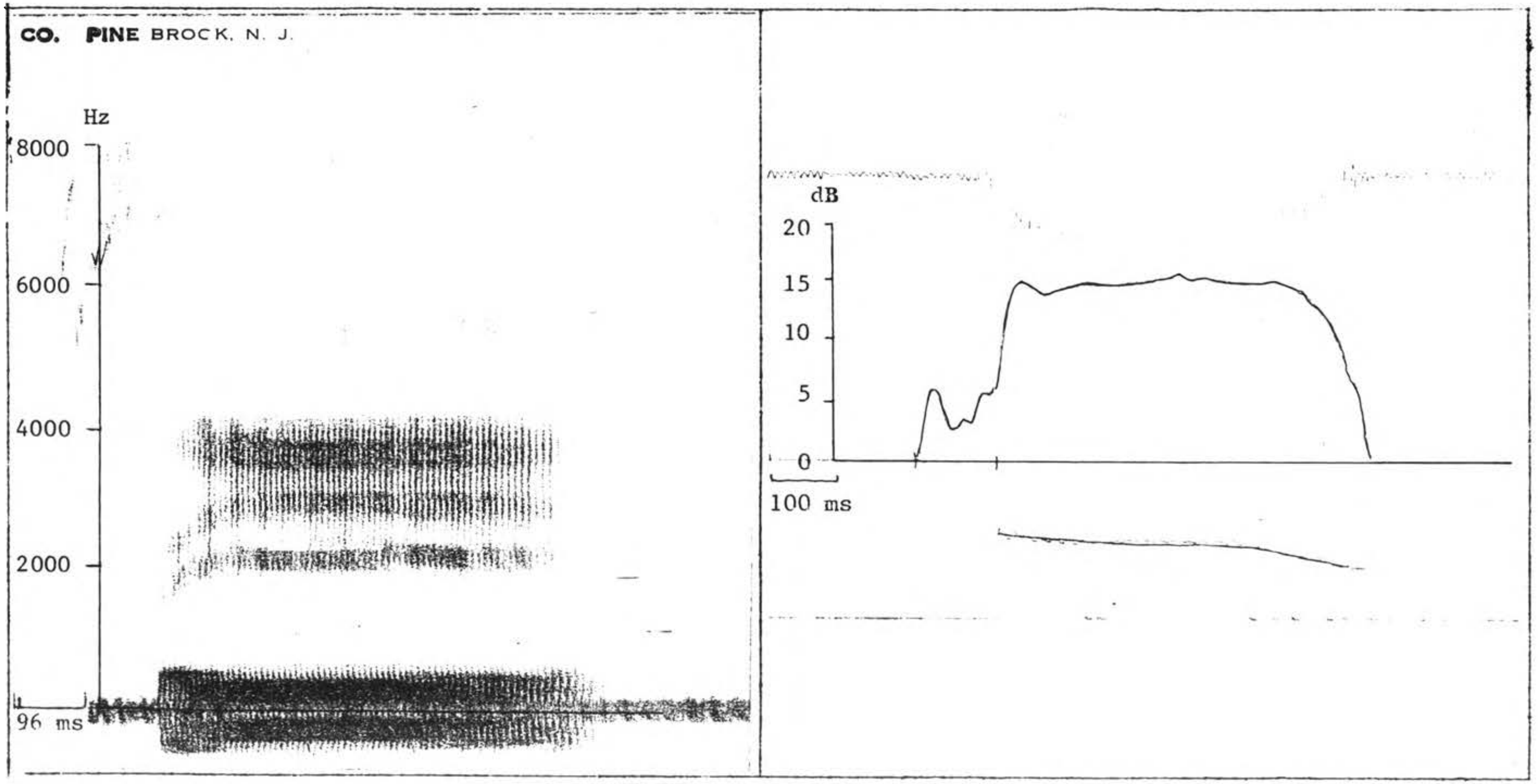
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	X̄					
	S.D.					
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	617	617	617	617	617
	S.D.	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90
F1	X̄	342	342	342	342	342
	S.D.	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90

		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	X̄					
	S.D.					
F3	X̄					
	S.D.					
F2	X̄	617	617	617	617	617
	S.D.	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90
F1	X̄	342	342	342	342	342
	S.D.	12.90	12.90	12.90	12.90	12.90

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	105	30	30
S.D.	7.12	-	-

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	3.91
S.D.	1.08

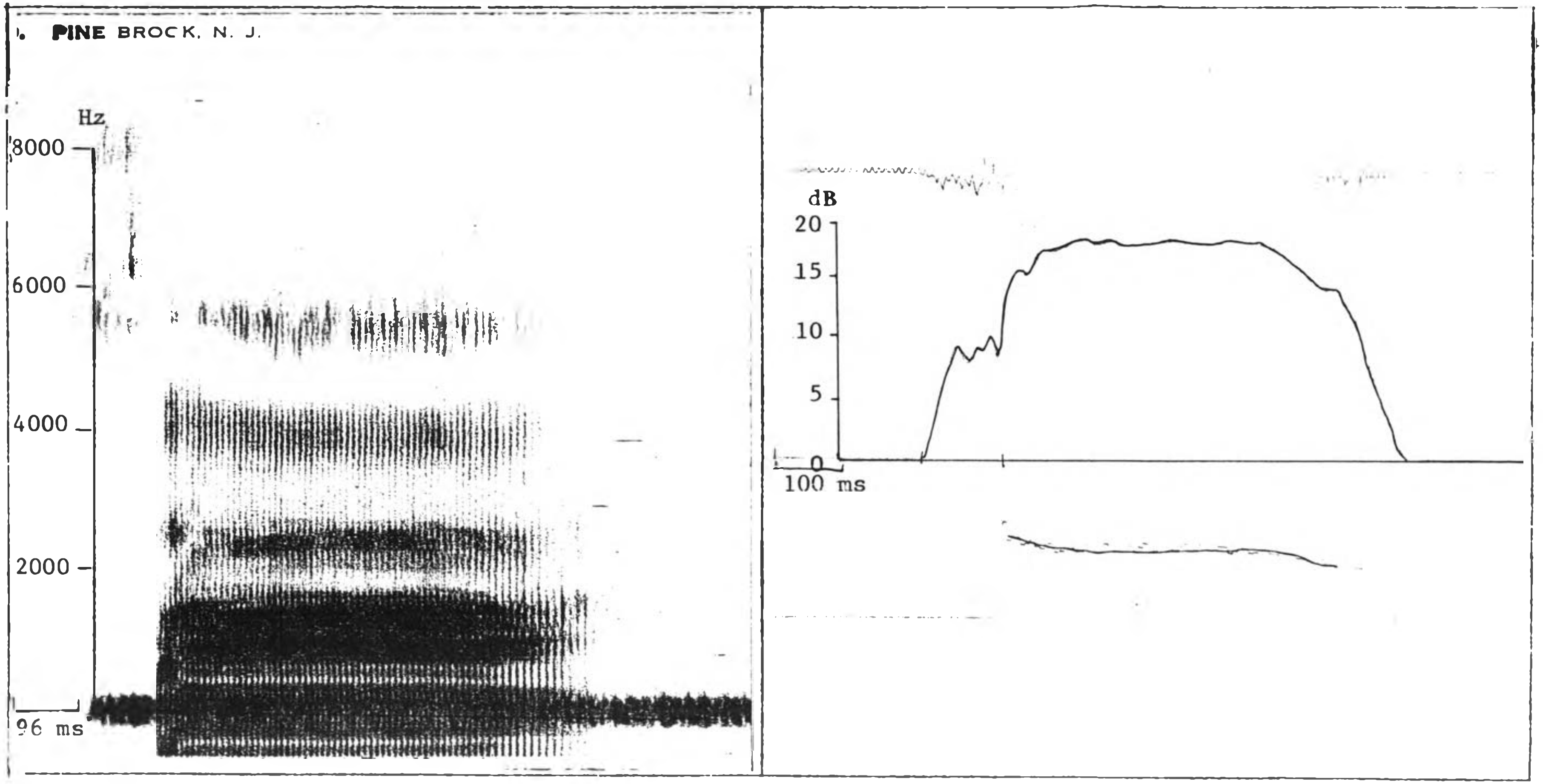
<u>ภาพที่</u> 85 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [si:]



