

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระ กับขนาดบริเวณสระในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

เอกพล กันทอง*

บทคัดย่อ

บริเวณสระ คือ ขอบเขตการปรากฏค่าความถี่สั้นพ้องของเสียงสระในเชิงกลศาสตร์ ซึ่งค่าความถี่สั้นพ้องนี้ก็หมายถึง ค่าความถี่สั้นพ้องเด่น ที่ใช้อธิบายคุณสมบัติของเสียงสระในเชิงกลศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระกับขนาดบริเวณสระเป็นประเด็นที่นักกลศาสตร์และนักวิจัยหลายท่านกล่าวถึงมาอย่างยาวนาน แต่งานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตนั้นไม่ได้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นสำคัญ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระกับขนาดบริเวณสระ โดยมีสมมติฐานคือ คุณสมบัติสระ ได้แก่ คุณสมบัติสั้น-ยาว คุณสมบัติโอษฐ์-นาสิก และคุณสมบัติน้ำเสียง ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของบริเวณสระ

งานวิจัยนี้ศึกษาสระเดี่ยวในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 5 ภาษา ได้แก่ ภาษากะเหรี่ยงโป ภาษาแสก ภาษาอิมปี ภาษาละเม็ต และภาษาบรู โดยใช้ผู้บอกภาษาเพศชาย จำนวนภาษาละ 3 คน รวม 15 คน โปรแกรมที่ใช้บันทึกเสียงและใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์ คือ โปรแกรม Praat สำหรับรายการคำทดสอบสร้างขึ้นตามจำนวนสระเดี่ยวในระบบของแต่ละภาษา และจะถูกคัดเลือกมา 5 คำ ต่อ 1 สระ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์ ได้แก่ ค่าความถี่สั้นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 และนำมาปรับค่าเพื่อลดความแตกต่างในการออกเสียงระหว่างบุคคลด้วยวิธีการ

* นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
ติดต่อได้ที่: ekapon.kantong@hotmail.com

เอส-เซนทรอยด์ การคำนวณขนาดบริเวณสระใช้สูตรการคำนวณพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นแรก คุณสมบัติความสั้นยาวมีความสัมพันธ์กับขนาดบริเวณสระ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากสระที่มีคุณสมบัติสระยาวในภาษาบรูมีบริเวณสระกว้างกว่าสระที่มีคุณสมบัติสระสั้นอย่างมีนัยสำคัญ ประเด็นที่สอง คุณสมบัติโอษฐ์-นาสิกไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดบริเวณสระ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากสระที่มีคุณสมบัติสระโอษฐ์ในบางภาษามีบริเวณสระแคบกว่าสระที่มีคุณสมบัติสระนาสิก และในทางกลับกันสระที่มีคุณสมบัติสระโอษฐ์ในบางภาษามีบริเวณสระกว้างกว่าสระที่มีคุณสมบัติสระนาสิก ประเด็นที่สาม คุณสมบัติน้ำเสียงไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดบริเวณสระ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากสระเสียงพูดปรกติในบางภาษามีบริเวณสระทั้งกว้างกว่าและแคบกว่าสระเสียงพูดต่ำลึก และสระเสียงพูดปรกติในบางภาษามีบริเวณสระทั้งกว้างกว่าและแคบกว่าสระเสียงพูดลมแทรก

คำสำคัญ: สระ; คุณสมบัติสระ; ขนาดบริเวณสระ; ภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้; กลสัทศาสตร์

Relationship between Vowel Quality and Vowel Space Size in Southeast Asian Languages

Ekapon Kantong^{*}

Abstract

Vowel space is a boundary of resonant frequency in Acoustics Phonetics, which is a formant frequency that explains vowel quality. The relationship between vowel quality and a vowel space size has been investigated by many researchers, but no one has described the relationship clearly.

The aims of the present work are to study and to compare the relationship between vowel quality and a vowel space size. The researcher hypothesized that vowel qualities (i.e. vowel length quality, oral-nasal quality, and register quality) were not related to a vowel space size.

The methods of this study were to investigate monophthongs of the five Southeast Asian languages (i.e. Pwo Karen, Saek, Mpi, Lamet, and Bru). The participants of the study were 15 males (3 males for each language). Praat program was used for recording sounds and analyzing acoustic data. Word lists were created based on the vowel inventory of each language. The five test tokens of each vowel were selected for acoustic analysis. The acoustic measurement of vowel focused on the first formant frequency (F1) and the second formant frequency (F2). The measurement value in Hertz of the formant frequencies was normalized by reducing the difference among speakers with

^{*} Doctoral Candidate, Department of Linguistics, Faculty of Humanities, Naresuan University, e-mail: ekapon.kantong@hotmail.com

the S-centroid vowel normalization. The vowel space size was calculated using the polygon space formula.

The results of study showed the relationship between vowel quality and a vowel space size in three main points. The first point was that the vowel length quality did not correspond with the vowel space size, which did not support the hypothesis. As we can see, that the long vowel in Bru has larger vowel space size than the short vowel. The second point was that the oral-nasal quality did not correspond with the vowel space size. This supported the hypothesis in that oral vowels in some languages have a smaller vowel space size than their nasal vowels, while oral vowels in some languages have a larger vowel space size than their nasal vowels. The third point was that the register quality did not correspond with the vowel space size, which supported the hypothesis. It could be noticed that modal-voiced vowels in some languages have both larger and smaller vowel space sizes than their creaky-voiced vowels. Likewise, modal-voiced vowels in some languages have both larger and smaller vowel space sizes than their breathy-voiced vowels.

Keywords: vowel; vowel quality; vowel space size; Southeast Asian language; Acoustics phonetics

1. บทนำ

ในระบบสระนั้น สระแต่ละสระมีความแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากคุณสมบัติสระ (vowel quality) ในหลายมิติ ได้แก่ การเคลื่อนที่ของลิ้น ลักษณะของริมฝีปาก คุณสมบัติสั้น-ยาว คุณสมบัติไอโซซัวร์-นาสิก และคุณสมบัติน้ำเสียง เดวิด เอเบอร์ครอมบี (Abercrombie, 1967) กล่าวว่า คุณสมบัติสระที่แตกต่างกัน เป็นผลมาจากรูปร่างของอวัยวะภายในช่องปากและลำคอในขณะที่ออกเสียง ความแตกต่างของรูปร่างภายในช่องทางเดินเสียงนี้เอง ที่ส่งผลทำให้ลักษณะทางกายภาพของเสียงสระมีความแตกต่างตามไปด้วย (Ladefoged, 2001) เนื่องจากกระแสลมภายในช่องทางเดินเสียงเกิดการสั่นพ้อง (resonance) โดยความถี่สั่นพ้อง (resonant frequency) ที่เกิดขึ้นจะเป็นความถี่เฉพาะรูปร่างของช่องทางเดินเสียงลักษณะหนึ่ง ดังนั้นเสียงสระแต่ละเสียงก็จะมีค่าความถี่สั่นพ้องที่ต่างกัน

