

# ผลกระทบของวัฒนธรรมต่อโครงสร้างทางพันธุกรรมของ ประชากรมนุษย์

จตุพล คำปวนสาย\*

## บทคัดย่อ

ความแตกต่างทางวัฒนธรรมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้มนุษย์แต่ละชาติพันธุ์มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน การลดลงของความหลากหลายทางพันธุกรรมพบได้ในกลุ่มชนที่มีวัฒนธรรมการแต่งงานในหมู่เครือญาติ ในขณะที่การผสมผสานระหว่างชาติพันธุ์จะสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงขึ้น วัฒนธรรมบางอย่างส่งผลต่อสมาชิกของประชากรเพศชายและหญิงอย่างไม่สมดุลกัน เช่น การย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงาน ซึ่งทำให้โครโมโซมวายและดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียมีความหลากหลายที่ไม่เท่ากันในแต่ละประชากร ในบางกรณีความสัมพันธ์ระหว่างประชากรในแง่ของวัฒนธรรมกับหลักฐานทางพันธุกรรมอาจให้ผลที่ไม่สอดคล้องกัน เช่น ตัวอย่างที่พบในวัฒนธรรมการแบ่งชนชั้นแบบวรรณะในอินเดียที่พบว่าทุกวรรณะมีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่คล้ายคลึงกัน เนื่องจากเคยมีบรรพชนร่วมกันมาก่อน

คำสำคัญ: พันธุศาสตร์ประชากร โครงสร้างทางพันธุกรรม วัฒนธรรม กลุ่มชาติพันธุ์

# The Cultural Impact on the Genetic Structure of Human Population

Jatupol Kampuansai\*

---

## ABSTRACT

Cultural differences are one of the important factors which shape and maintain the genetic differences among human ethnic groups. Decline of genetic diversity has been observed in the consanguineous marriage population, while the ethnic admixture leads to the diversity increasing. Some culture show difference effect on male and female genetic structures, such as the post-marital residence which mirrors in an unequal Y chromosomal and mitochondrial DNA diversities. In some cases, the population relationships in cultural study and genetic evidence are inconsistency. The Indian caste, for example, is genetically similar among every ethnic group as they used to share common ancestor.

**Keywords:** population genetics, genetic structure, culture, ethnic group

## บทนำ

มนุษย์เป็นสัตว์สังคมที่มีความสามารถในการสร้างสรรค์วัฒนธรรมที่หลากหลาย เพื่อเอื้อประโยชน์ให้สามารถตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในถิ่นที่อยู่อาศัยของตน ประชากรมนุษย์แต่ละชาติพันธุ์จึงมีวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน วัฒนธรรมเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในระดับของประชากร ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ค่านิยม รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างทางพันธุกรรม ปัจจุบันวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาสารพันธุกรรมมีความก้าวหน้ามากขึ้น ทำให้นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจศึกษาในเรื่องโครงสร้างพื้นฐานของสารพันธุกรรม ตลอดจนการแสดงออก การควบคุม และปฏิสัมพันธ์ของยีนต่างๆ ที่แต่ละประชากรได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพชนรุ่นก่อนหน้า แม้ว่านักพันธุศาสตร์ประชากรจะสามารถอธิบายถึงสาเหตุของความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรได้ด้วยกระบวนการทางวิวัฒนาการต่างๆ เช่น การกลายพันธุ์ การคัดเลือกโดยธรรมชาติ แต่สำหรับประชากรมนุษย์แล้วความแตกต่างทางวัฒนธรรมเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลให้แต่ละชาติพันธุ์มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน วัฒนธรรมที่กล่าวถึงนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายประการ เช่น การแต่งงานในหมู่เครือญาติ การย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงาน การแข่งขันทางสังคม และการผสมผสานระหว่างชาติพันธุ์ เป็นต้น

## การแต่งงานในหมู่เครือญาติ

การแต่งงานในหมู่เครือญาติที่มีสายเลือดใกล้ชิดกัน (consanguineous marriage) เป็นวัฒนธรรมหนึ่งของมนุษย์ที่เกิดขึ้นเพราะความเชื่อทางศาสนา การรักษาสถานะทางสังคม หรือการแบ่งแยกถิ่นที่อยู่อาศัยโดยสภาพทางภูมิศาสตร์ เป็นที่ทราบกันดีว่าการแต่งงานระหว่างบุคคลที่มีความสัมพันธ์ทางบรรพชนที่ใกล้ชิดกัน เป็นเหตุให้โอกาสในการแสดงออกของโรคซึ่งควบคุมด้วยยีนด้อยเพิ่มมากขึ้น ดังเช่นกรณีโรคโลหิตจางฮีโมฟีเลีย (Haemophilia) ในราชวงศ์ยุโรป ซึ่งเริ่มต้นมาจากพระนางเจ้าวิกตอเรียแห่งราชวงศ์อังกฤษที่เป็นพาหะของโรคโลหิตจาง เมื่อมีการแต่งงานระหว่างเครือญาติในราชวงศ์เดียวกันเพื่อรักษาสายเลือดและฐานอำนาจในการปกครอง รวมถึงการแต่งงานกับราชวงศ์สเปนและรัสเซียเพื่อสานสัมพันธ์ไมตรีทางการเมือง ทำให้ในช่วงเวลาเพียง 100 ปี มีบุคคลในราชวงศ์ยุโรปเป็นโรคโลหิตจางฮีโมฟีเลียกว่า 20 คน [1]

การแต่งงานในหมู่เครือญาติมักพบในประชากรที่มีขนาดเล็กและถูกแบ่งแยกจากประชากรส่วนใหญ่ อาจด้วยขอบเขตทางภูมิศาสตร์หรือความเคร่งครัดทางศาสนา เช่น ชาวอามิช (Amish) ซึ่งอาศัยอยู่ในรัฐเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ชาวอามิชกลุ่มนี้เป็นผู้นับถือศาสนาคริสต์แบบอนาแบปติสต์ (Anabaptist) ซึ่งเดิมเคยอาศัยอยู่ในประเทศเยอรมัน ต่อมาได้อพยพมายังประเทศอเมริกาด้วยความต้องการอิสรภาพทางศาสนา ด้วยลักษณะสังคมที่เป็นเกษตรกรรมและมีความเชื่อทางศาสนาที่เคร่งครัดทำให้ประชากรกลุ่มนี้แยกตัวออกจากประชากรภายนอกและมีการแต่งงานระหว่างสายเลือดที่ใกล้ชิดกันในประชากรชาวอามิชกลุ่มนี้พบอุบัติการณ์ของโรค Ellis-van creveld หรือโรค chondroectodermal dysplasia สูงถึงร้อยละ 7 ซึ่งนับว่าสูงมากเมื่อเทียบกับอุบัติการณ์เฉลี่ยของโรคนี้ในประชากรทั่วโลกที่พบเพียง 1 ใน 1,000 คน ผลของการแต่งงานในหมู่เครือญาติของชาวอามิชทำให้เด็กชาวอามิชมีลักษณะแขนขาสั้นกว่าปกติและมีอาการของโรคหัวใจเป็นจำนวนมาก [2]