ตารางที่ 159 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /s/ ในคำว่า [si:]

		พิสัยการกำทอน			ค่า R	
	$\bar{X}$	4300-8000			5658	
	S.D.				58.45	
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	4183	4121	4071	4025	3983
	S.D.	117.96	84.28	90.02	88.03	109.16
F3	$\bar{X}$	2367	2692	2971	3133	3208
	S.D.	54.00	37.69	55.71	37.63	25.81
F2	$\bar{X}$	1704	2038	2250	2321	2329
	S.D.	40.05	58.63	61.23	76.51	101.75
F1	$\bar{X}$	517	454	396	325	292
	S.D.	34.15	29.22.	60.03	54.77	49.15
		ระยะเวลาของระยะคงที่			ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans	
	$\bar{X}$	106			86	
	S.D.	6.19			4.32	
		ความเข้มของเสียง				
	$\bar{X}$	4.25				
	S.D.	2.22				

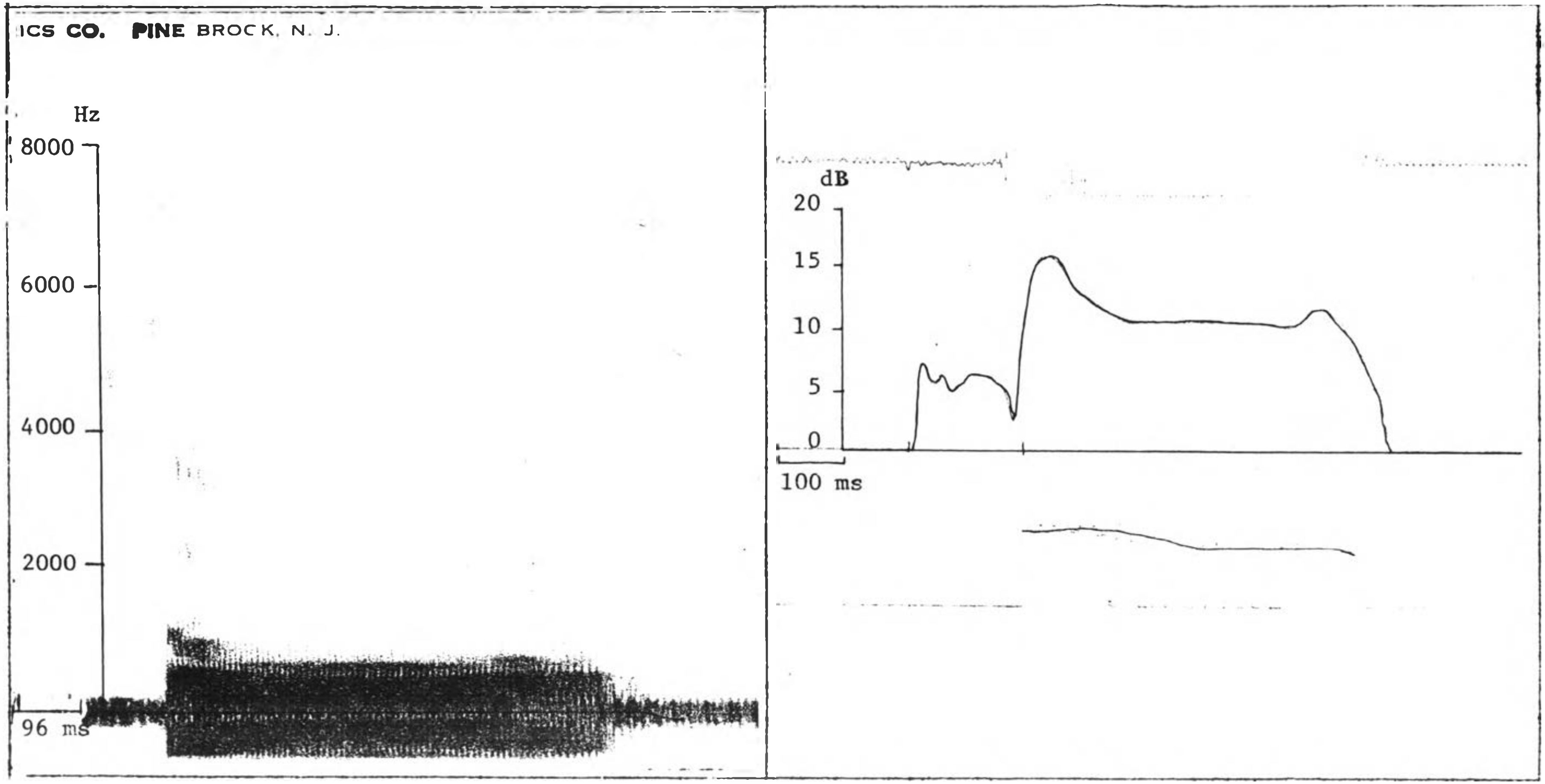
ภาพที่ 86 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [sa:]



ตารางที่ 160 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /s/ ในคำว่า [sa:]

		พิสัยการกำทอน					ค่า R
	X̄	3950-8000					5617
	S.D.						107.30
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	X̄						
	S.D.						
F3	X̄	2833	2742	2671	2621	2579	
	S.D.	70.11	70.11	81.26	73.17	81.26	
F2	X̄	1287	1346	1400	1425	1442	
	S.D.	98.42	57.91	44.72	52.44	60.55	
F1	X̄	567	779	895	950	975	
	S.D.	68.33	55.71	51.03	35.35	35.35	
		ระยะเวลาของระยะคงที่			ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans		
	X̄	96			84		
	S.D.	10.07			2.41		
		ความเข้มของเสียง					
	X̄	5.83					
	S.D.	1.96					