บริเวณเสียงสระ (vowel space) เกิดขึ้นจากค่าความถี่สั่นพ้องเด่น (formant frequency) ได้แก่ ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 จะสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของลิ้นในแนวตั้ง (tongue height) และค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 2 จะสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของลิ้นในแนวนอน (tongue advancement) โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 2 จะเรียกว่า บริเวณเสียงสระ ซึ่งสามารถนำมาแสดงเป็นแผนภาพจากการพล็อตค่าได้ โดยบริเวณเสียงสระโดยรวม (overall vowel space) จะสะท้อนให้เห็นตำแหน่งและขอบเขตของพื้นที่สระ (vowel area) ในการออกเสียงสระเชิงสรีรศาสตร์

จากการทบทวนแนวคิดเกี่ยวกับบริเวณสระ แสดงให้เห็นว่าบริเวณเสียงสระสัมพันธ์กับคุณสมบัติสระได้แก่ การเคลื่อนที่ของลิ้นเป็นสำคัญ เนื่องจากลักษณะการเคลื่อนที่ของลิ้นในช่องปากขณะที่ออกเสียงสระแต่ละสระ จะทำให้เกิดการสั่นพ้องที่ต่างกัน โดยมีได้กล่าวถึงคุณสมบัติสระอื่นๆ ได้แก่ ลักษณะของริมฝีปาก คุณสมบัติสั้น-ยาว คุณสมบัติไอโซซัวร์-นาสิก และคุณสมบัติน้ำเสียง ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับบริเวณเสียงสระ

ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางภาษา และมี

สระในระบบที่มีคุณสมบัติสระในมิติต่างๆ อย่างครบถ้วน จึงเป็นพื้นที่ที่น่าสนใจในการศึกษาในประเด็นของความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระกับขนาดบริเวณสระจากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับสระในภาษาไทยตะวันออกเฉียงใต้เชิงกลศาสตร์ เป็นงานที่เน้นวิเคราะห์ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 แม้จะมีการกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระอื่นๆ กับขนาดบริเวณสระ แต่เป็นเพียงการให้ข้อสังเกตเท่านั้น

งานวิจัยที่ให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสั้น-ยาว ของเสียงสระกับขนาดบริเวณสระ เช่น งานของเอบรัมสัน (Abramson, 1962) ได้ศึกษาลักษณะเชิงกลศาสตร์ของสระในภาษาไทย ด้วยการวิเคราะห์ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 ในคำพูดเดี่ยวพยางค์เดียว เมื่อพล็อตค่าลงในแผนภาพ พบว่าบริเวณสระของสระยาว (long vowel) จะครอบคลุมบริเวณสระของสระสั้น (short vowel) ในงานของเอบรัมสันและเรน (Abramson and Ren, 1990) ได้วิเคราะห์ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นของคำคู่สระสั้น-ยาวในภาษาไทย ได้แก่ จิบ-จิบ, เห็ด-เห็ด, สด-สด, ขุด-ขุด, ตัก-ตัก โดยมีกรอบประโยคทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า ในกรณีสระหน้าค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 ของสระสั้นจะมากกว่าสระยาว แต่ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 2 ของสระสั้นจะน้อยกว่าสระยาว ในกรณีสระหลัง พบว่า ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 ของสระสั้นจะมากกว่าสระยาว งานของสุภาพร ผลิพัฒน์ (2551) ได้วิเคราะห์ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 ในภาษาม้ง เมี่ยน และมัล ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ในภาษามเยี่ยนทุกสระและภาษามัลยกเว้นสระกลาง (central vowel) สามารถใช้ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 แสดงความแตกต่างระหว่างสระสั้นและสระยาวได้ ในขณะที่ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 2 บ่งชี้ความเป็นสระสั้นและสระยาวได้เฉพาะสระหลังเท่านั้น โดยเสียงสระสั้นจะมีบริเวณสระโดยรวมแคบกว่าสระเสียงยาว งานของธีระพันธ์ เหลืองทองคำ และคณะ (2554) ที่ศึกษาค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 ของสระในภาษาไทย พบว่าเมื่อคำนวณบริเวณสระโดยรวมของภาษาไทยแล้ว สระยาวมีขนาดบริเวณสระกว้างกว่าสระสั้น

งานวิจัยที่ให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติน้ำเสียง ของเสียงสระกับขนาดบริเวณสระ เช่น งานของธีระพันธ์ เหลืองทองคำ (Theraphan

L-Thongkum, 1988a; 1988b; 1989; 1991) ที่ได้ศึกษาสระในภาษาตระกูลมอญ-เขมร ซึ่งเป็นภาษาที่มีลักษณะน้ำเสียง (register) พบว่าในภาษามอญค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 มีรูปแบบไม่ตายตัว โดยที่สระเกร็ง (tense vowel) ไม่ได้มีบริเวณสระมากกว่าสระคลาย (lax vowel) ส่วนใน ภาษาญ้อกูรและภาษากูยมีค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 ในสระเสียงพูดปกติ (modal-voiced vowel) และสระเสียงพูดลมแทรก (breathy-voiced vowel) ที่ใกล้เคียงกัน ส่วนในภาษาของ สระเสียงพูดลมแทรกกับสระเสียงพูดลมแทรกต่ำลึก (breathy-creaky-voiced vowel) จะมีค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 ต่ำกว่าสระธรรมดาและสระเสียงพูดต่ำลึก (creaky-voiced vowel) ในงานของเอबरัมสันและคณะ (Abramson et al., 2004) ได้ศึกษา ลักษณะน้ำเสียงของภาษาส่วย (กวย) พบว่าค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 ระหว่างสระธรรมดากับสระเสียงพูดลมแทรก มีรูปแบบไม่ตายตัว เนื่องจากผู้พูดบางคนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในผู้พูดอีกส่วนหนึ่งกลับไม่มีนัยสำคัญ

แม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระในระบบสระกับขนาดบริเวณสระจะเป็นประเด็นที่นักวิจัยหลายท่านให้ความสนใจ แต่งานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นไม่ได้มุ่งทดสอบความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นสำคัญ เป็นเพียงการแสดงความสังเกตเท่านั้น

จากประเด็นข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีเป้าหมายที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระกับขนาดบริเวณสระ โดยทดสอบจากภาษาในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีความหลากหลายของตระกูลภาษา และมีความแตกต่างของคุณสมบัติสระในหลายมิติ คุณสมบัติสระที่แตกต่างกันนี้ทำให้ภาษาในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความเหมาะสมที่จะที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระ ได้แก่ คุณสมบัติสั้น-ยาว คุณสมบัติโอษฐ์-นาสิก และคุณสมบัติน้ำเสียง กับขนาดบริเวณสระ ในส่วนของคุณสมบัติลักษณะของริมฝีปาก ไม่นำมาศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากไม่ได้เกิดขึ้นในบริเวณช่องทางเดินเสียง นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้มีการปรับค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 ของเสียงสระ (vowel normalization) ด้วยวิธีการเอสเซนทรอยด์ (S-centroid) เพื่อลดความแตกต่างของค่าความถี่อื่นเนื่องมาจากขนาดช่องทางเดินเสียงของผู้พูดแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระกับขนาดบริเวณสระ

3. สมมติฐานของงานวิจัย

คุณสมบัติสระในระบบ ได้แก่ คุณสมบัติสั้น-ยาว คุณสมบัติโอษฐ์-นาสิก และคุณสมบัติน้ำเสียง ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของบริเวณสระ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ใช้ประชากรคือ ผู้ที่พูดภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีถิ่นพำนักในประเทศไทย จำนวนทั้งหมด 5 ภาษา ได้แก่ ภาษากะเหรี่ยงโป ภาษาแสก ภาษาอิมปี ภาษาละเมิด และภาษาบรู

