

## บทที่ 5

### ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการหาอายุของซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ บริเวณแหล่งโบราณคดีถ้ำเขาพาน จังหวัดสตูล ทางภาคใต้ของประเทศไทย ด้วยเทคนิคเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ บริเวณแหล่งโบราณคดีดังกล่าวเป็นหนึ่งในพื้นที่ซึ่งพบหลักฐานทางโบราณคดีเป็นจำนวนมาก จากรายงานของสำนักศิลปากรที่ 13 สงขลา กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม ในโครงการวิจัยการตั้งถิ่นฐาน และการดำรงชีวิต และแรกเริ่มประวัติศาสตร์ในเขตจังหวัดสงขลา และสตูลระยะที่ 2 พบว่า มีการดำรงชีวิตของชุมชนโบราณสมัยก่อนประวัติศาสตร์ และได้ทำการหาอายุของตัวอย่างซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟมีอายุเฉลี่ย  $3,367 \pm 336$  ปี และ  $4,562 \pm 460$  ปี ตามลำดับ การหาอายุด้วยเทคนิคนี้มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ซึ่งส่วนแรกศึกษาลักษณะการตอบสนองต่อสัญญาณเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ของผลึกอราโกไนท์-แคลไซต์และควอทซ์ ในซากหอยน้ำจืดและดินเผาไฟ ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาแบบวิธีแบ่งย่อยตัวอย่างหลาย ๆ ชุด ด้วยเครื่องอ่านเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณรังสีสะสม และส่วนที่สอง วิเคราะห์ปริมาณรังสีต่อปีของซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟจากการรับรังสีในธรรมชาติ ซึ่งนอกจากรังสีคอสมิกยังมีธาตุกัมมันตรังสียูเรเนียม ( $^{238}\text{U}$ ) ทอเรียม ( $^{232}\text{Th}$ ) และโพแทสเซียม ( $^{40}\text{K}$ ) ผลของการวิเคราะห์ปริมาณทั้งสองส่วนจะนำไปหาค่าอายุจากหลักฐานซากหอยน้ำจืด จำนวน 7 ตัวอย่าง และดินเผาไฟ จำนวน 2 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึกต่างกัน 5 ระดับ (70 – 80 cm , 80 – 90 cm, 90 – 100 cm, 100 – 110 cm และ 140 – 150 cm)

#### 5.1 ลักษณะการตอบสนองต่อสัญญาณเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

จากการนำผลึกอราโกไนท์-แคลไซต์และควอทซ์ในตัวอย่างซากหอยน้ำจืดและดินเผาไฟไปฉายรังสีแกมมาและอ่านค่าการตอบสนองของสัญญาณเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์หรือ TL intensity ด้วยเครื่องอ่านเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์พบว่า เมื่อผลึกตัวอย่างค่อย ๆ ถูกเผาจนถึงอุณหภูมิสูงสุดพบว่า TL Intensity จะแปรผันตรงกับปริมาณอิเล็กตรอนอิสระ และพบตำแหน่งอุณหภูมิการตอบสนองของผลึกอราโกไนท์-แคลไซต์ในตัวอย่างซากหอยน้ำจืดที่ 175 °C, 250 °C, 300 °C, 325 °C, 350 °C สอดคล้องกับการตอบสนองในช่วง 200 – 400 °C ของผลึกอราโกไนท์-แคลไซต์ของเปลือกหอยในงานวิจัยของ Ziegelmann *et al.* (1999) และ Ijaz *et al.* (2008) สำหรับผลึกควอทซ์ในตัวอย่างดินเผาไฟพบอุณหภูมิการตอบสนองที่ 175 °C, 250 °C, 325 °C และ 375 °C สอดคล้องกับการตอบสนองของผลึกควอทซ์ในงานวิจัยของ Abdel-Wahab *et al.* (1996) และ Ekdal *et al.* (2012) และสอดคล้องกับอุณหภูมิการตอบสนองของตะกอนดินในงานวิจัยของ Fattahi (2009) และการตอบสนองของ TL intensity ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาดังกล่าวมีความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น

## 5.2 ปริมาณรังสีสะสม (Accumulated dose)

จากความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นของ TL intensity ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา สามารถนำไปวิเคราะห์หาปริมาณรังสีสะสมของตัวอย่างที่สอดคล้องกับอุณหภูมิ 325 °C ได้ดังนี้

5.2.1 ซากหอยน้ำจืดประกอบด้วยตัวอย่าง SH1, SH2, SH3, SH4, SH5, SH6 และ SH7 ได้ค่าปริมาณรังสีสะสมเท่ากับ  $12.273 \pm 0.688$  Gy,  $16.242 \pm 1.344$  Gy,  $9.537 \pm 1.123$  Gy,  $8.890 \pm 1.038$  Gy,  $11.175 \pm 0.548$  Gy,  $23.383 \pm 1.031$  Gy และ  $9.898 \pm 1.467$  Gy ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีสะสมของตัวอย่างทั้งหมด คือ  $13.057 \pm 1.078$  Gy