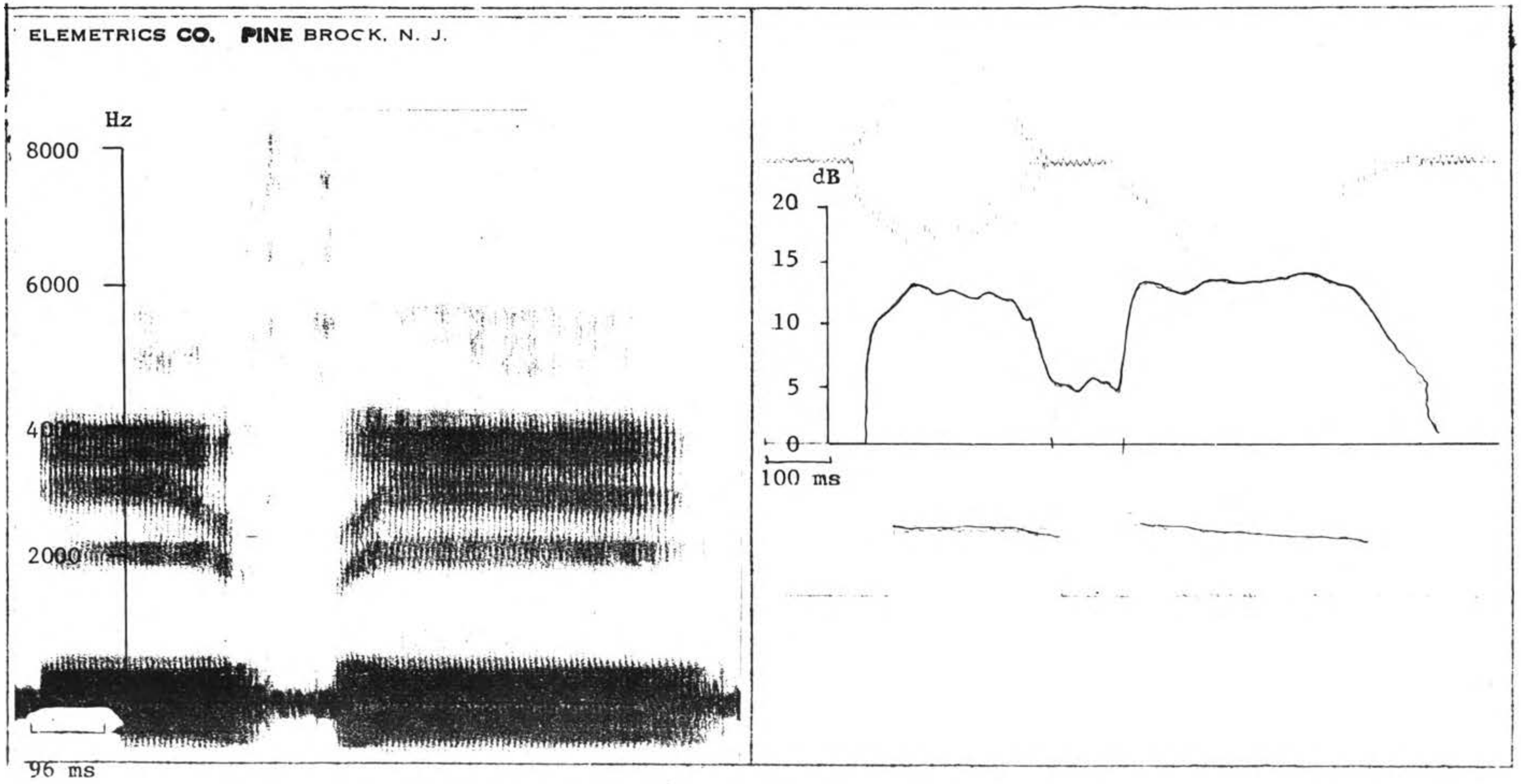
ภาพที่ 87 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [su:]



ตารางที่ 161 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /s/ ในคำว่า [su:]

		พิสัยการกำทอน			ค่า R	
	$\bar{X}$	3300-8000			5012	
	S.D.	-			133.43	
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	1325	1117	921	788	725
	S.D.	170.59	150.55	126.90	124.24	61.23
F1	$\bar{X}$	425	362	325	313	304
	S.D.	59.16	56.45	47.43	34.46	29.22
		ระยะเวลาของระยะคงที่		ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans		
	$\bar{X}$	104		94		
	S.D.	24.07		12.04		
		ความเข้มของเสียง				
	$\bar{X}$	5.58				
	S.D.	1.91				

ภาพที่ ๘๘ แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [iː siː]



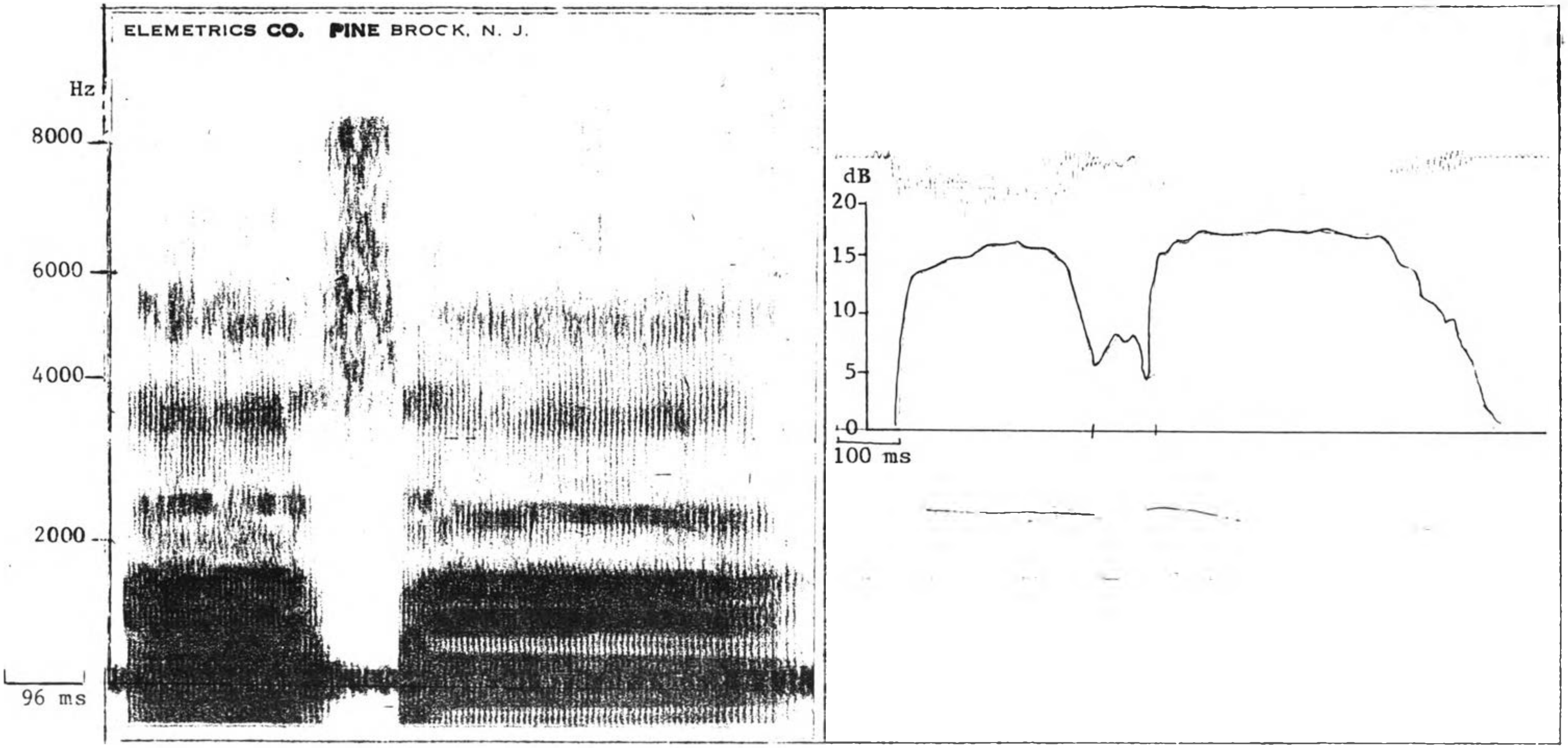
ตารางที่ 162 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /s/ ในคำว่า [i:si:]