ผลกระทบที่สำคัญของวัฒนธรรมการแต่งงานในหมู่เครือญาติต่อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของประชากรคือ การลดลงของความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร ตัวอย่างเช่น การศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของชาวมลาบรีหรือผีตองเหลือง (Mlabri or Phi Tong Luang) ที่อาศัยอยู่ในภาคเหนือของประเทศไทย และยังคงดำรงชีวิตแบบดั้งเดิม คือ การเก็บของป่าและล่าสัตว์ (รูปที่ 1 A-B) พบว่าชาวมลาบรีมีความหลากหลายของเครื่องหมายทางพันธุกรรมในโครโมโซมร่างกาย (autosome) และโครโมโซมวาย (Y chromosome) ต่ำกว่ากลุ่มประชากรชาวไทยภูเขาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันอย่างชัดเจน และพบว่าดีเอ็นเอไมโทคอนเดรีย (mitochondrial DNA) ของชาวมลาบรีมีความแปรผันแบบเดียวกันทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประชากรชาวมลาบรีทั้งหมดในปัจจุบันสืบเชื้อสายมาจากบรรพชนทางฝ่ายหญิงเพียงคนเดียวเท่านั้น [3] อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการดำรงชีวิตของชาวมลาบรีจะเป็นแบบสังคมเก็บของป่าและล่าสัตว์ ซึ่งเป็นลักษณะสังคมแบบดั้งเดิมก่อนที่จะมีการปฏิวัติเกษตรกรรม แต่จากความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างชาวมลาบรีกับประชากรอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เดียวกันกลับชี้ให้เห็นว่าบรรพชนของชาวมลาบรีน่าจะเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ถิ่น (H'tin) (รูปที่ 1 C-D) ซึ่งเคยทำเกษตรกรรมมาก่อน แต่ได้เปลี่ยนวิถีชีวิตไปเป็นแบบสังคมเก็บของป่าและล่าสัตว์ในภายหลังเมื่อประมาณ 500-800 ปีที่ผ่านมา [4] ดังนั้นชาวมลาบรีในปัจจุบันจึงอาจไม่ใช่ลูกหลานของประชากรที่หลงเหลือจากยุคเก่าก่อนการเกษตรกรรม แต่เป็นเพียงกลุ่มชนเล็กๆ ที่มีการเปลี่ยนวิถีชีวิตของตัวเองเท่านั้น การค้นพบต้นกำเนิดของชาวมลาบรีนี้เป็นข้อยืนยันให้เห็นถึงผลกระทบที่ชัดเจนของจำนวนประชากรเริ่มต้น ประกอบกับวัฒนธรรมการแต่งงานในหมู่เครือญาติที่ทำให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรลดลงอย่างมากในระยะเวลาเพียงไม่กี่ร้อยปี



รูปที่ 1 ชาวมลาบรี และชาวถิ่น

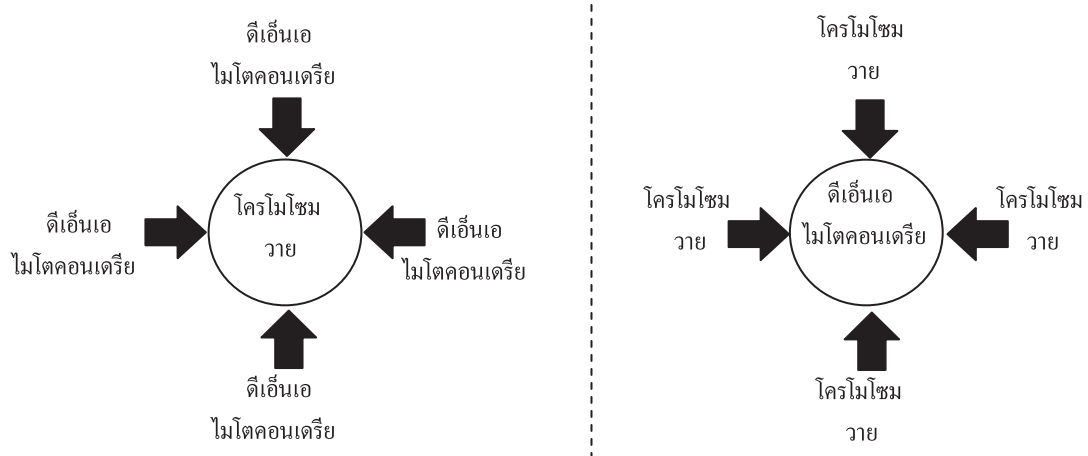
- A. ชายชาวมลาบรีในชุดประจำชาติพันธุ์
- B. คู่แต่งงานชาวมลาบรี
- C. ชายชาวถิ่น
- D. หญิงและบุตรชาวถิ่น (รูปจาก [5] และ [6])

การลดลงของความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรที่เป็นผลลัพท์จากการแต่งงานในหมู่เครือญาตินี้สามารถอธิบายได้ด้วยกลไกทางวิวัฒนาการ กล่าวคือ เมื่อมีการแต่งงานในสายเลือดที่ใกล้ชิดกันจะทำให้มีการแสดงออกของยีนที่ก่อให้เกิดโรคเพิ่มขึ้น ซึ่งมักเป็นลักษณะที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต สมาชิกที่เป็นโรคนั้นจึงตายไป ส่งผลให้ประชากรมีขนาดเล็กลงและบางเชื้อสายสูญหายไปจากประชากร จึงทำให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรลดลง แม้ว่าในทางปฏิบัติด้านการแพทย์และสาธารณสุขควรส่งเสริมไม่ให้มีการแต่งงานในหมู่เครือญาติ เพื่อป้องกันไม่ให้ลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนด้อยนั้นปรากฏออกมา แต่นั่นหมายถึงการคงอยู่ของยีนด้อยในประชากร โดยแฝงอยู่ในคนที่เป็นพาหะ หากมองในมุมกลับกันด้วยแนวคิดทางด้านวิวัฒนาการจะเห็นว่า เมื่อมีลักษณะด้อยที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตปรากฏออกมาในประชากร ลักษณะนั้นจะถูกคัดทิ้งไปด้วยการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ซึ่งเป็นการกำจัดยีนด้อยออกไปจากประชากร ความถี่ของยีนด้อยนั้นก็จะค่อยๆ ลดลง และสูญหายไปจากประชากรในที่สุด แม้ว่าแนวคิดนี้ไม่สามารถใช้จริงได้ในประชากรมนุษย์ด้วยเหตุผลทางจริยธรรม แต่ในกรณีของการปรับปรุงพันธุ์พืชหรือสัตว์ การผสมพันธุ์ในสายเลือดชิด เพื่อให้ลักษณะด้อยปรากฏออกมาแล้วกำจัดทิ้ง นับเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการลดความถี่ของยีนด้อยและกำจัดลักษณะที่ไม่ต้องการออกไปจากประชากรได้