5.2.2 ดินเผาไฟ ประกอบด้วยตัวอย่าง F1 และ F2 ได้ค่าปริมาณรังสีสะสมเท่ากับ  $10.664 \pm 1.312$  Gy และ  $14.56 \pm 5.16$  Gy ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีสะสมของตัวอย่างทั้งหมด คือ  $12.611 \pm 1.179$  Gy

## 5.3 ปริมาณรังสีต่อปี (Annual dose)

ปริมาณรังสีต่อปีวิเคราะห์จากการแผ่รังสีตามธรรมชาติของธาตุกัมมันตรังสียูเรเนียม ทอเรียม และโพแทสเซียมด้วยวิธีการอาบนิวตรอน และรังสีคอสมิกจากชั้นบรรยากาศซึ่งใช้โปรแกรมคำนวณได้ผลดังนี้

5.3.1 ซากหอยน้ำจืด ประกอบด้วยตัวอย่าง SH1, SH2, SH3, SH4, SH5, SH6 และ SH7 ได้ค่าปริมาณรังสีต่อปีเท่ากับ  $3.911 \pm 1.041$  mGy/a,  $4.974 \pm 1.202$  mGy/a,  $2.849 \pm 0.436$  mGy/a,  $2.668 \pm 0.202$  mGy/a,  $3.166 \pm 0.381$  mGy/a,  $6.772 \pm 1.794$  mGy/a และ  $2.676 \pm 0.376$  mGy/a ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีสะสมของตัวอย่างทั้งหมด คือ  $3.859 \pm 0.946$  Gy

5.3.2 ดินเผาไฟ ประกอบด้วยตัวอย่าง F1 และ F2 ได้ค่าปริมาณรังสีต่อปีเท่ากับ  $2.841 \pm 0.00$  mGy/a และ  $2.820 \pm 0.00$  mGy/a ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีสะสมของตัวอย่างทั้งหมด คือ  $2.831 \pm 0.000$  mGy/a

## 5.4 อายุของตัวอย่างซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ

อายุของซากหอยน้ำจืดและดินเผาไฟคำนวณได้จากการนำปริมาณรังสีสะสมของซากหอยน้ำจืดและดินเผาไฟแต่ละตัวอย่างมาหารด้วยปริมาณรังสีต่อปีที่ตัวอย่างได้รับ ซึ่งอายุของซากหอยน้ำจืดและดินเผาไฟมีดังนี้

5.3.1 ซากหอยน้ำจืด ประกอบด้วยตัวอย่าง SH1, SH2, SH3, SH4, SH5, SH6 และ SH7 คำนวณอายุได้เท่ากับ 3,138 ± 854 ปี, 3,265 ± 834 ปี, 3,348 ± 647 ปี, 3,332 ± 464 ปี, 3,530 ± 459 ปี, 3,453 ± 927 ปี, 3,698 ± 755 ปี ตามลำดับ

5.3.2 ดินเผาไฟ ประกอบด้วยตัวอย่าง F1 และ F2 คำนวณอายุได้เท่ากับ  $3,754 \pm 462$  ปี และ  $5,162 \pm 365$  ปี ตามลำดับ

5.3.3 เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีสะสมหารด้วยค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีต่อปี จะได้ อายุเฉลี่ยของตัวอย่างซากหอยน้ำจืดและดินเผาไฟประมาณ  $3,383 \pm 733$  ปี และ  $4,455 \pm 447$  ปี

จากผลการวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า ซากหอยน้ำจืดและดินเผาไฟมีอายุเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยดินเผาไฟมีอายุเฉลี่ยมากกว่าซากหอยน้ำจืด ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ดินเผาไฟเกิดการทับถมก่อนซากหอยน้ำจืดประมาณ 1,072 ปี นอกจากนี้แล้วผลการวิจัยดังกล่าวยังมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลในรายงานของสำนักศิลปากรที่ 13 สงขลา กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม และสอดคล้องกับข้อมูลทางโบราณคดี ค่าอายุที่ได้จากการกำหนดอายุด้วยเทคนิคเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์มีความน่าเชื่อถือและเหมาะสำหรับการหาอายุทางด้านโบราณคดี

## 5.5 ข้อเสนอแนะ

5.1.1 ในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างซากหอยน้ำจืด ควรรอบตัวอย่างก่อนนำไปโดสร้างสีแกมมาที่ระดับต่าง ๆ เพื่อความเสถียรของข้อมูล

5.1.2 ควรทำการทดสอบตัวอย่างที่ระดับโดสจากมากไปน้อย โดยทำการทดสอบตัวอย่างเดียวกันต่อเนื่องจนเสร็จสิ้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการจางหายของอิเล็กตรอน

5.1.3 ควรใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณอายุและค่าคลาดเคลื่อน เพื่อความสะดวกรวดเร็วและความน่าเชื่อถือของการกำหนดอายุ