		พิสัยการกำทอน			ค่า R
	X̄	4308-8000			5625
	S.D.	-			75.82
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans			
F4	X̄	3875	3888	3904	3946	3975
	S.D.	89.44	87.67	99.26	108.81	128.45
F3	X̄	3304	3188	2963	2704	2413
	S.D.	67.85	70.26	81.77	106.55	102.16
F2	X̄	2333	2288	2229	2167	2046
	S.D.	111.43	80.23	73.17	91.74	134.55
F1	X̄	358	358	367	383	396
	S.D.	43.77	43.77	46.54	56.27	64.06
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	X̄	4267	4133	4025	3958	3896
	S.D.	116.90	62.53	61.23	76.91	57.91
F3	X̄	2546	2850	3039	3167	3233
	S.D.		130.38	125.24	62.58	37.63
F2	X̄	1938	2196	2275	2367	2392
	S.D	156.32	116.63	103.68	88.97	60.55
F1	X̄	479	454	400	400	388
	S.D.	51.03	53.42	44.72	44.72	51.84

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
X̄	108	82	92
S.D.	11.05	13.11	12.6

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
X̄	5.75
S.D.	2.08

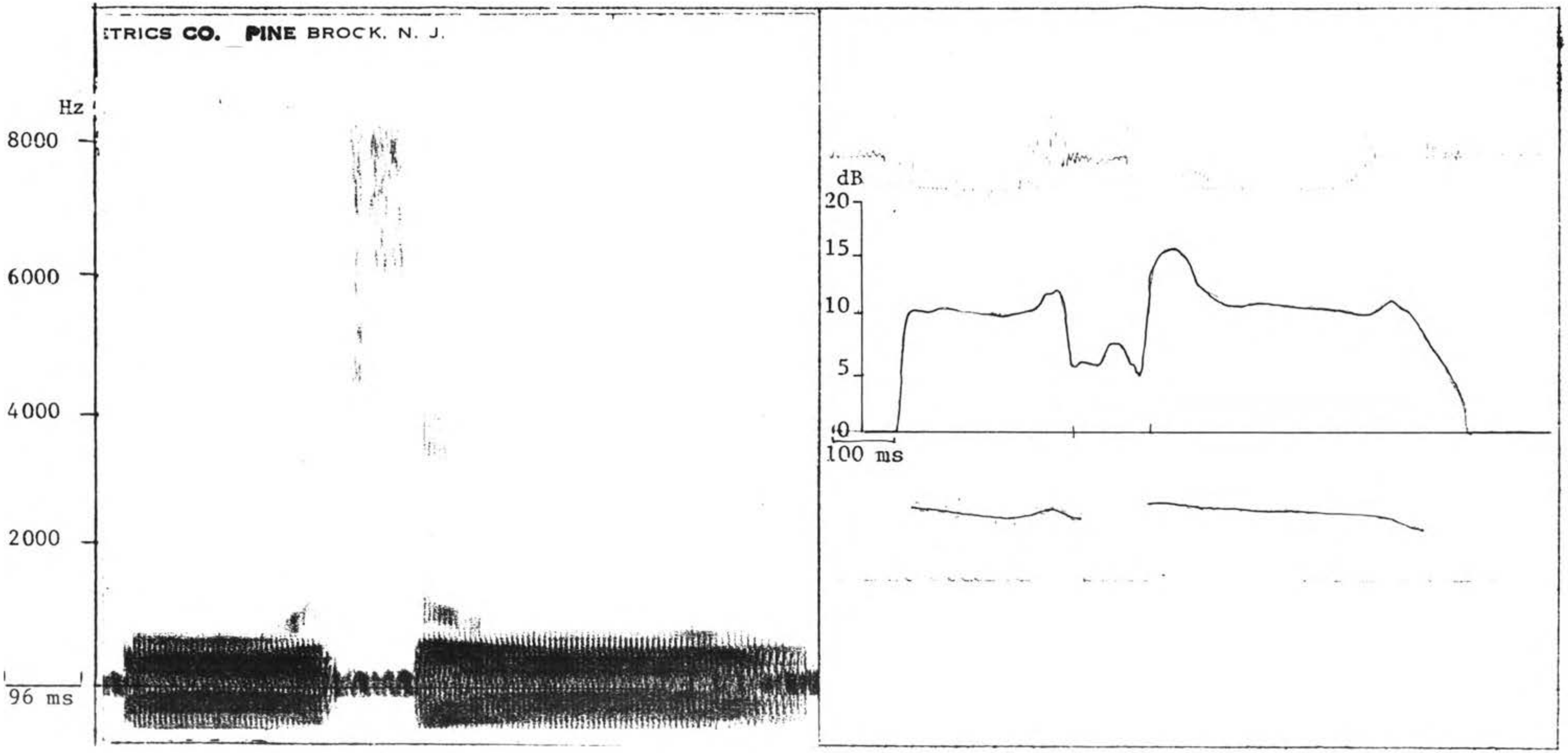
ภาพที่ ๘๙ แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a: sa:]



ตารางที่ 163 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /s/ ในคำว่า [a:sa:]

		พิสัยการกำทอน			ค่า R	
	X̄	3900-8000			5590	
	S.D.	-			54.77	
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	X̄	4146	4200	4283	4329	4379
	S.D.	105.37	101.24	113.65	132.68	155.25
F3	X̄	2733	2750	2758	2771	2779
	S.D.	129.03	114.01	97.03	74.86	71.44
F2	X̄	1538	1517	1496	1442	1333
	S.D.	54.19	60.55	71.44	97.03	102.06
F1	X̄	992	983	954	892	763
	S.D.	49.15	40.82	40.05	46.54	89.03
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	X̄	4363	4296	4254	4167	4129
	S.D.	220.08	183.31	163.10	121.10	111.14
F3	X̄	2908	2854	2783	2717	2658
	S.D.	63.77	55.71	73.59	70.11	83.16
F2	X̄	1188	1325	1404	1442	1458
	S.D	73.73	52.44	33.22	58.45	68.31
F1	X̄	567	750	875	963	975
	S.D.	98.31	68.92	50.16	44.01	38.72
		ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans		ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans	
	X̄	108	84		78	
	S.D.		4.89		8.36	
		ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ				
	X̄	7.50				
	S.D.	0.80				