### การย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงาน

การย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงาน (post-marital residence) เป็นวัฒนธรรมที่เกิดจากข้อตกลงของสามีและภรรยาว่าจะอาศัยอยู่ในครอบครัวของฝ่ายชายหรือฝ่ายหญิง วัฒนธรรมนี้เชื่อกันว่าเกิดขึ้นมาพร้อมๆ กับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมของมนุษย์จากการเก็บของป่าและล่าสัตว์มาเป็นสังคมเกษตรกรรม โดยแต่เดิมในสังคมที่ดำรงชีวิตด้วยการเก็บของป่าและล่าสัตว์ ซึ่งประชากรมีการเคลื่อนย้ายถิ่นฐานไปเรื่อยๆ นั้น การที่คู่แต่งงานจะเลือกอยู่กับครอบครัวฝ่ายใดจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม โดยฝ่ายชายอาจทำงานและอาศัยอยู่ร่วมกับครอบครัวของภรรยาในปีแรกๆ ของการแต่งงาน หลังจากนั้นทั้งคู่อาจย้ายไปอยู่กับครอบครัวของสามี หรือในบางครั้งคู่แต่งงานอาจเปลี่ยนไปอยู่กับครอบครัวของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งตามแต่ละฤดูกาล หรือปีต่อปี ลักษณะการย้ายถิ่นฐานไปมาเช่นนี้ทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าชายหรือหญิงเป็นฝ่ายย้ายออกจากถิ่นฐานเดิมของตน เมื่อสังคมมนุษย์เข้าสู่ยุคสมัยของการทำเกษตรกรรมซึ่งจำเป็นต้องใช้พื้นที่ถาวรในการเพาะปลูก โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำ สังคมแบบเกษตรกรรมนี้จึงทำให้เกิดการถือสิทธิ์ในที่ดินทำกินของครอบครัว และจำเป็นต้องรักษาไว้เพื่อส่งต่อกรรมสิทธิ์นั้นให้แก่ลูกหลานต่อไป วัฒนธรรมการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงานจึงเกิดขึ้น โดยถือว่าฝ่ายที่อยู่ในพื้นที่เดิมของตนจะเป็นผู้สืบทอดสิทธิ์ในที่ดินนั้นๆ ต่อไป [7]

ผลของวัฒนธรรมการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงานต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรจะเห็นได้ชัดเมื่อศึกษาเครื่องหมายพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดทางเพศใดเพศหนึ่ง ได้แก่ โครโมโซมวาย ซึ่งจะมีการถ่ายทอดผ่านทางฝ่ายชายเท่านั้น และดีเอ็นเอของไมโทคอนเดรีย ซึ่งจะมีการถ่ายทอดผ่านทางฝ่ายหญิงเท่านั้น เมื่อพิจารณาความหลากหลายของเครื่องหมายพันธุกรรมบนโครโมโซมวายและดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียในประชากรที่มีวัฒนธรรมการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงานที่ต่างกัน 2 แบบคือ ฝ่ายหญิงย้ายเข้าไปอยู่บ้านฝ่ายชาย (patrilocality) และฝ่ายชายย้ายเข้าไปอยู่บ้านฝ่ายหญิง (matrilocality) จะพบว่าในกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีวัฒนธรรมให้ฝ่ายหญิงย้ายเข้าไปอยู่บ้านฝ่ายชายจะมีการ



**รูปที่ 2** การเคลื่อนย้ายของโครโมโซมวายและดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียด้วยวัฒนธรรมการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงาน กรณีฝ่ายหญิงย้ายเข้าบ้านฝ่ายชาย (ชาย) และกรณีฝ่ายชายย้ายเข้าบ้านฝ่ายหญิง (หญิง) วงกลม หมายถึง ประชากร หรือหมู่บ้าน

เคลื่อนย้ายของดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียจากประชากรหมู่บ้านอื่นเข้ามา จึงพบความหลากหลายของดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียที่มีค่าสูง ในทางกลับกันกลุ่มชาติพันธุ์ที่ยึดถือให้ฝ่ายชายย้ายไปอยู่บ้านฝ่ายหญิง ค่าความหลากหลายของโครโมโซมวายจะมีค่าสูง (รูปที่ 2)