จากกลุ่มประชากรข้างต้น ได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจำนวนทั้งหมด 15 คน (ภาษาละ 3 คน x 5 ภาษา) ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งมีเกณฑ์คุณสมบัติดังนี้

4.1.1 เกณฑ์การคัดเลือก

1) เป็นเพศชายทั้งหมดเพื่อควบคุมช่วงความกว้างของเสียงให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน และเพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลในส่วนตัว

2) เป็นผู้มีอายุระหว่าง 50 ปีขึ้นไป เนื่องจากยังเป็นกลุ่มผู้บอกภาษาที่มีความรู้เกี่ยวกับภาษาตามกลุ่มชาติพันธุ์ของตน และมีแนวโน้มการใช้ภาษาในชีวิตประจำวัน

3) เป็นผู้พูดภาษา 5 ภาษาในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ภาษากะเหรี่ยงโป ภาษาแสก ภาษาอิมปี ภาษาละเม็ต และภาษาบรู

4.1.2 เกณฑ์การคัดออก

1) เป็นผู้ที่มีความผิดปกติทางด้านการออกเสียงหรือออกเสียงไม่ชัดเจน เนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น มีความผิดปกติของอวัยวะที่ใช้ผลิตเสียง มีอาการบาดเจ็บของอวัยวะที่ใช้ผลิตเสียง เป็นต้น อันอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการทดสอบการออกเสียงคำตัวอย่างเป็นเวลานาน

2) เป็นผู้ที่มีข้อจำกัดด้านเวลา เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการทดสอบการออกเสียงประมาณ 1-2 ชั่วโมงต่อคน

4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 ตัวแปรต้นในงานวิจัยนี้ คือ สระเดี่ยวในระบบสระของภาษาเอเชียนตะวันออกเฉียงใต้ โดยการคัดเลือกภาษาใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกภาษา ดังนี้

เกณฑ์ที่ 1 : ไม่เคยมีการศึกษาเชิงกลศาสตร์มาก่อน หรือเคยศึกษาเชิงกลศาสตร์ แต่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์คลื่นเสียง (sound spectrograph)

เกณฑ์ที่ 2 : สระในระบบมีคุณสมบัติสระ ได้แก่ ความสั้นยาว คุณสมบัตินาสิก และคุณสมบัติน้ำเสียง โดยเลือกภาษาต่างๆ ให้ครอบคลุมคุณสมบัติสระทั้งหมด

เกณฑ์ที่ 3 : ในภาษาเดียวกันต้องมีชุดสระที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ชุด

จากเกณฑ์ข้างต้น ทำให้สามารถคัดเลือกภาษาเอเชียนตะวันออกเฉียงใต้จำนวนทั้งหมด 5 ภาษา ได้แก่ ภาษากะเหรี่ยงโป ภาษาแสก ภาษาอิมปี ภาษาละเม็ต และภาษาบรู

4.2.2 ตัวแปรตามในงานวิจัยนี้ คือ ค่าทางกลศาสตร์ของเสียงสระ ได้แก่

ค่าความถี่สัมพันธ์ที่ 1 และ ที่ 2 ที่ได้จากการนำเสียงที่บันทึกมาวิเคราะห์ค่าด้วยโปรแกรมวิเคราะห์คลื่นเสียง

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

4.3.1 รายการคำที่ใช้ในการเก็บข้อมูล งานวิจัยนี้มีขอบเขตศึกษาเฉพาะสระเดี่ยวในระบบสระเท่านั้น รายการคำทดสอบสำหรับงานวิจัยนี้สร้างขึ้นตามจำนวนสระเดี่ยวในระบบของแต่ละภาษา โดยกำหนดให้มีจำนวน 10 คำ ต่อ 1 สระ แต่หากสระใดมีจำนวนคำไม่ถึง 10 คำ จะให้ผู้บอกภาษาออกเสียงคำที่มีอยู่ซ้ำจนครบ 10 คำ ทั้งนี้ คำทั้งหมดจะต้องเป็นคำที่ใช้ในแต่ละภาษา กรณีที่เป็นคำยืมจากภาษาอื่น จะไม่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ยกเว้นคำยิมนั้นจะถูกใช้มานานจนกลายเป็นคำในระบบภาษา ซึ่งคำที่สร้างขึ้นมานี้จะเรียกว่า คำตัวอย่าง

4.3.2 เครื่องมือที่ใช้บันทึกเสียง ได้แก่ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และไมโครโฟน บันทึกเสียงทางเดียวเพื่อป้องกันเสียงรบกวน

4.3.3 โปรแกรมที่ใช้บันทึกเสียงและใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์ คือ Praat เวอร์ชัน 6.0.43 เนื่องจากสามารถตรวจสอบคุณภาพของเสียงที่บันทึกได้ทันที โดยโปรแกรมจะแสดงแผนภาพคลื่นเสียงแบบช่วงกรองกว้าง และมีเส้นสีแดงที่แสดงค่าความถี่สัมพันธ์ หากในช่วงที่เป็นเสียงสระมีเส้นสีแดงปรากฏตลอด และไม่มีสัญญาณรบกวน ถือว่าเสียงที่บันทึกมีคุณภาพดี และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์ ได้แก่ ค่าความถี่สัมพันธ์ที่ 1 และ ที่ 2 ได้อัตโนมัติ ทั้งยังสามารถขยายภาพคลื่นเสียงได้อย่างละเอียด

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.4.1 ผู้วิจัยบันทึกเสียงผู้บอกภาษา ณ ที่พำนักหรือที่ทำงานของผู้บอกภาษาเอง โดยจะต้องเป็นบริเวณที่ไม่พลุกพล่าน

4.4.2 ก่อนการบันทึกเสียง ผู้วิจัยจะตรวจสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงปรับค่าสัญญาณความดังให้เหมาะสมกับผู้บอกภาษาแต่ละคน และให้ผู้บอกภาษาออกเสียงเพื่อทดสอบคุณภาพของเสียงก่อนบันทึกข้อมูลจริง

4.4.3 ขณะบันทึกเสียงจะให้ไมโครโฟนอยู่ห่างจากบริเวณปากของผู้บอกภาษา ประมาณ 6 นิ้ว เพื่อให้ได้เสียงที่ชัดเจน และไม่มีเสียงรบกวนจากลมหายใจ