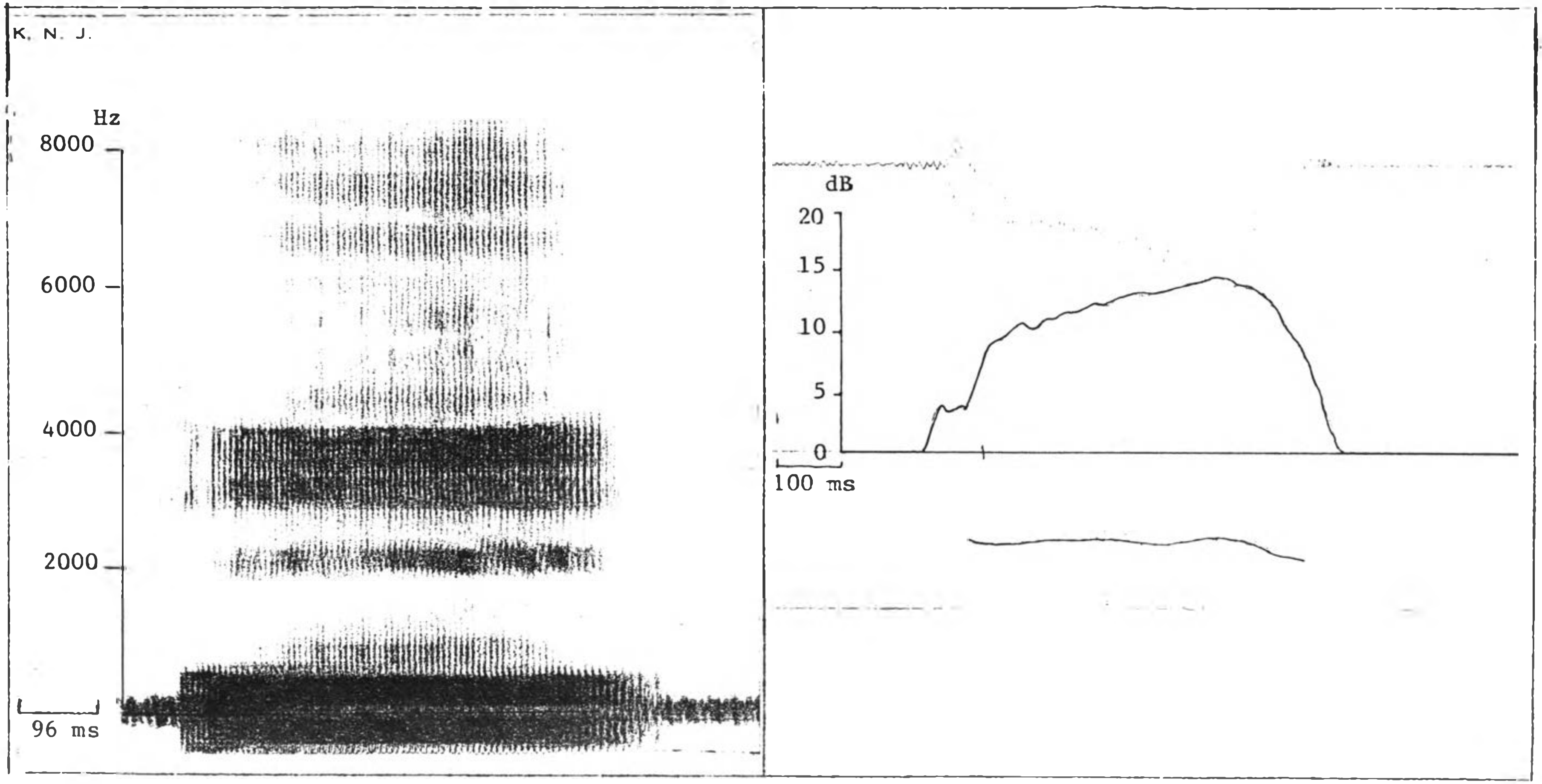
ภาพที่ ๙๐ แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [u:su:]



ตารางที่ 164 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /s/ ในคำว่า [u:su:]

		พิสัยการกำทอน				ค่า R
	$\bar{X}$	3300-8000				4967
	S.D.	-				51.33
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	663	767	971	1192	1371
	S.D.	37.91	60.55	45.87	56.27	60.03
F1	$\bar{X}$	321	329	358	408	463
	S.D.	40.5	24.57	37.63	51.63	46.71
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	1325	1158	1008	850	775
	S.D	75.82	56.27	40.82	27.37	41.83
F1	$\bar{X}$	533	463	425	400	375
	S.D.	51.63	20.91	27.38	27.38	44.72
		ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans		ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans	
	$\bar{X}$	112	90		90	
	S.D.	14.87	11.81		10.17	
		ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ				
	$\bar{X}$	7.00				
	S.D.	0.85				

ภาพที่ 91 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงไกแกรมของคำว่า [hi:]



ตารางที่ 165 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /h/ ในคำว่า [hi:]

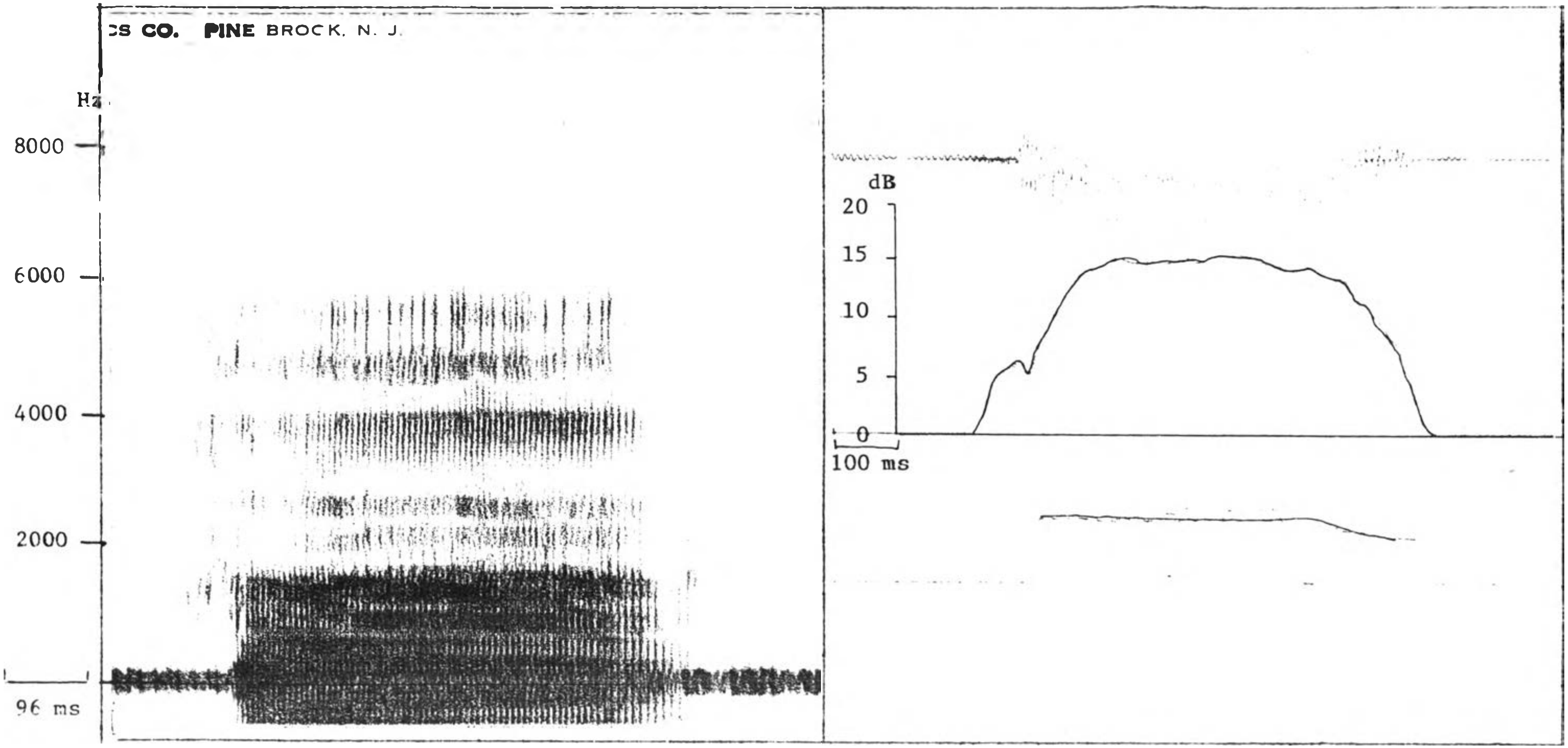
		พิสัยการกำทอน	ค่า R
	$\bar{X}$	2250-6000	3159
	S.D.	-	142.58