ประชากรชาวไทยภูเขาเป็นกลุ่มตัวอย่างของชาติพันธุ์ที่มีวัฒนธรรมของการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงานที่ชัดเจนและเคร่งครัด จากการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมพบว่า ในชาวไทยภูเขากลุ่มที่ยึดถือให้ฝ่ายหญิงย้ายเข้าบ้านฝ่ายชาย ได้แก่ อาข่า ลีซู และม้ง (รูปที่ 3 A-C) มีค่าความหลากหลายของดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียสูงกว่าชาวกะเหรี่ยงและมุเซอ (ลาฮู) (รูปที่ 3 D-E) ที่มีวัฒนธรรมให้ฝ่ายชายย้ายเข้าบ้านฝ่ายหญิง ส่วนโครโมโซมวายในชาวอาข่า ลีซู และม้ง มีความหลากหลายต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชาวกะเหรี่ยงและมุเซอ [8] การศึกษาในประชากรชาวไทยภูเขานี้จึงแสดงให้เห็นถึงผลของวัฒนธรรมการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงานที่ชัดเจน ผลการศึกษาที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งจากกรณีศึกษาในชาวไทยภูเขา คือ ในประชากรชาวเย้า (เมียน) (รูปที่ 3 F) ที่มีวัฒนธรรมให้ฝ่ายหญิงย้ายเข้าบ้านฝ่ายชาย ซึ่งควรจะพบว่าโครโมโซมวายมีความหลากหลายต่ำกว่าดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียกลับพบว่าค่าความหลากหลายของเครื่องหมายทางพันธุกรรมทั้งสองชนิดนั้นมีค่าใกล้เคียงกันมาก [8] ความไม่สอดคล้องกันระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรมกับวัฒนธรรมการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงานในชาวเย้านี้คาดว่าเป็นผลมาจากวัฒนธรรมการรับบุตรบุญธรรม โดยชาวเย้านิยมรับบุตรบุญธรรมเพศชายจากชาติพันธุ์อื่นๆ เข้ามาในหมู่บ้านเพื่อเป็นแรงงานในการทำเกษตรกรรม ซึ่งบุตรบุญธรรมเหล่านี้เมื่อเข้ามาอยู่ในหมู่บ้านแล้วจะถูกนับว่าเป็นชาวเย้า และต้องยึดถือประเพณีของชาวเย้า [6] ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าโครงสร้างทางพันธุกรรมทางฝ่ายชายของชาวเย้าเกิดขึ้นจากการผสมผสานระหว่างหลายชาติพันธุ์ จึงทำให้ค่าความหลากหลายของโครโมโซมวายเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 3 กลุ่มชาติพันธุ์ชาวไทยภูเขา: อาข่า ลีซู ม้ง กะเหรี่ยง มูเซอ และเย้า (A-F ตามลำดับ)

แม้ว่าวัฒนธรรมการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงานจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากร โดยทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของสารพันธุกรรมที่ไม่สมดุลกันระหว่างเพศชายและหญิง แต่ผลของวัฒนธรรมเช่นนี้ค่อยๆ ลดลงในสังคมปัจจุบันที่ให้เสรีภาพในการเลือกที่อยู่อาศัยของผู้สามีภรรยา รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่สังคมอุตสาหกรรมและการตลาดที่การถือครองและสืบทอดที่ดินทำเกษตรกรรมไม่ได้มีความสำคัญอีกต่อไป ปัจจุบันผลของวัฒนธรรมการย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงานต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรจึงเห็นผลได้จริงเฉพาะในเขตภูมิศาสตร์เล็กๆ และในบางประชากรเท่านั้น

## การแบ่งชนชั้นทางสังคม

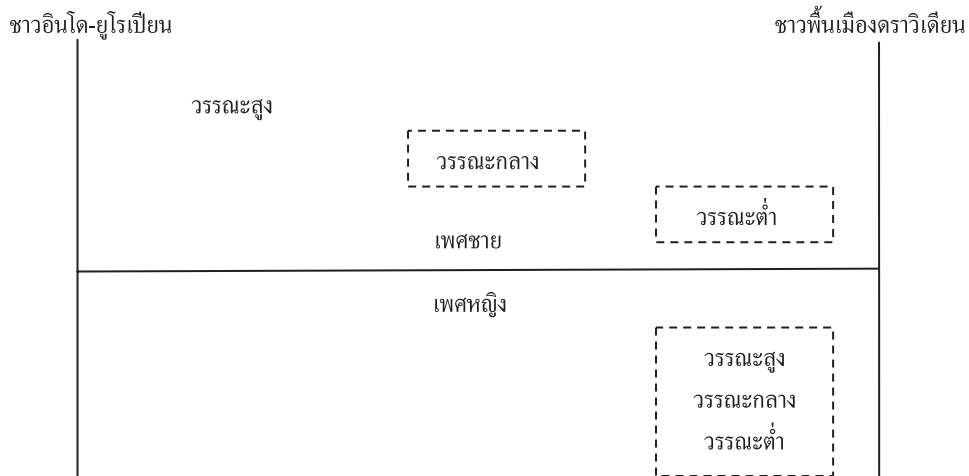
แม้ว่าสังคมมนุษย์ในยุคปัจจุบันจะมีความเปิดกว้างทางด้านสิทธิและเสรีภาพมากขึ้น แต่การแบ่งแยกระหว่างกลุ่มของตนกับกลุ่มที่ไม่ใช่ของตนจนเกิดการแบ่งชนชั้นทางสังคม (social stratification) เป็นสิ่งที่ต้องยอมรับว่ามีอยู่จริง ซึ่งการแบ่งกลุ่มทางสังคมในบางพื้นที่ก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น การแย่งชิงทรัพยากรธรรมชาติ ความขัดแย้งทางศาสนา การเหยียดสีผิว เป็นต้น วัฒนธรรมการแบ่งชนชั้นทางสังคมที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง คือ ระบบวรรณะในประเทศอินเดีย

ระบบวรรณะเป็นการแบ่งชนชั้นทางสังคม โดยแต่ละบุคคลถูกกำหนดวรรณะตามชาติกำเนิด (พ่อแม่) ของตน ในระบบวรรณะที่เคร่งครัด บุคคลที่อยู่ในวรรณะต่างกันมักจะไม่คบหาสมาคมกัน และจะนิยมแต่งงานกับคนในวรรณะเดียวกับตนเท่านั้น การแต่งงานข้ามวรรณะถือเป็นเรื่องต้องห้าม [9] แนวคิดเกี่ยวกับระบบวรรณะนี้เชื่อว่าเป็นการสร้างกฎเกณฑ์เพื่อรักษาสถานะทางสังคม โดยอ้างถึงการกำหนดวรรณะโดยเทพเจ้าของศาสนาฮินดู ประเทศอินเดียมีระบบวรรณะที่ชัดเจนและเคร่งครัด โดยปัจจุบันกลุ่มชาติพันธุ์ในประเทศอินเดียซึ่งมีจำนวนกว่า 4,000 กลุ่ม จะถูกจัดไว้ในวรรณะสูง กลาง และต่ำ วรรณะใดวรรณะหนึ่ง เช่น ชาวไอเอนการ์ (Iyengar) อยู่ในวรรณะสูง ชาวพาลลาน (Pallan) อยู่ในวรรณะต่ำ ระบบวรรณะในอินเดียทำให้เกิดการแต่งงานในหมู่เครือญาติมาเป็นระยะเวลาหลายพันปี [10]

หากพิจารณาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมตามระบบวรรณะ ซึ่งห้ามมิให้มีการแต่งงานข้ามระหว่างวรรณะที่ต่างกัน อาจคาดได้ว่ากลุ่มชาติพันธุ์ที่อยู่ในวรรณะเดียวกันจะมีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมมากกว่ากลุ่มชาติพันธุ์ที่อยู่คนละวรรณะ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ ระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างชาติพันธุ์ต่างวรรณะกันควรจะมีค่าสูง แต่จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกลุ่มชาติพันธุ์วรรณะต่างๆ โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมชนิด *Alu* ซึ่งแทรกอยู่บนโครโมโซมร่างกายจำนวน 10 ตำแหน่ง กลับพบว่าประชากรในทุกวรรณะมีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่คล้ายคลึงกัน และระยะห่างทางพันธุกรรมไม่มีความสอดคล้องกับความแตกต่างของชั้นวรรณะ [9] โดยความคล้ายคลึงกันของโครงสร้างพันธุกรรมของทุกวรรณะนี้สามารถยืนยันได้ว่าไม่ได้เกิดขึ้นจากการแต่งงานข้ามวรรณะ เพราะจากการคำนวณอัตราการเคลื่อนย้ายของสารพันธุกรรมพบว่า ในแต่ละชั่วอายุคนจะมีการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมระหว่างวรรณะสูง กลาง และต่ำ เพียง 1-2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น [10] ข้อสังเกตที่พบในการศึกษาพันธุกรรมในระบบวรรณะในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา นับเป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับนักพันธุศาสตร์ประชากรว่าเหตุใดระบบวรรณะจึงไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรในอินเดีย

ความสัมพันธ์ระหว่างระบบวรรณะกับพันธุกรรมมีความชัดเจนมากขึ้นเมื่อมีการศึกษาความหลากหลายของโครโมโซมวายกับดีเอ็นเอไมโทคอนเดรีย ซึ่งมีการถ่ายทอดผ่านทางฝ่ายชายและหญิงตามลำดับ ประกอบกับการเปรียบเทียบโครงสร้างพันธุกรรมของแต่ละวรรณะกับกลุ่มชาติพันธุ์อื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในภูมิภาคเอเชียใต้ ซึ่งพบว่าแม้โดยรวมแล้วความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างวรรณะจะมีค่าน้อย แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและหญิง ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างวรรณะจะพบในเพศชายมากกว่า โดยชายที่อยู่ในวรรณะสูงมีพันธุกรรมใกล้ชิดกับกลุ่มชนที่พูดภาษาตระกูลอินโด-ยูโรเปียน (Indo-European) และความใกล้ชิดนี้ค่อยๆ ลดลงในวรรณะกลาง และน้อยที่สุดในวรรณะต่ำ ซึ่งชายของชาติพันธุ์ในวรรณะต่ำมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับชนพื้นเมืองซึ่งพูดภาษาตระกูลดราวิเดียน (Dravidian) และชาวเอเชียตะวันออก ส่วนดีเอ็นเอไมโทคอนเดรีย (เพศหญิง) ของชาติพันธุ์จากทุก



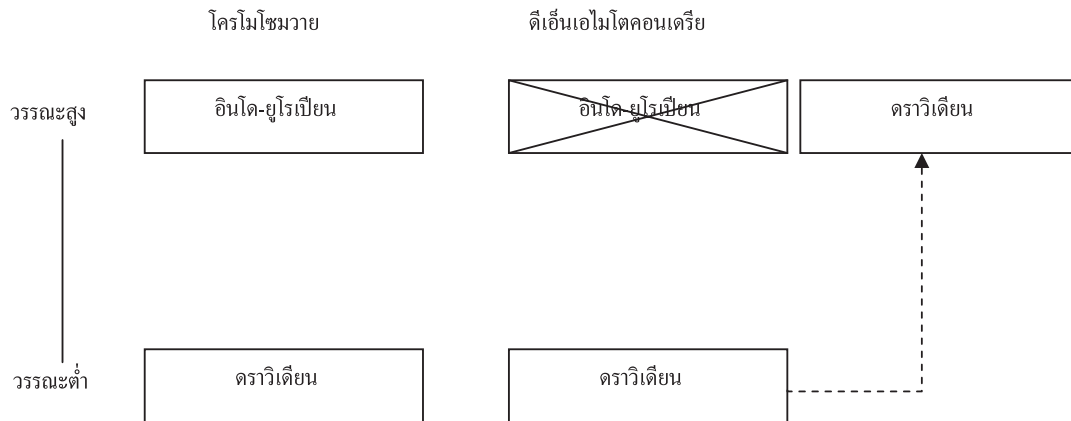


**รูปที่ 4** แผนผังแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างวรรณะต่างๆกับชาวอินโด-ยูโรเปียนและชนพื้นเมืองตราวิเดียน ที่ศึกษาด้วยเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่สืบทอดทางเพศชาย (บน) และเพศหญิง (ล่าง)

วรรณะมีความคล้ายกันมาก และใกล้ชิดกับดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียของชนพื้นเมืองตราวิเดียน และชาวเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ออกมากกว่าชาวอินโด-ยูโรเปียน [11] (รูปที่ 4)

เมื่อย้อนกลับไปศึกษาถึงที่มาของระบบวรรณะในอินเดียจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์และโบราณคดีพบว่า กลุ่มชนดั้งเดิมที่อาศัยกระจายอยู่ทั่วไปในภูมิภาคเอเชียใต้ในช่วงยุคหินใหม่ (ประมาณ 10,000 ปีก่อน) [9] คือ กลุ่มชนที่พูดภาษาตระกูลดราวิเดียน ต่อมาเมื่อราว 3,500 ปีก่อน ได้มีชาวอินโด-ยูโรเปียนอพยพเข้ามาจากดินแดนทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย ชาวอินโด-ยูโรเปียนเหล่านี้ได้กระจายตัวลงมาและผลักดันให้ชนพื้นเมืองตราวิเดียนถอยร่นลงไปทางตอนใต้เพื่อหลีกเลี่ยงการถูกกลืนชาติพันธุ์ ต่อมาชาวอินโด-ยูโรเปียนได้ถือเอาตนเองเป็นอารยชนมากกว่าชนพื้นเมืองจึงเกิดการแบ่งชนชั้นทางสังคม โดยชนพื้นเมืองตราวิเดียนถูกจัดให้มีสถานะทางสังคมต่อยกกว่าชาวอินโด-ยูโรเปียน เมื่อเวลาผ่านไปการแบ่งชนชั้นทางสังคมมีความเคร่งครัดและชัดเจนมากขึ้นจนกลายเป็นระบบวรรณะ [12] จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์และโบราณคดีนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าระบบวรรณะในประเทศอินเดียเกิดขึ้นในช่วงเวลาเพียง 3,500 ปีที่ผ่านมาเอง