4.4.4 การเก็บข้อมูลจะใช้คำตัวอย่างจากรายการคำที่สร้างขึ้น โดยใช้รูปภาพหรือของจริงประกอบคำอธิบาย หรือใช้การตั้งคำถาม หรือการให้นิยามคำ หรือรูปเขียน และให้ผู้บอกภาษาออกเสียงคำ โดยจะสุ่มคำสลับไปเรื่อยๆ ระหว่างนั้นจะบันทึกเสียงไว้ตลอด สำหรับสระที่มีจำนวนคำตัวอย่างไม่ถึง 10 คำ จะให้ผู้บอกภาษาออกเสียงคำตัวอย่างที่มีอยู่ซ้ำเพื่อให้ได้คำตัวอย่างครบ 10 คำ และหลังจากบันทึกเสียงรายการคำตัวอย่างเสร็จ ผู้วิจัยจะตรวจสอบคุณภาพของเสียงทันที หากพบว่าเส้นสีแดงที่แสดงค่าความถี่สั่นพ้องเด่นขาดหายไปในช่วงที่เป็นเสียงสระ หรือมีสัญญาณรบกวน ผู้วิจัยจะบันทึกเสียงคำนั้นใหม่ จากการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระบบเสียงสระในภาษาต่างๆ พบว่า ภาษากะเหรี่ยงโปมีสระ 14 สระ มีจำนวนคำตัวอย่างรวม 420 คำ (จำนวนสระ 14 สระ x สระละ 10 คำ x กลุ่มตัวอย่าง 3 คน) ภาษาแสกมีสระ 18 สระ มีจำนวนคำตัวอย่างรวม 540 คำ (จำนวนสระ 18 สระ x สระละ 10 คำ x กลุ่มตัวอย่าง 3 คน) ภาษาอิมปีมีสระ 27 สระ มีจำนวนคำตัวอย่างรวม 810 คำ (จำนวนสระ 27 สระ x สระละ 10 คำ x กลุ่มตัวอย่าง 3 คน) ภาษาละเมิดมีสระ 36 สระ มีจำนวนคำตัวอย่างรวม 1,080 คำ (จำนวนสระ 36 สระ x สระละ 10 คำ x กลุ่มตัวอย่าง 3 คน) และภาษาบรูมี 47 สระ มีจำนวนคำตัวอย่างรวม 1,410 คำ (จำนวนสระ 47 สระ x สระละ 10 คำ x กลุ่มตัวอย่าง 3 คน) รวมมีคำตัวอย่างที่ได้จากการบันทึกเสียงทั้งสิ้น 4,260 คำ

4.5 การคัดเลือกข้อมูล

หลังจากที่เก็บข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้นำข้อมูลคำตัวอย่างที่ผู้บอกภาษาออกเสียงทั้งหมด 10 คำ ต่อ 1 สระ มาคัดเลือกให้เหลือ 5 คำ ต่อ 1 สระ โดยอาศัยเกณฑ์คัดเลือกคือ เป็นคำที่ออกเสียงชัดเจน และภาพคลื่นเสียงต้องไม่มีสัญญาณรบกวน ซึ่งคำที่เลือกนี้จะเรียกว่า คำทดสอบ ดังนั้นแต่ละสระจะมีคำทดสอบ 5 คำ ส่วนคำทดสอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าทางกลศาสตร์คัดเลือกจากคำตัวอย่างมา 5 คำในแต่ละสระ รวมมีคำทดสอบเป็นจำนวน 2,130 คำ

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.6.1 การวิเคราะห์ค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 และ ที่ 2 ของสระ

เมื่อได้คำทดสอบทั้ง 5 คำ ของแต่ละสระแล้ว จะนำมาวิเคราะห์ทางกลศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Praat เวอร์ชัน 6.0.43 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่วิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์แบบอัตโนมัติ ทั้งยังสามารถขยายคลื่นเสียงได้อย่างละเอียด โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

1) เปิดไฟล์เสียงคำทดสอบที่ได้ทำการบันทึกเอาไว้เข้าสู่โปรแกรม Praat จากนั้นเลือกคำที่จะวิเคราะห์

2) วัดค่าระยะเวลาตั้งแต่จุดเริ่มปรากฏคลื่นเสียงสระ (vowel onset) จนกระทั่งจุดสิ้นสุดคลื่นเสียงสระ (vowel offset) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โดยกำหนดให้โปรแกรมทำงานอัตโนมัติ จะได้ค่าระยะเวลาของคำทดสอบ

3) นำค่าระยะเวลาที่ได้นี้มาคิดเป็น 100% เพื่อเลือกช่วงเสียงที่ 25% ถึง 75% ซึ่งเป็นช่วงเสียงสระคงที่ (steady state) ไม่มีอิทธิพลจากเสียงพยัญชนะแวดล้อม

4) วัดค่าระยะเวลาในช่วงเสียงสระคงที่ที่เลือกมาแล้วนำค่าระยะเวลามาคิดเป็น 100% เพื่อหาค่าความถี่สั่นพ้องเด่นที่ 1 ณ จุดต่างๆ ได้แก่ จุดที่ 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, และ 100% จะได้ค่าความถี่สั่น

ห้องเด่นที่ 1 ทั้งหมด 11 ค่า ต่อ 1 คำทดสอบ จากนั้นเมื่อหาค่าครบทั้ง 15 คำทดสอบ (คำทดสอบ 5 คำ x กลุ่มตัวอย่าง 3 คน) จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าความถี่ห้องเด่นที่ 1 เฉลี่ยต่อ 1 สระ ต่อ 1 ภาษา

5) หาค่าความถี่ห้องเด่นที่ 2 ณ จุดเดียวกับค่าความถี่ห้องเด่นที่ 1 จะได้ค่าความถี่ห้องเด่นที่ 2 ทั้งหมด 11 ค่า ต่อ 1 คำทดสอบ จากนั้นเมื่อหาค่าครบทั้ง 15 คำทดสอบ (คำทดสอบ 5 คำ x กลุ่มตัวอย่าง 3 คน) จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าความถี่ห้องเด่นที่ 2 เฉลี่ยต่อ 1 สระ ต่อ 1 ภาษา

4.6.2 การปรับค่าความถี่ห้องเด่นที่ 1 และ ที่ 2 ของสระ ด้วยวิธีการเอสเซนทรอยด์

หลังจากวัดค่าความถี่ห้องเด่นที่ 1 และที่ 2 แล้ว และนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้ว จะนำค่าความถี่ห้องเด่นที่ได้ มีหน่วยเป็นเฮิร์ตซ์ มาปรับค่าด้วยวิธีการเอสเซนทรอยด์ ตามแนวคิดของวัตต์, ฟาบริเชียส และจอห์นสัน (Watt, Fabricius and Johnson, 2009) ซึ่งได้นำเสนอวิธีการปรับค่าความถี่ห้องเด่นของเสียงสระ โดยผ่านการทดสอบแล้วว่าค่าความถี่ที่ได้จากการปรับค่านั้นจะช่วยลดความแตกต่างของค่าความถี่ห้องเด่นของสระจากผู้พูดหลายคนได้ดีกว่า

4.6.3 การคำนวณขนาดบริเวณเสียงสระ

หลังจากปรับค่าความถี่ห้องเด่นที่ 1 และ 2 จากค่าเฮิร์ตซ์เป็นค่าเอส (S-value) ผู้วิจัยจะนำค่าเอสที่ได้มาสร้างแผนภูมิเพื่อให้ได้รูปเลขาคณิตหลายเหลี่ยมของบริเวณสระ แล้วจึงคำนวณขนาดบริเวณเสียงสระ โดยใช้สูตรการคำนวณพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม และกำหนดให้มีค่าเป็นตารางหน่วย

4.6.4 การทดสอบความแตกต่างของขนาดบริเวณสระใช้สถิติ t-test แบบอิสระ (Independent t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งจะเปรียบเทียบระหว่างชุดสระคุณสมบัติสระที่อยู่ในภาษาเดียวกัน

5. ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ค่าความถี่สั้นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 และนำไปปรับค่าเป็นค่าเอส (S-Value) รวมถึงคำนวณขนาดบริเวณสระโดยรวมของแต่ละภาษาแล้ว จึงนำมาเปรียบเทียบขนาดบริเวณสระระหว่างชุดสระที่มีคุณสมบัติสระต่างกันแต่อยู่ในภาษาเดียวกัน เพื่อไม่ให้มีอิทธิพลความต่างอันเนื่องมาจากการเป็นระบบสระของภาษาที่ต่างกัน และทดสอบความแตกต่างของขนาดบริเวณสระใช้สถิติ t-test แบบอิสระ (Independent t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ผลการวิจัยสามารถแบ่งความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระกับขนาดบริเวณสระในภาษาเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้เป็น 3 ประเด็น ดังนี้ ประเด็นแรก คือ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติความสั้นยาวกับขนาดบริเวณสระ ประเด็นที่สอง คือ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติโอษฐ์-นาสิกกับขนาดบริเวณสระ และ ประเด็นที่สาม คือ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติน้ำเสียงกับขนาดบริเวณสระ ดังนี้

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสั้น-ยาวกับขนาดบริเวณสระ

สระสั้น (short vowel) คือ สระปรกติที่มีคุณสมบัติสระสั้น อันเนื่องมาจากมีระยะเวลาในการออกเสียงน้อยกว่าสระยาว และมีนัยสำคัญในภาษาที่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางความหมายของคำ ส่วนสระยาว (long vowel) หมายถึง สระธรรมดาที่มีคุณสมบัติสระยาว อันเนื่องมาจากมีระยะเวลาในการออกเสียงมากกว่าสระสั้น และมีนัยสำคัญในภาษาที่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางความหมายของคำ ตัวอย่างสระที่มีคุณสมบัติสั้น-ยาว เช่น ในภาษาแสกคำว่า ban33 ‘กระบอกไม้ไผ่’ เป็นคำที่มีคุณสมบัติสระสั้น และคำว่า ba:ŋ33 ‘บาง’ เป็นคำที่มีคุณสมบัติสระยาว จากการวิเคราะห์ข้อมูล ชุดสระที่นำมาเปรียบเทียบเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติความสั้น-ยาวกับขนาดบริเวณสระ มีจำนวน 5 คู่ ได้แก่ ชุดสระสั้นกับชุดสระยาวในภาษาแสก ชุดสระสั้นกับชุดสระยาวในภาษาละเม็ต ชุดสระสั้นเสียงพุดลมแทรกกับชุดสระยาวเสียงพุดลมแทรกในภาษาละเม็ต ชุดสระสั้นกับชุดสระยาวในภาษาบรู

และชุดสระสั้นเสียงพุดลมแทรกกับชุดสระยาวเสียงพุดลมแทรกในภาษาบรู โดยผลการเปรียบเทียบขนาดบริเวณสระ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบขนาดบริเวณสระของชุดสระที่มีความแตกต่างกันทางด้านคุณสมบัติสั้น-ยาว

ชุดสระ	ขนาดบริเวณสระ (ตารางหน่วย)	ชุดสระ	ขนาดบริเวณสระ (ตารางหน่วย)	ความแตกต่าง ของขนาดบริเวณ สระ (ตาราง หน่วย)	นัยสำคัญของ ความแตกต่าง ของขนาดบริเวณ สระด้วยสถิติ t- Test
สระสั้นภาษาแกล	0.37	สระยาวภาษาแกล	0.39	0.02	ไม่มีนัยสำคัญ
สระสั้นภาษา ละเมียด	0.49	สระยาวภาษา ละเมียด	0.62	0.13	ไม่มีนัยสำคัญ
สระสั้นเสียงพุดลม แทรกภาษาละเมียด	0.49	สระยาวเสียงพุด ลมแทรกภาษา ละเมียด	0.51	0.02	ไม่มีนัยสำคัญ
สระสั้นภาษาบรู	0.43	สระยาวภาษาบรู	0.73	0.3	มีนัยสำคัญ
สระสั้นเสียงพุดลม แทรกภาษาบรู	0.65	สระยาวเสียงพุด ลมแทรกภาษาบรู	0.67	0.02	ไม่มีนัยสำคัญ

จากการเปรียบเทียบขนาดบริเวณสระของชุดสระที่มีความแตกต่างกันทางด้านคุณสมบัติสั้น-ยาว ดังตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าสระยาวของทุกภาษามีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระสั้น โดยคู่สระสั้น-ยาวในภาษาบรู มีความแตกต่างมากที่สุดเท่ากับ 0.3 ตารางหน่วย และเป็นความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p < 0.05$) รองลงมาคือ คู่สระสั้น-ยาวในภาษาละเมียด มีความแตกต่างเท่ากับ 0.13 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$) และคู่สระสั้น-ยาวในภาษาแกล คู่สระสั้น-ยาวเสียงพุดลมแทรกภาษาละเมียด และคู่สระสั้น-ยาวเสียงพุดลมแทรกภาษาบรู มีความแตกต่างเท่ากับ 0.02 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$)

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติไอษฐ์-นาสิกกับขนาดบริเวณสระ

สระไอษฐ์ (oral vowel) หมายถึง สระที่มีคุณสมบัติสระไอษฐ์ อันเนื่องมาจากการยกตัวขึ้นของเพดานอ่อนในขณะที่ออกเสียงสระทำให้กระแสลมออกทางช่องปาก และมีนัยสำคัญในภาษาที่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางความหมายของคำ ส่วนสระนาสิก (nasal vowel) หมายถึง สระที่มีคุณสมบัติสระนาสิก อันเนื่องมาจากการลดต่ำลงของเพดานอ่อนในขณะที่ออกเสียงสระทำให้กระแสลมสามารถออกได้ทั้งทางช่องปากและช่องจมูก และมีนัยสำคัญในภาษาที่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางความหมายของคำ ตัวอย่างสระที่มีคุณสมบัติไอษฐ์-นาสิก เช่น ในภาษากะเหรี่ยงโป คำว่า du33 ‘ใหญ่’ เป็นคำที่มีคุณสมบัติสระไอษฐ์ และคำว่า dɔ33 ‘ฟ้าน้ำ’ เป็นคำที่มีคุณสมบัติสระนาสิก จากการวิเคราะห์ข้อมูล ชุดสระที่นำมาเปรียบเทียบเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติความไอษฐ์-นาสิกกับขนาดบริเวณสระ มีจำนวน 4 คู่ ได้แก่ ชุดสระไอษฐ์กับชุดสระนาสิกในภาษากะเหรี่ยงโป ชุดสระไอษฐ์กับชุดสระนาสิกในภาษาอิมปี ชุดสระไอษฐ์เสียงพุดต่ำลึกกับชุดสระนาสิกเสียงพุดต่ำลึกในภาษาอิมปี และชุดสระไอษฐ์ยาวกับชุดสระนาสิกยาวในภาษาบรู โดยผลการเปรียบเทียบขนาดบริเวณสระ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบขนาดบริเวณสระของชุดสระที่มีความแตกต่างกันทางด้านคุณสมบัติโอะษฐ์-นาสิก

ชุดสระ	ขนาดบริเวณสระ (ตารางหน่วย)	ชุดสระ	ขนาดบริเวณสระ (ตารางหน่วย)	ความแตกต่าง ของขนาดบริเวณ สระ (ตาราง หน่วย)	นัยสำคัญของ ความแตกต่าง ของขนาดบริเวณ สระด้วยสถิติ t- Test
สระโอะษฐ์ภาษา กะเหรี่ยงโป	0.53	สระนาสิกภาษา กะเหรี่ยงโป	0.70	0.17	ไม่มีนัยสำคัญ
สระโอะษฐ์ภาษาอิม ปี	0.51	สระนาสิกภาษา อิมปี	0.42	0.09	ไม่มีนัยสำคัญ
สระโอะษฐ์เสียงพูด ต่ำลิกภาษาอิมปี	0.50	สระนาสิกเสียงพูด ต่ำลิกภาษาอิมปี	0.59	0.09	ไม่มีนัยสำคัญ
สระโอะษฐ์ยาว ภาษาบรู	0.73	สระนาสิกยาว ภาษาบรู	0.61	0.12	ไม่มีนัยสำคัญ

จากการเปรียบเทียบขนาดบริเวณสระของชุดสระที่มีความแตกต่างกันทางด้านคุณสมบัติโอะษฐ์-นาสิก ดังตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ขนาดบริเวณสระของสระโอะษฐ์และสระนาสิกมีรูปแบบไม่คงที่ เนื่องจาก สระโอะษฐ์ในภาษาอิมปีมีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระนาสิก มีความแตกต่างเท่ากับ 0.09 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p>0.05$) เช่นเดียวกับสระโอะษฐ์ยาวในภาษาบรูที่มีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระนาสิกยาว มีความแตกต่างเท่ากับ 0.12 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p>0.05$) ในขณะที่สระโอะษฐ์ในภาษากะเหรี่ยงโปมีขนาดบริเวณสระน้อยกว่าสระนาสิก มีความแตกต่างเท่ากับ 0.17 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p>0.05$) เช่นเดียวกับสระโอะษฐ์เสียงพูดต่ำลิกในภาษาอิมปีขนาดบริเวณสระน้อยกว่าสระนาสิกเสียงพูดต่ำลิก มีความแตกต่างเท่ากับ 0.09 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p>0.05$)

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติน้ำเสียงกับขนาดบริเวณสระ

สระลักษณะน้ำเสียง (register vowel) หมายถึง สระที่มีลักษณะเสียงพูดแบบต่าง ๆ อันเกิดจากคุณสมบัติน้ำเสียง (phonation type) ที่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากกระแสมถูกปรับโดยการทำงานของเส้นเสียงร่วมกับกระดูกอ่อนอริเทอนอยด์ (arytenoids cartilages) เช่น เสียงพูดปกติ เสียงพูดต่ำลึก และเสียงพูดลมแทรก ซึ่งความแตกต่างของลักษณะน้ำเสียง (register distinction) ทำให้คำมีความหมายต่างกัน

สระลักษณะน้ำเสียงที่พบในงานวิจัยนี้คือ สระเสียงพูดปกติ สระเสียงพูดต่ำลึก และสระเสียงพูดลมแทรก โดยสระเสียงพูดปกติ (modal vowel) หมายถึง สระที่มีลักษณะน้ำเสียงพูดปกติ อันเกิดจากกระแสมออกจากปอดผ่านช่องว่างระหว่างเส้นเสียงขึ้นมาในขณะที่สภาพของเส้นเสียงทั้ง 2 เส้น เคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน และกระดูกอ่อนอริเทอนอยด์อยู่ใกล้กัน ทำให้เส้นเสียงสั่น เกิดเป็นเสียงที่มีลักษณะน้ำเสียงพูดปกติ เช่น ในภาษาอิมปี คำว่า ti 'อ้อย' สระเสียงพูดต่ำลึก (creaky vowel) หมายถึง สระที่มีลักษณะน้ำเสียงพูดต่ำลึก อันเกิดจากกระแสมออกจากปอดผ่านช่องว่างระหว่างเส้นเสียงขึ้นมาในขณะที่สภาพของเส้นเสียงทั้ง 2 เส้น เคลื่อนที่เข้ามาติดกัน แต่เส้นเสียงส่วนหน้าที่แยกห่างออกจากกันเล็กน้อย ในขณะที่กระดูกอ่อนอริเทอนอยด์อยู่ติดกันสนิท ทำให้เส้นเสียงสั่น เกิดเป็นเสียงที่มีลักษณะน้ำเสียงพูดต่ำลึก เช่น ในภาษาอิมปี คำว่า ti 'ขุ่น' สระเสียงพูดลมแทรก (breathy vowel) หมายถึง สระที่มีลักษณะน้ำเสียงพูดลมแทรก อันเกิดจากกระแสมออกจากปอดผ่านช่องว่างระหว่างกระดูกอ่อนอริเทอนอยด์ ในขณะที่สภาพของเส้นเสียงทั้ง 2 เส้น เคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน ทำให้เส้นเสียงสั่นและมีลมออกมาในเวลาเดียวกัน เกิดเป็นเสียงที่มีลักษณะน้ำเสียงพูดลมแทรก เช่น ในภาษาละเมียด คำว่า niɔ? 'ยอดไม้'

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ชุดสระที่นำมาเปรียบเทียบเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติน้ำเสียงกับขนาดบริเวณสระ มีจำนวน 6 คู่ ได้แก่ ชุดสระเสียงพูดปกติกับชุดสระเสียงพูดต่ำลึกในภาษาอิมปี ชุดสระนาสิกเสียงพูดปกติกับชุดสระนาสิกเสียงพูดต่ำลึก (creaky nasal vowel) ในภาษาอิมปี ชุดสระสั้นเสียงพูดปกติกับชุดสระสั้นเสียงพูดลมแทรกในภาษาละเมียด ชุดสระยาวเสียงพูดปกติกับชุดสระ

ยาวเสียงพูดลมแทรกในภาษาละเมียด ชูดสระสั้นเสียงพูดปรกติกับชูดสระสั้นเสียงพูดลมแทรกในภาษาบรู และชูดสระยาวเสียงพูดปรกติกับชูดสระยาวเสียงพูดลมแทรกในภาษาบรู โดยผลการเปรียบเทียบขนาดบริเวณสระ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบขนาดบริเวณสระของชูดสระที่มีความแตกต่างกันทางด้านคุณสมบัติน้ำเสียง

ชูดสระ	ขนาดบริเวณสระ (ตารางหน่วย)	ชูดสระ	ขนาดบริเวณสระ (ตารางหน่วย)	ความแตกต่าง ของขนาดบริเวณ สระ (ตาราง หน่วย)	นัยสำคัญของ ความแตกต่าง ของขนาดบริเวณ สระด้วยสถิติ t- Test
สระเสียงพูด ปรกติภาษาอัมปี	0.51	สระเสียงพูดต่ำ ลิกภาษาอัมปี	0.50	0.01	ไม่มีนัยสำคัญ
สระนาสิกเสียงพูด ปรกติภาษาอัมปี	0.42	สระนาสิกเสียงพูด ต่ำลิกภาษาอัมปี	0.59	0.17	ไม่มีนัยสำคัญ
สระสั้นเสียงพูด ปรกติภาษา ละเมียด	0.49	สระสั้นเสียงพูด ลมแทรกภาษา ละเมียด	0.49	0.00	-
สระยาวเสียงพูด ปรกติภาษา ละเมียด	0.62	สระยาวเสียงพูด ลมแทรกภาษา ละเมียด	0.51	0.11	ไม่มีนัยสำคัญ
สระสั้นเสียงพูด ปรกติภาษาบรู	0.43	สระสั้นเสียงพูด ลมแทรกภาษาบรู	0.65	0.22	มีนัยสำคัญ
สระยาวเสียงพูด ปรกติภาษาบรู	0.73	สระยาวเสียงพูด ลมแทรกภาษาบรู	0.67	0.06	ไม่มีนัยสำคัญ