		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3842	3842	3842	3842	3842
	S.D.	156.25	156.25	156.25	156.25	156.25
F3	$\bar{X}$	3192	3192	3192	3192	3192
	S.D.	136.02	136.02	136.02	136.02	136.02
F2	$\bar{X}$	2129	2129	2129	2129	2129
	S.D.	97.14	97.14	97.14	97.14	97.14
F1	$\bar{X}$	358	358	358	358	358
	S.D.	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	84	-
S.D.	-	-

	ความเข้มของเสียง
$\bar{X}$	3.66
S.D.	0.80

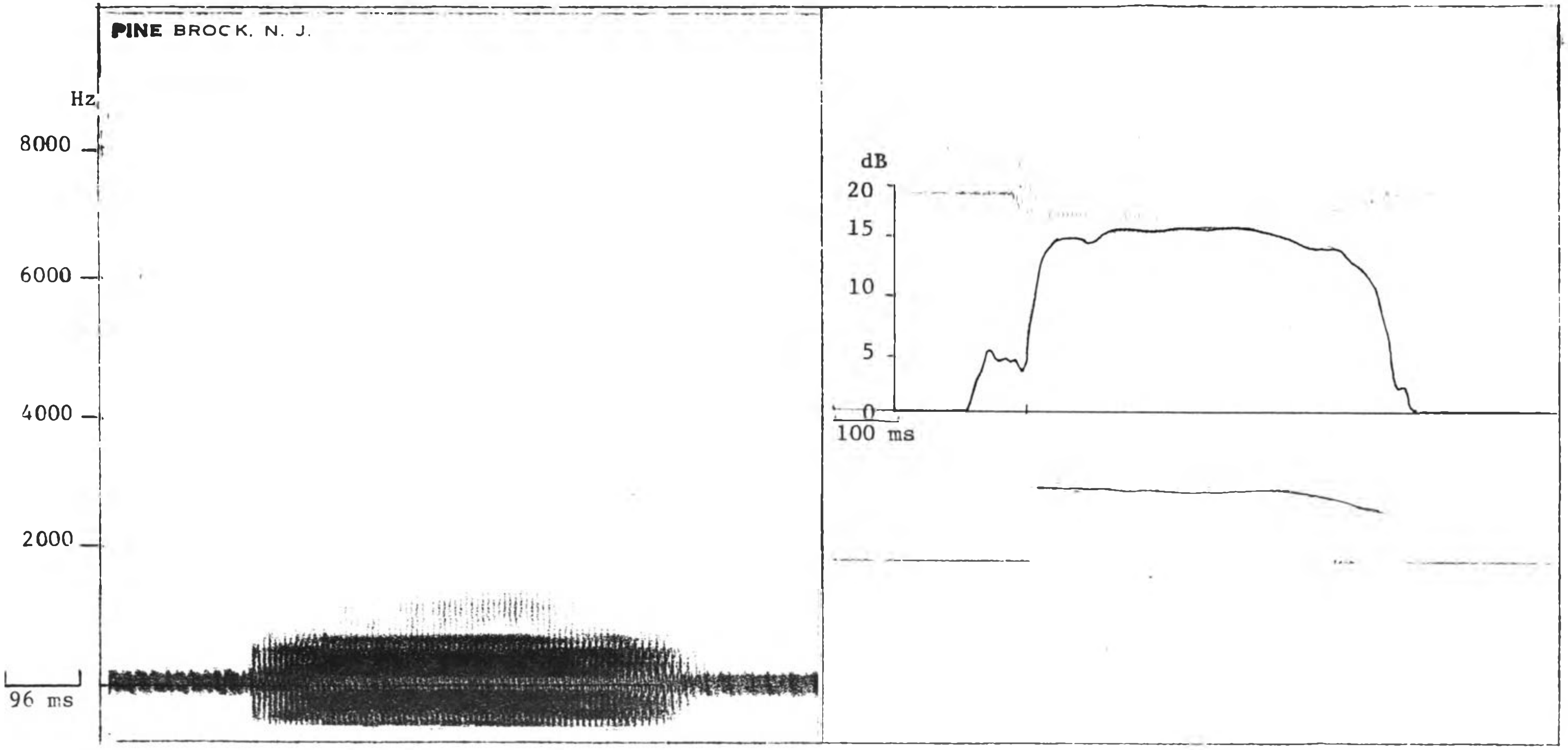
ภาพที่ ๙๒ แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [ha:]



ตารางที่ 166 ค่าทางกลสัทศาสตร์ของ /h/ ในคำว่า [ha:]

		พิสัยการกำทอน				ค่า R
	X̄	317-5867				1491
	S.D.	-				80.10
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	X̄	3933	3933	3933	3933	3933
	S.D.	81.64	81.64	81.64	81.64	81.64
F3	X̄	2800	2800	2800	2800	2800
	S.D.	63.24	63.24	63.24	63.24	63.24
F2	X̄	1433	1433	1433	1433	1433
	S.D.	60.55	60.55	60.55	60.55	60.55
F1	X̄	921	921	921	921	921
	S.D.	51.01	50.01	51.01	51.01	51.01
		ระยะเวลาของระยะคงที่			ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans	
	X̄	84			-	
	S.D.	7.41			-	
		ความเข้มของเสียง				
	X̄	4.25				
	S.D.	1.75				