เมื่อวิเคราะห์ผลการศึกษาทางพันธุกรรมร่วมกับประวัติศาสตร์ชาติพันธุ์ในประเทศอินเดียทำให้สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับระบบวรรณะในอินเดียได้ว่า ก่อนที่จะมีระบบวรรณะเกิดขึ้น ทุกชาติพันธุ์มีบรรพชนร่วมกัน คือ ชาวตราวิเดียน (แต่เดิมชาติพันธุ์ทั้งหมดมีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่คล้ายคลึงกัน) ต่อมาเมื่อชาวอินโด-ยูโรเปียนได้อพยพเข้ามาและมีวัฒนธรรม 2 อย่างเกิดขึ้นจากแนวคิดทางสังคมว่าชาวอินโด-ยูโรเปียนมีสถานะสูงกว่าชนพื้นเมือง วัฒนธรรมแรก คือ ชายชาวอินโด-ยูโรเปียนนิยมแต่งงานกับหญิงชนพื้นเมือง ซึ่งลูกที่เกิดมาจะถูกจัดให้อยู่ในวรรณะสูง ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงที่มาของสารพันธุกรรมในวรรณะสูงจะพบว่า แท้จริงแล้วใคร่ไม่ใช่วายมาจากพ่อชาวอินโด-ยูโรเปียน แต่ดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียมาจากแม่ที่เป็นชนพื้นเมือง ในทางกลับกัน หญิงชาวอินโด-ยูโรเปียนจะไม่นิยมแต่งงานกับชายชนพื้นเมืองซึ่งมีสถานะทางสังคมที่ต่ำกว่า จึงไม่มีการสืบทอดดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียของ



**รูปที่ 5** ที่มาของโครโมโซมวายและดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียในแต่ละวาระ เส้นประแสดงการเคลื่อนย้ายของดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียของชาวดราวิดียนจากวาระต่ำไปวาระสูง กากบาทแสดงถึงการลดลงและสูญหายไปของดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียของชาวอินโด-ยูโรเปียน

หญิงชาวอินโด-ยูโรเปียน ประกอบกับวัฒนธรรมอีกอย่างหนึ่ง คือ ความไม่นิยมมีลูกเพศหญิง (การฆ่าทารกเพศหญิง, female infanticide) ซึ่งพบได้บ่อยในกลุ่มชนวาระสูง ทำให้การสืบทอดดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียของหญิงชาวอินโด-ยูโรเปียนลดลง (รูปที่ 5) ผลร่วมกันระหว่างปัจจัยทางวัฒนธรรมทั้ง 2 ปัจจัยดังกล่าวทำให้ในปัจจุบันจึงพบความแตกต่างของโครโมโซมวายในประชากรจากต่างวาระกัน (วาระสูงจากชาวอินโด-ยูโรเปียน และวาระต่ำจากชนพื้นเมือง) ส่วนดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียจากแต่ละวาระไม่แตกต่างกัน เพราะทุกวาระต่างก็สืบเชื้อสายมาจากหญิงชาวพื้นเมืองดราวิดียนทั้งสิ้น [13, 14]

แม้ว่าปัจจุบันเส้นแบ่งระหว่างชนชั้นทางสังคมจะเป็นเพียงแค่ภาพที่เลื่อนรางในความเข้าใจของคนส่วนใหญ่ในสังคมเสรีทั่วโลก แต่ด้วยระบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำของฐานะทางเศรษฐกิจและการแข่งขันระหว่างบุคคลมากขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาตามมาอีกหลายประการ เช่น ความเครียด การฆ่าตัวตาย การฆาตกรรม แม้ว่าปัญหาเหล่านี้จะไม่ได้ส่งผลโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากร แต่ในการศึกษาอุบัติการณ์ของโรคที่เป็นผลมาจากการทำงานร่วมกันของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม เช่น โรคเครียด โรคความจำเสื่อม หรือโรคจิตเภททางชนิด การทำความเข้าใจในรูปแบบและที่มาของการแบ่งชนชั้นทางสังคม นับเป็นสิ่งที่นักพันธุศาสตร์ประชากรต้องมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อให้สามารถแปลความถึงปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดโรคนั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง

### การผสมผสานระหว่างชาติพันธุ์

การผสมผสานระหว่างชาติพันธุ์ (ethnic admixture) หมายถึง การแต่งงานข้ามระหว่างกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีพื้นฐานของโครงสร้างทางพันธุกรรมที่ต่างกัน แม้ว่าการผสมผสานระหว่างชาติพันธุ์จะไม่ได้ถูกระบุว่าเป็นวัฒนธรรม แต่นับกระบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดเวลาในการอยู่ร่วมกันของประชากรมนุษย์ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีทรัพยากรธรรมชาติจำกัด และมีประชากรหลายชาติพันธุ์ตั้งถิ่นฐานอยู่ใกล้กัน เช่น ในแอ่งที่ราบซึ่งถูกปิดล้อมด้วยภูเขา หรือกลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่ริมฝั่งแม่น้ำสาย

เดียวกัน การอยู่ร่วมกันของกลุ่มชนต่างๆ นี้อยู่มาทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างชาติพันธุ์ในรูปแบบต่างๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แม้ว่าในแง่ดีแล้วการผสมผสานนี้จะส่งผลให้ประชากรมีความหลากหลายมากขึ้นทั้งในด้านสังคม วัฒนธรรม และพันธุกรรม แต่บางครั้งการแต่งงานหรือรับเอาวัฒนธรรมของชนต่างถิ่นเข้ามามากเกินไปอาจส่งผลให้เกิดความขัดแย้งภายในและระหว่างประชากร หรือเกิดการกลืนชาติพันธุ์ไปในที่สุด

ในยุคสมัยที่การค้าอาณานิคมและการค้าทาสเป็นที่นิยมของประเทศในทวีปยุโรปเป็นช่วงที่เกิดการผสมผสานชาติพันธุ์ระหว่างภูมิภาคค่อนข้างมาก เช่น การศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรบางกลุ่มในประเทศบราซิลและโคลัมเบียพบว่ามีส่วนของโครโมโซมวาย (ชาย) มาจากชาวยุโรปสูงถึงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ดีเอ็นเอไมโทคอนเดรีย (หญิง) มาจากชาวยุโรปและชนพื้นเมืองอย่างละเท่าๆ กัน ลักษณะโครงสร้างทางพันธุกรรมเช่นนี้เกิดขึ้นจากสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของชาวยุโรปที่สูงกว่าชนพื้นเมือง จึงทำให้หญิงชนพื้นเมืองนิยมแต่งงานกับชายชาวยุโรปมากกว่าชายชนพื้นเมือง ลูกผสมที่เกิดขึ้นจึงได้รับโครโมโซมวายมาจากพ่อชาวยุโรป แต่ได้ดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียมาจากแม่ชาวพื้นเมือง [15]