จากการเปรียบเทียบขนาดบริเวณสระของชูดสระที่มีความแตกต่างกันทางด้านคุณสมบัติน้ำเสียง ดังตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ขนาดบริเวณสระของสระเสียงพูดต่ำลิกมีลักษณะไม่คงที่ กล่าวคือ สระเสียงพูดปรกติมีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระเสียงพูดต่ำลิกในภาษาอัมปี มีความแตกต่างเท่ากับ 0.01 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$) ในขณะที่

ที่สระนาสิกมีขนาดบริเวณสระน้อยกว่าสระนาสิกเสียงพูดต่ำลึกในภาษาอิมปี ความแตกต่างเท่ากับ 0.17 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$) ส่วนขนาดบริเวณสระของสระเสียงพูดลมแทรกก็มีลักษณะไม่คงที่ กล่าวคือ สระสั้นเสียงพูดปกติมีขนาดบริเวณสระเท่ากับสระสั้นเสียงพูดลมแทรกในภาษาละเมียด ในขณะที่สระสั้นเสียงพูดปกติมีขนาดบริเวณสระน้อยกว่าสระสั้นเสียงพูดลมแทรกในภาษาบรู มีความแตกต่างเท่ากับ 0.22 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p < 0.05$) ส่วนสระยาวเสียงพูดปกติมีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระยาวเสียงพูดลมแทรกในภาษาละเมียด มีความแตกต่างเท่ากับ 0.11 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$) เช่นเดียวกับสระยาวเสียงพูดปกติมีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระยาวเสียงพูดลมแทรกในภาษาบรู มีความแตกต่างเท่ากับ 0.06 ตารางหน่วย แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$)

6. การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยข้างต้น สามารถอภิปรายผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติสระกับขนาดบริเวณสระ ได้เป็น 3 ประเด็น เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ คือ คุณสมบัติสระในระบบ ได้แก่ ความสั้นยาว คุณสมบัติโอษฐ์-นาสิก และคุณสมบัติน้ำเสียง ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของบริเวณสระ ดังนี้

6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติความสั้น-ยาวกับขนาดบริเวณสระ

สระที่มีคุณสมบัติความยาวในทุกคู่เทียบมีขนาดบริเวณสระกว้างกว่าสระที่มีคุณสมบัติความสั้น นั้นเป็นเพราะการออกเสียงสระยาวมีลักษณะของการเคลื่อนที่ของลิ้นที่มีพื้นที่ครอบคลุมมากกว่าสระสั้นที่เป็นคู่สระ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเอबरัมสัน (Abramson, 1962) ได้ศึกษาลักษณะเชิงกลศาสตร์ของสระในภาษา

ไทย ด้วยการวิเคราะห์ค่าความถี่สั้นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 ในคำพูดเดี่ยวพยางค์เดียว เมื่อพล็อตค่าลงในแผนภาพ พบว่าบริเวณสระของสระยาวจะครอบคลุมบริเวณสระของสระสั้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของธีระพันธ์ เหลืองทองคำ และคณะ (2554) ที่ศึกษาขนาดบริเวณสระในภาษาไทย พบว่าเมื่อคำนวณบริเวณสระโดยรวมของภาษาไทยแล้ว สระยาวมีขนาดบริเวณสระกว้างกว่าสระสั้น อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของขนาดบริเวณสระสั้นและขนาดบริเวณสระยาวจากคู่เทียบ ส่วนใหญ่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$) ยกเว้นในคู่เทียบสระสั้น-ยาวในภาษาบรู มีความแตกต่างมากที่สุดเท่ากับ 0.3 ตารางหน่วย และเป็นความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p < 0.05$) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากเป็นชุดคู่เทียบสระสั้น-ยาวที่มีจำนวนมากถึง 11 คู่ นั่นคือ มีจำนวนสระในชุดนี้ 22 หน่วยเสียง ซึ่งมากที่สุดในงานวิจัยครั้งนี้ การที่มีจำนวนสระในระบบมากทำให้การออกเสียงเชิงสระจำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการเคลื่อนที่ของลิ้นมากกว่าในภาษาอื่น เพื่อไม่ให้เกิดการทับซ้อนกันขึ้นระหว่างสระแต่ละสระ และเหตุที่สระยาวมีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระสั้นในทุกคู่สระ เนื่องจากสระยาวเป็นสระที่ต้องใช้ปริมาณกระแสลมในการออกเสียงมาก จึงต้องเคลื่อนที่ลิ้นให้เกิดพื้นที่กว้างมากพอที่จะให้กระแสลมที่มีปริมาณมากออกไปได้ ดังนั้น จากผลการวิจัยนี้จึงปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า ความสั้นยาวไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของบริเวณสระ เนื่องจากบริเวณสระยาวมีขนาดมากกว่าบริเวณสระสั้น โดยมีนัยสำคัญ 1 คู่เทียบ และสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีต

6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติไอษฐ์-นาสิกกับขนาดบริเวณสระ

ขนาดบริเวณสระของสระไอษฐ์และขนาดบริเวณสระนาสิกมีรูปแบบไม่คงที่ กล่าวคือ ในภาษาอิมปีสระที่มีคุณสมบัติไอษฐ์มีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระที่มีคุณสมบัตินาสิก ในขณะที่สระที่มีคุณสมบัติไอษฐ์เสียงพูดต่ำลึกลึกมีขนาดบริเวณสระน้อยกว่าสระที่มีคุณสมบัตินาสิกเสียงพูดต่ำลึกลึก ส่วนในภาษาบรู สระที่มีคุณสมบัติไอษฐ์ยาวมีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระที่มีคุณสมบัตินาสิกยาว ส่วนในภาษากะเหรี่ยง

ไปสระที่มีคุณสมบัติไอษฐ์ มีขนาดบริเวณสระน้อยกว่าสระที่มีคุณสมบัตินาสิก และความแตกต่างของขนาดบริเวณสระทุกคู่เทียบจะเป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$) นั้นแสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติไอษฐ์-นาสิก ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของบริเวณสระ จึงเป็นการยอมรับสมมติฐานนี้ ซึ่งเป็นเหตุผลให้งานของอัล-ทามิมิ และเฟอร์เรกนี (Al-Tamimi and Ferragne, 2005) และงานของเกนดรอตและเดกเกอร์ (Gendrot and Decker, 2007) ที่ศึกษาขนาดบริเวณสระในภาษาฝรั่งเศส แต่เลือกศึกษาเฉพาะชุดสระที่มีคุณสมบัติไอษฐ์เท่านั้นและปฏิเสธชุดสระคุณสมบัตินาสิก เนื่องจากคาดว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติน้ำเสียงกับขนาดบริเวณสระ

จากผลการวิจัยสามารถแบ่งความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติน้ำเสียงกับขนาดบริเวณสระออกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดปรกติกับขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดต่ำลึก และขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดปรกติกับขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดลมแทรก

ในส่วนของขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดปรกติกับขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดต่ำลึก มีรูปแบบไม่คงที่ กล่าวคือ ในภาษาอิมปี สระเสียงพูดปรกติมีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระเสียงพูดต่ำลึก ในขณะที่สระนาสิกเสียงพูดปรกติมีขนาดบริเวณสระน้อยกว่าสระนาสิกเสียงพูดต่ำลึก แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$) นั้นแสดงว่า คุณสมบัติน้ำเสียงไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของบริเวณสระ จึงเป็นการยอมรับสมมติฐาน

ในส่วนของขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดปรกติกับขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดลมแทรก กรณีที่เป็นสระที่มีคุณสมบัติความสั้นเสียงพูดปรกติกับสระที่มีคุณสมบัติความสั้นเสียงพูดลมแทรก มีรูปแบบไม่คงที่ กล่าวคือ ในภาษาละเมียดสระที่มีคุณสมบัติความสั้นเสียงพูดปรกติกับสระที่มีคุณสมบัติความสั้นเสียงพูดลมแทรกจะมีขนาดบริเวณสระเท่ากัน ขณะที่ในภาษามูรูสระที่มีคุณสมบัติความสั้นเสียงพูดปรกติจะมีขนาดบริเวณสระน้อยกว่าสระที่มีคุณสมบัติความสั้นเสียงพูด

ลมแทรก และเป็นความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p < 0.05$) ส่วนกรณีที่เป็นสระที่มีคุณสมบัติความยาวเสียงพูดปรกติกับสระที่มีคุณสมบัติความยาวเสียงพูดลมแทรก มีรูปแบบเหมือนกันทั้งในภาษาละเมียดและภาษาบรู นั้นคือ สระที่มีคุณสมบัติความยาวเสียงพูดปรกติจะมีขนาดบริเวณสระมากกว่าสระที่มีคุณสมบัติความยาวเสียงพูดลมแทรก แต่เป็นความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ($p > 0.05$) จากผลการวิจัยดังกล่าวจึงแสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติน้ำเสียงไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของบริเวณสระ จึงเป็นการยอมรับสมมติฐาน

จากความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติน้ำเสียงกับขนาดบริเวณสระทั้ง 2 ลักษณะ ได้แก่ ขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดปรกติกับขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดต่ำลึก และขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดปรกติกับขนาดบริเวณสระที่มีคุณสมบัติเสียงพูดลมแทรก ซึ่งเป็นการยอมรับสมมติฐานที่ว่า คุณสมบัติน้ำเสียงไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของบริเวณสระนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยในอดีต คือ งานวิจัยของของธีระพันธ์ เหลืองทองคำ (Theraphan L-Thongkum, 1988a; 1988b; 1989; 1991) ที่ได้ศึกษาสระในภาษาตระกูลมอญ-เขมร ได้แก่ ภาษามอญ ภาษาญฮกฏ ภาษากูย และภาษาซอง ซึ่งเป็นภาษาที่มีลักษณะน้ำเสียง (register) พบว่าในคำความถี่สั้นพ้องเด่นที่ 1 และที่ 2 มีรูปแบบไม่ตายตัว

7. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาจากกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ให้มากขึ้น ทั้งที่อาศัยอยู่ในอาณาเขตประเทศไทยและในประเทศอื่นๆ แถบภูมิภาคอาเซียน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน
2. การใช้วิธีการปรับค่าความถี่สั้นพ้องเด่นที่ 1 และ ที่ 2 ของสระ ด้วยวิธีการเอส-เซนทรอยด์ เป็นหนึ่งในวิธีที่ใช้ได้ผลดีในการลดความแตกต่างระหว่างผู้พูด จึงสามารถนำไปใช้ในการวิจัยอื่นๆ ต่อไปได้

รายการอ้างอิง

- ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ และคณะ. (2554). *เสียงภาษาไทย: การศึกษาทางกลสัทศาสตร์*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาพร ผลิพัฒน์. (2551). “ลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของเสียงสระ : กรณีศึกษาภาษา ม้ง เมี่ยน และมัล” ใน นันทนา รณเกียรติ และอมร แสงมณี (บรรณาธิการ), *รวมบทความภาษาศาสตร์เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องในโอกาส ศาสตราจารย์ ดร. ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ มีอายุครบ 60 ปี*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Abercrombie, David. (1967). *Elements of General Phonetics*. Edinburgh : Edinburgh University Press.
- Abramson, A. S. (1962). *The Vowels and Tone of Standard Thai: Acoustical Measurements and Experiments*. Ann Arbor: University Microfilms International.
- Abramson, A. S. , L-Thongkum, T. and Nye P. W. (2004). “Voice register in Suai (Kuai): an analysis of perceptual and acoustic data”. In *Phonetica*, Vol. 61, pp. 147-171.
- Abramsom, A. S. and Ren, N. (1990). “Distinctive vowel length: duration versus spectrum in Thai”. In *Journal of Phonetics* 18: p. 79-92.
- Al-Tamimi, J. E. and Ferragne, E. (2005). “Does vowel space size depend on language vowel inventories? Evidence from two Arabic dialects and French”. In *Interspeech Proc*, pp. 2495-2498. Lisbon.
- Gendrot, C. and Adda-Decker, M. (2007). “Impact of duration and vowel inventory size on formant values of oral vowels: An automated formant analysis from eight languages”. In *ICPhS XVI Proc.*, pp. 1417-1420. Saarbrücken.
- Ladefoged, Peter. (2001). *A Course in Phonetics*. (4th ed.). Orlando: Harcourt College Publishers.
- Theraphan L-Thongkum. (1988a). “Another look at the register distinction in

Mon", In Cholticha Bamroongrak et.al. (eds) *Proceedings of the International Symposium on Language and Linguistics*, (pp. 22-51). Bangkok: Thammasat University.

Theraphan L-Thongkum. (1988b). "Phonation types in Mon-Khmer languages". In Fujimura, Osamu (ed) *Vocal Fold Physiology 2 : Voice Production, Mechanisms and Functions* (pp. 319-333). NY: Raven Press.

Theraphan L-Thongkum. (1989). "An acoustic study of the register complex in Kui (Suai)". *Mon Khmer Studies Journal*, 15, pp. 1-19.

Theraphan L-Thongkum. (1991). "An Instrumental study of Chong registers". In Davidson, J.H.C.S. (ed) *Austroasiatic Languages : Essay in Honour of H.L. Shorto* (pp. 141-160). London: SOAS.

Watt, D. J. L., Fabricius, A.H., and Johnson, D. E. (2009). "A comparison of three speaker-intrinsic vowel formant frequency normalization algorithms for sociophonetics". In *Language Variation and Change* 21(3), pp. 413-435.

Received: December 19, 2019

Revised: December 26, 2019

Accepted: May 13, 2020