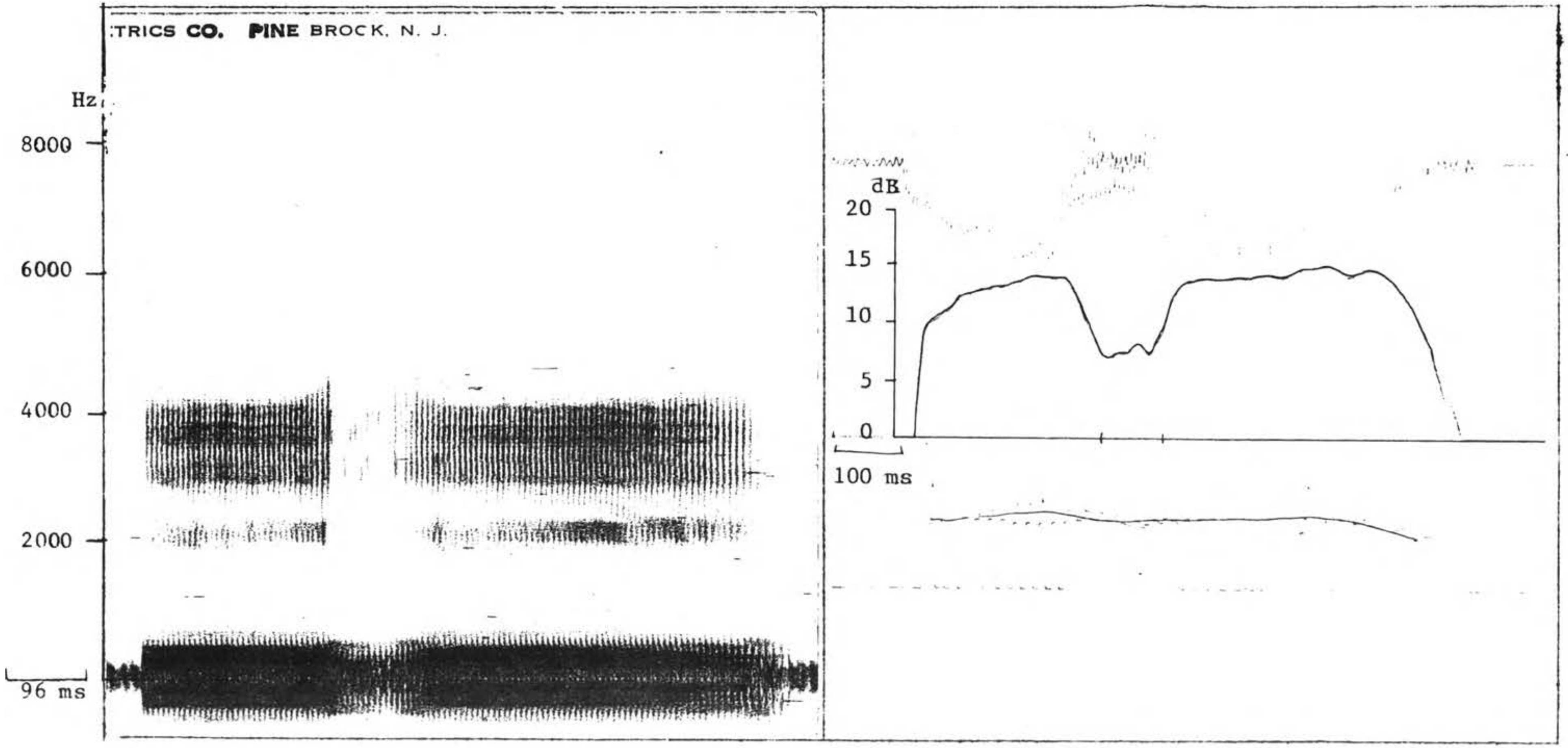
ภาพที่ ๙๓ แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [hu:]



ตารางที่ 167 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /h/ ในคำว่า [hu:]

		พิสัยการก้ำทอน			ค่า R	
	$\bar{X}$	80-1075			512	
	S.D.	-			24.57	
	ค่า F ของ Post-C-F-Trans					
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	621	621	621	621	621
	S.D.	45.87	45.87	45.87	45.87	45.87
F1	$\bar{X}$	317	317	317	317	317
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
		ระยะเวลาของระยะคงที่		ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans		
	$\bar{X}$	85		-		
	S.D.	4.32		-		
	ความเข้มของเสียง					
	$\bar{X}$	1.87				
	S.D.	1.28				

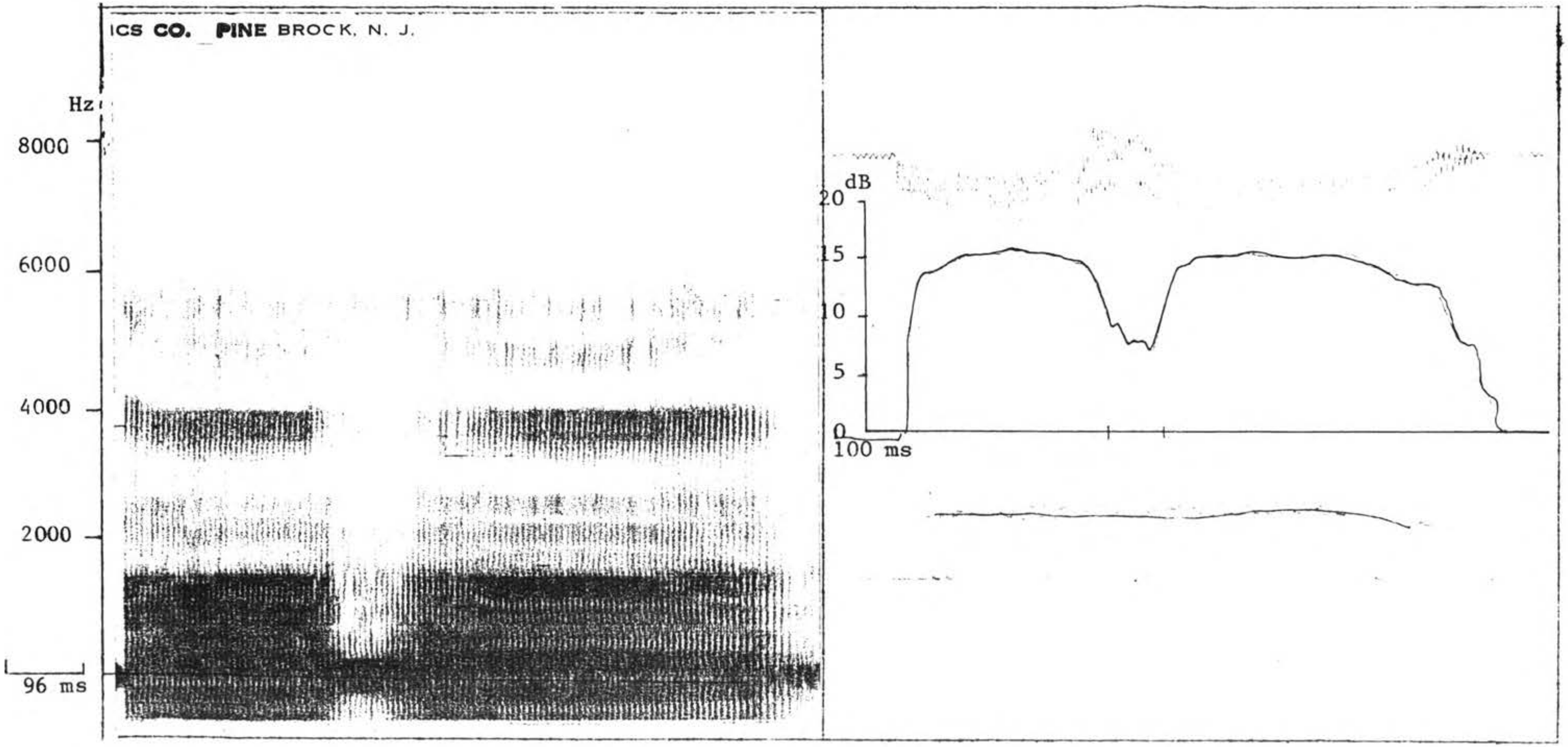
ภาพที่ 94 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [i: hi:]



ตารางที่ 168 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /h/ ในคำว่า [i:hi:]

		พิสัยการกำทอน			ค่า R	
	X̄	2096-6050			3151	
	S.D.	-			88.03	
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	X̄	3892	3892	3892	3892	3892
	S.D.	37.63	37.63	37.63	37.63	37.63
F3	X̄	3250	3250	3250	3250	3250
	S.D.	63.24	63.24	63.24	63.24	63.24
F2	X̄	2267	2267	2267	2267	2267
	S.D.	37.63	37.63	37.63	73.63	37.63
F1	X̄	367	367	367	367	367
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	X̄	3892	3892	3892	3892	3892
	S.D.	37.63	37.63	37.63	37.63	37.63
F3	X̄	3250	3250	3250	3250	3250
	S.D.	63.24	63.24	63.24	63.24	63.24
F2	X̄	2267	2267	2267	2267	2267
	S.D	37.63	37.63	37.63	37.63	37.63
F1	X̄	367	367	367	367	367
	S.D.	25.81	25.81	25.81	25.81	25.81
		ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans		ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans	
	X̄	111	-		-	
	S.D.	17.37	-		-	
		ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ				
	X̄	5.58				
	S.D.	1.29				