ประชากรลูกผสมบางประชากรมีความหลากหลายทางพันธุกรรมในกลุ่มของตนเอง แม้ว่าจะใช้ชื่อหรือถูกเรียกชื่อว่าเป็นกลุ่มชาติพันธุ์เดียวกัน ทั้งนี้เพราะสัดส่วนในการผสมผสานระหว่างประชากรพ่อแม่อาจไม่เท่ากันในแต่ละพื้นที่ ตัวอย่างเช่น ประชากรคนเมือง (กลุ่มชาติพันธุ์ที่พูดภาษาตระกูลไท) ที่อาศัยอยู่ในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งจากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมพบว่า ประชากรเหล่านี้มีความใกล้เคียงกับกลุ่มชาติพันธุ์มอญ-เขมรดั้งเดิมและกลุ่มชาติพันธุ์ไทที่อพยพมาจากทางตอนใต้ของประเทศจีนในช่วงพุทธศตวรรษที่ 18 [16] แต่คนเมืองในแต่ละพื้นที่เป็นประชากรที่เกิดขึ้นจากการผสมผสานของชาติพันธุ์ 2 กลุ่มในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยสัดส่วนโครงสร้างทางพันธุกรรมของชาวมอญ-เขมรต่อชาวไทร้อยละ 40 ต่อ 60 และบางประชากรในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงรายมีส่วนพันธุกรรมของชาวมอญ-เขมรสูงเกินร้อยละ 50 [17] ในหลายประเทศการจำแนกชาติพันธุ์มักใช้วัฒนธรรมเป็นเกณฑ์กำหนดโดยประชากรที่มีวัฒนธรรมร่วมกันหรือใกล้เคียงกันจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มชาติพันธุ์เดียวกัน เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกาคนที่ใช้วัฒนธรรมและภาษาของชาวสเปนจะถูกจัดว่าเป็นชาวอเมริกันเชื้อสายฮิสแปนิก (Hispanic) แต่ในความเป็นจริงแล้วชาวฮิสแปนิกในแต่ละรัฐเป็นประชากรลูกผสมที่มีบรรพชนแตกต่างกัน บางกลุ่มเกิดจากการผสมผสานระหว่างชาวยุโรปกับชาวอเมริกันพื้นเมือง บางกลุ่มสืบเชื้อสายโดยตรงมาจากกลุ่มชาติพันธุ์ในประเทศเม็กซิโก เปอร์โตริโก หรือคิวบา [18] ดังนั้นการจำแนกชาติพันธุ์ด้วยเกณฑ์ทางวัฒนธรรมอาจให้ผลที่ไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมก็เป็นได้

แม้ว่าการจำแนกชาติพันธุ์จะไม่ได้ส่งผลโดยตรงต่อสถานะและสิทธิของแต่ละบุคคลในสังคมปัจจุบัน แต่มีรายงานความเกี่ยวข้องของโครงสร้างพันธุกรรมพื้นฐานของกลุ่มชนกับโรคบางชนิด เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติการณ์ของโรคจิตเสื่อม (dementia) กับสัดส่วนเชื้อสายของชาวแอฟริกันในประเทศคิวบา โดยจากการศึกษาชาวคิวบา 3 กลุ่มที่มีสัดส่วนของเชื้อสายจากชาวแอฟริกันต่างกัน ได้แก่ 5, 35 และ 60 เปอร์เซ็นต์ พบอุบัติการณ์ของโรคจิตเสื่อมที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนเชื้อสายของชาวแอฟริกันที่มากขึ้น ผลที่พบนี้คาดว่าเกิดขึ้นเพราะอัลลีล APOE-e4 ของยีน apolipoprotein-E ซึ่งสัมพันธ์กับความเสี่ยงของการเกิดโรคจิตเสื่อม มีความถี่ที่สูงในชาวแอฟริกัน แต่ทั้งนี้การปรากฏของโรคยังขึ้นอยู่กับปฏิกริยาระหว่างยีนกับยีน และระหว่างยีนกับสิ่งแวดล้อม บุคคลที่มีอัลลีล APOE-e4 นี้จึงอาจเป็นโรคจิตเสื่อมหรือไม่ก็ได้ [18] แม้ว่าในปัจจุบันความสัมพันธ์ระหว่างชาติพันธุ์กับการเกิดโรคหลายชนิดยังไม่สามารถระบุให้แน่ชัดได้ แต่จากบทเรียนที่

ผ่านมาทำให้นักพันธุศาสตร์ประชากรต้องให้ความสำคัญและความพิถีพิถันในการเลือกตัวอย่างประชากร เพราะแม้ประชากรที่ระบุตัวเองหรือถูกเรียกด้วยชื่อชาติพันธุ์เดียวกันอาจมีบรรพชนและพื้นฐานของโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันก็เป็นได้

## สรุป

แม้ว่าในปัจจุบันหลักฐานด้านพันธุศาสตร์ได้ถูกพิสูจน์จนเป็นที่ประจักษ์แล้วว่าสามารถช่วยเติมเต็มและยืนยันประวัติศาสตร์ของชาติพันธุ์ได้แม่นยำ เพราะเป็นหลักฐานที่มีความต่อเนื่องและมีแบบแผนการถ่ายทอดที่ชัดเจน แต่หลักฐานทางพันธุศาสตร์นี้ไม่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ด้วยตัวมันเองเพียงด้านเดียว ในการตอบคำถามเกี่ยวกับโครงสร้างและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของประชากรมนุษย์ที่มีความซับซ้อนของระบบทางสังคม การบูรณาการองค์ความรู้จากสาขาวิชาอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรม จึงมีความสำคัญและไม่อาจละเลยได้

วัฒนธรรมที่มีความแตกต่างกันในแต่ละชาติพันธุ์ต่างก็ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากร บางวัฒนธรรมอาจส่งผลให้เห็นได้ภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว เช่น การย้ายถิ่นฐานหลังการแต่งงาน บางวัฒนธรรมอาจไม่ได้ส่งผลโดยตรงแต่มีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อตามมา เช่น การผสมผสานระหว่างชาติพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมบางอย่างเกิดขึ้นเหมือนกันในประชากรทั่วโลก เช่น การเปลี่ยนจากสังคมเก็บของป่าล่าสัตว์เป็นสังคมเกษตรกรรม บางวัฒนธรรมเกิดขึ้นในประชากรใดประชากรหนึ่ง เช่น การแต่งงานในหมู่เครือญาติ ความเข้าใจในความแตกต่างทางวัฒนธรรมซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละประชากร จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการศึกษาพันธุศาสตร์ประชากรของมนุษย์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและชัดเจนต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.อังคณา อินตา และ ดร.กมลเนตร ศรีธิ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คุณวิทยา ปองอมรกุล องค์กรสวนพฤกษศาสตร์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อภาพถ่ายของกลุ่มชาติพันธุ์ชาวไทยภูเขาในภาคเหนือของประเทศไทย

## เอกสารอ้างอิง

1. Aronova-Tiuntseva, Y., and Herreid, C. F. 2003. Hemophilia: The Royal Disease. National Center for Case Study Teaching in Science. New York. University of Buffalo.
2. Cesur, Y., Yuca, S. A., Uner, A., Yuca, K., and Arslan, D. 2008. Ellis-Van Creveld Syndrome. *European Journal of General Medicine* 5(3): 187-190.
3. Oota, H., Pakendorf, B., Weiss, G., Haeseler, A., Pookajorn, S., Settheetham-Ishida, W., Tiwawech, D., Ishida, T., and Stoneking, M. 2005. Recent Origin and Cultural Reversion of a Hunter-Gatherer Group. *Plos Biology* 3(3): e71.
4. Xu, S., Kangwanpong, D., Seielstad, M., Srikummool, M., Kampuansai, J., and Jin, L. 2010. Genetic Evidence Supports Linguistic Affinity of Mlabri-A Hunter-Gatherer Group in

- Thailand. *BMC Genetics* 11: e18.
5. Pookajorn, S. 1992. The Phi Tong Luang (Mlabri): a Hunter-Gatherer Group in Thailand. Bangkok, Thailand. Odeon Store Press.
  6. Schliesinger, J. 2000. Ethnic Groups of Thailand: Non-Tai-Speaking Peoples. Bangkok, Thailand. White Lotus Press. p. 155-159.
  7. Wilkins, J. F., and Marlowe, F. W. 2006. Sex-Biased Migration in Human: What Should We Expect from Genetic Data? *Bioassays* 28: 290-300.
  8. Besaggio, D., Fuselli, S., Srikumool, M., Kampuansai, J., Castrè, L., Tyler-Smith, C., Seielstad, M., Kangwanpong, D., and Bertorelle, G. 2007. Genetic Variation in Northern Thailand Hill Tribes: Origins and Relationships with Social Structure and Linguistic Differences. *BMC Evolutionary Biology* 7: e2.
  9. Kanthimathi, S., Vijaya, M., and Ramesh, A. 2008. Genetic Study of Dravidian Castes of Tamil Nadu. *Journal of Genetics* 87(2): 175-179.
  10. Wooding, S., Ostler, C., Prasad, R., Watkins, S., Sung, S., Bamshad, M., and Jorde, L. 2004. Directional Migration in the Hindu Castes: Inferences from Mitochondrial, Autosomal and Y-chromosomal Data. *Human Genetics* 115: 221-229.
  11. Thanseem, I., Thangaraj, K., Chaubey, G., Singh, V. K., Bhaskar, L., Reddy, M., Reddy, A., and Singh, L. 2006. Genetic Affinities among the Lower Castes and Tribal Groups of India: Inference from Y Chromosome and Mitochondrial DNA. *BMC Genetics* 7: e42.
  12. Watkins, W. S., Thara, R., Mowry, B. J., Zhang, Y., Witherspoon, D. J., Tolpinrud, W., Bamshad, M. J., Tirupati, S., Padmavati, R., Smith, H., Nancarrow, D., Filippich, C., and Jorde, L. 2008. Genetic Variation in South Indian Castes: Evidence from Y-chromosome, Mitochondrial, and Autosomal Polymorphisms. *BMC Genetics* 9: e86.
  13. Bamshad, M., Watkins, S., Dixon, M., Jorde, L., Rao, B., Naidu, J., Prasad, R., Rasanayagam, A., and Hammer, M. 1998. Female Gene Flow Stratifies Hindu Castes. *Nature* 395: 651-652.
  14. Cordaux, R., Aunger, R., Bentley, G., Nasidze, I., Sirajuddin, S. M., and Stoneking, M. 2004. Independent Origins of Indian Caste and Tribal Paternal Lineages. *Current Biology* 14: 231-235.
  15. Carvajal-Carmona, L. G., Soto, I. D., Pineda, N., Ortíz-Barrientos, D., Duque, C., Ospina-Duque, J., McCarthy, M., Montoya, P., Alvarez, V. M., Bedoya, G., and Ruiz-Linares, A. 2000. Strong Amerind/White Sex Bias and a Possible Sephardic Contribution among the Founders of a Population in Northwest Colombia. *American Journal of Human Genetics* 67: 1287-1295.
  16. Kampuansai, J., Bertorelle, G., Castri, L., Nakbunlung, S., Seielstad, M., and Kangwanpong, D. 2007. Mitochondrial DNA Variation of Tai Speaking Peoples in Northern Thailand.

- ScienceAsia* 33: 443-448.
17. Kutanan, W., Kampuansai, J., Colonna, V., Nakhunlung, S., Lertvicha, P., Seielstad, M., Bertorelle, G., and Kangwanpong, D. 2010. Genetic Affinity and Admixture of Northern Thai People along their Migration Route in Northern Thailand: Evidence from Autosomal STR Loci. *Journal of Human Genetics* 56(2): 130-137.
  18. Teruel, B. M., Rodríguez, J. L., McKeigue, P., Mesa, T. C., Fuentes, E., Cepero, A. V., Hernandez, M. G., Copeland, J. R., Ferri, C. P., and Prince, M. J. 2011. Interactions between Genetic Admixture, Ethnic Identity, APOE Genotype and Dementia Prevalence in an Admixed Cuban Sample; A Cross-Sectional Population Survey and Nested Case-Control Study. *BMC Medical Genetics* 12: e43.

ได้รับบทความวันที่ 6 กรกฎาคม 2555  
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 20 สิงหาคม 2555