ภาพที่ 95 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [a: ha:]



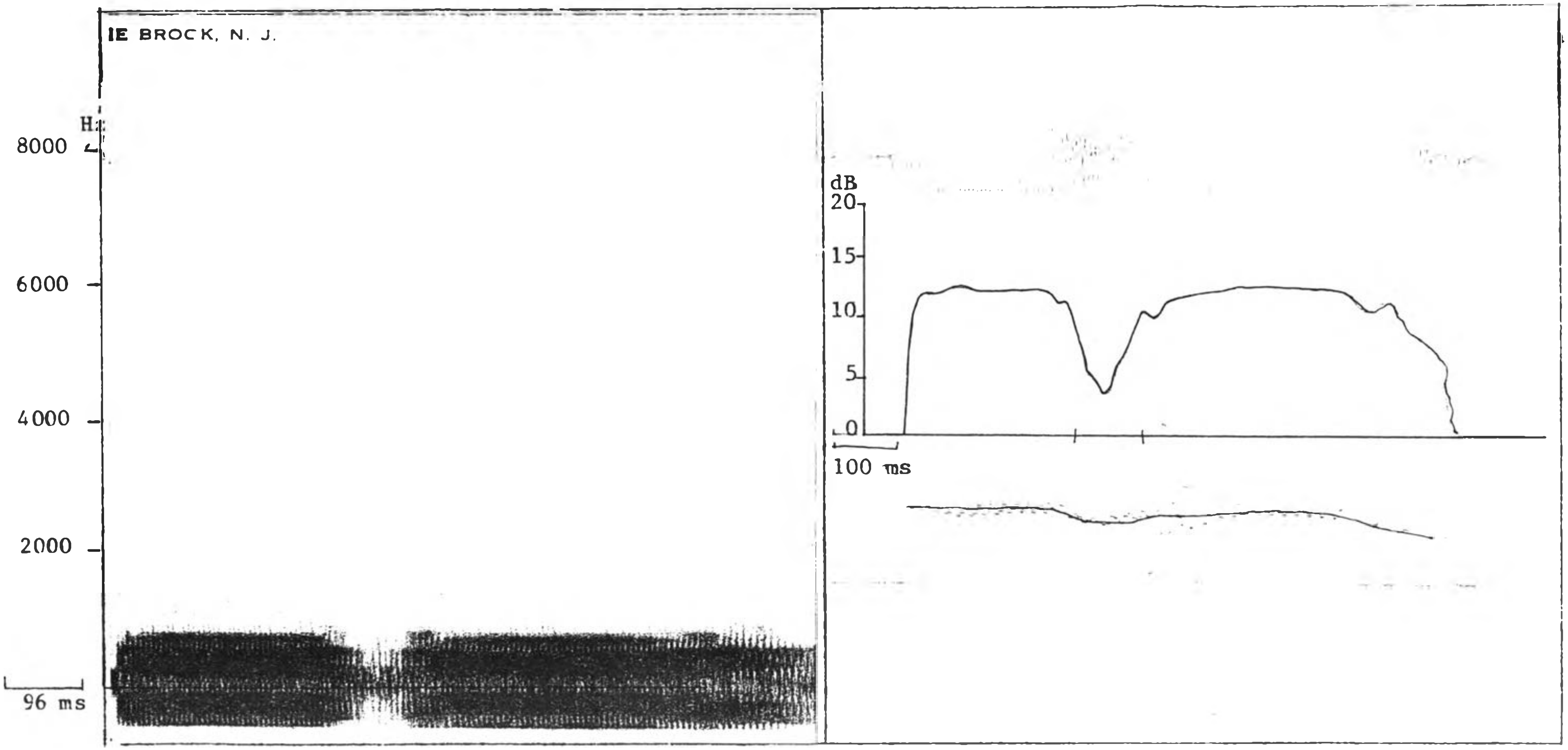
ตารางที่ 169 ค่าทางกลสัทศาสตร์ /h/ ในคำว่า [a:ha:]

		พิสัยการกำทอน				ค่า R
	$\bar{X}$	325-6079				1500
	S.D.	-				75.82
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3933	3933	3933	3933	3933
	S.D.	75.27	75.27	75.27	75.27	75.27
F3	$\bar{X}$	2800	2800	2800	2800	2800
	S.D.	104.88	104.88	104.88	104.88	104.88
F2	$\bar{X}$	1446	1446	1446	1446	1446
	S.D.	40.05	40.05	40.05	40.05	40.05
F1	$\bar{X}$	938	938	938	938	938
	S.D.	49.37	49.37	49.37	49.37	49.37
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$	3933	3933	3933	3933	3933
	S.D.	75.27	75.27	75.27	75.27	75.25
F3	$\bar{X}$	2800	2800	2800	2800	2800
	S.D.	104.88	104.88	104.88	104.88	104.88
F2	$\bar{X}$	1446	1446	1446	1446	1446
	S.D	40.05	40.05	40.05	40.05	40.05
F1	$\bar{X}$	938	938	938	938	938
	S.D.	49.37	49.37	49.37	49.37	49.39

	ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans	ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans
$\bar{X}$	101	-	-
S.D.	10.33	-	-

	ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ
$\bar{X}$	7.16
S.D.	1.33

ภาพที่ 96 แผ่นภาพคลื่นเสียง และแผ่นภาพมิงโกแกรมของคำว่า [u:hu:]



ตารางที่ 170 ค่าทางกลสัทศาสตร์ ของ /h/ ในคำว่า [u:hu:]

		พิสัยการกำทอน			ค่า R	
	$\bar{X}$	80-1133			525	
	S.D.	-			28.86	
		ค่า F ของ Pre-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	612	612	612	612	612
	S.D.	30.61	30.61	30.61	30.61	30.61
F1	$\bar{X}$	338	338	338	338	338
	S.D.	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91
		ค่า F ของ Post-C-F-Trans				
F4	$\bar{X}$					
	S.D.					
F3	$\bar{X}$					
	S.D.					
F2	$\bar{X}$	612	612	612	612	612
	S.D	30.61	30.61	30.61	30.61	30.61
F1	$\bar{X}$	338	338	338	338	338
	S.D.	20.91	20.91	20.91	20.91	20.91
		ระยะเวลาของระยะคงที่	ระยะเวลาของ Pre-C-F-Trans		ระยะเวลาของ Post-C-F-Trans	
	$\bar{X}$	108	-		-	
	S.D.	27.65	-		-	
		ค่าความเข้มของเสียงพยัญชนะ				
	$\bar{X}$	3.66				
	S.D.	2.12				

ประวัติผู้เขียน

นายธนานันท์ ตรงดี เกิดเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2502 ที่จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาศิลปศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) จากวิทยาลัยคณาสวัสดิ์ เมื่อปีการศึกษา 2526 เข้าศึกษาในภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2527

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย