บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของงานวิจัย

ประเทศไทยเคยเป็นแหล่งวิวัฒนาการของพืช และสัตว์ยุคดึกดำบรรพ์ ซึ่งเป็นแหล่งโบราณคดีที่พบมนุษย์อาศัยอยู่ตั้งแต่โลกดึกดำบรรพ์ โดยมีการขุดพบซากหินของลิงอายุประมาณ 25 – 40 ล้านปี นับว่าเป็นหลักฐานสำคัญที่มีอายุเก่าแก่ที่สุด และเมื่อประมาณ 2,000 – 2,500 ปี มนุษย์ได้ตั้งชุมชนหมู่บ้านขึ้นในดินแดนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ของประเทศไทยในปัจจุบัน ผู้คนกลุ่มนี้มีความสามารถในการหล่อเครื่องประดับรวมถึงเครื่องใช้ที่ทำด้วยสำริด และเหล็ก เช่น ลูกปัด กำไลแขน ขวาน และหอก เป็นต้น แหล่งชุมชนที่ตั้งอยู่ใกล้ทะเลนั้นได้มีการเจริญเติบโตขยายตัวอย่างรวดเร็วมีการติดต่อชุมชนอื่น ๆ ที่อยู่ห่างไกล เช่น จีน เวียดนาม กัมพูชา อินเดีย อินโดนีเซีย พม่า เป็นต้น เหตุการณ์ต่าง ๆ ในอดีตเกิดเป็นแหล่งโบราณคดีซึ่งมีเรื่องเล่าต่อ ๆ กันมาอย่างยาวนานเรื่องเล่าดังกล่าวอาจเกิดจากการบันทึกในอดีต อาจเกิดจากการสันนิษฐานของชาวบ้านหรือจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกลายเป็นประวัติศาสตร์ในปัจจุบัน

จังหวัดสตูลในภาคใต้ของประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน เป็นหนึ่งในพื้นที่ซึ่งมีการพบหลักฐานทางโบราณคดีเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวระดับต้น ๆ ของประเทศไทย เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการขุดพบชุมชนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ในแหล่งโบราณคดีถ้ำเขาหาน ตัวอย่างที่พบประกอบด้วย ฟอสซิลหอยน้ำจืด ดินเผาไฟ และเศษภาชนะเครื่องปั้นดินเผาบางส่วน แหล่งโบราณคดีถ้ำเขาหานตั้งอยู่ที่ หมู่ 7 บ้านบูเก็ตยามู ตำบลควนโดน อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล การค้นพบสิ่งของดังกล่าวนับเป็นหลักฐานที่สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ในอดีตได้เป็นอย่างดี หากมีการกำหนดอายุโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ค่าอายุที่น่าเชื่อถือเพื่อเป็นข้อมูลที่เชื่อมโยงทางประวัติศาสตร์จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับประวัติศาสตร์ของประเทศไทย รวมถึงเป็นการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดทางภาคใต้อีกด้วย เนื่องจากบ่อยครั้งการกำหนดอายุของตัวอย่างทางโบราณคดีในประเทศไทย จะนำผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นชาวต่างชาติมาทดสอบตัวอย่าง และเก็บชิ้นตัวอย่างไปทดสอบยังห้องทดลองในหน่วยงานต่างประเทศที่เกี่ยวข้องหรืออาจส่งตัวอย่างไปยังหน่วยงานต่างประเทศโดยตรง ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก หากเราสามารถวิเคราะห์หาอายุตัวอย่างด้วยคนไทยเองจะทำให้ประเทศลดการใช้จ่ายในส่วนนี้ไปได้ เทคนิคการหาอายุทางวิทยาศาสตร์นำเทคนิคและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางนิวเคลียร์มาใช้

จากการค้นพบการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสียูเรเนียม (Uranium) โดยเฮนรี เบคเคอเรล (Henri Becquerel) นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1896 นับเป็นการเปิดประตูสู่โลกกว้างของวิทยาศาสตร์ด้านเทคโนโลยีนิวเคลียร์ พลังงานที่ได้จากกระบวนการทางนิวเคลียร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้มักอยู่ในรูปที่เรียกว่า รังสี ซึ่งเป็นรังสีก่อไอออน (Ionizing radiation) รังสีนิวเคลียร์

แบ่งเป็นสองประเภทหลัก ได้แก่ รังสีประเภทอนุภาค เช่น แอลฟา เบต้า โปรตอน นิวตรอน และประเภทคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีแกมมา และรังสีเอกซ์ ปัจจุบันมีการใช้รังสีกันอย่างกว้างขว้างทั้งทางด้านการแพทย์ การเกษตร การผลิตกระแสไฟฟ้า เทคโนโลยีอาหาร สิ่งแวดล้อม และอื่น ๆ อีกมากมาย ปริมาณรังสีที่ใช้มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งต่างประเทศ และประเทศไทยเอง การนำรังสีมาใช้ประโยชน์จะเลือกตามลักษณะการใช้งานบนพื้นฐานของอันตรกิริยาที่เกิดระหว่างรังสี และตัวกลาง ซึ่งก่อให้เกิดอนุมูลอิสระที่ว่องไวจนเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทั้งสมบัติทางกายภาพ และชีวภาพของตัวกลาง ปัจจุบันมีการค้นคว้าวิจัยเพื่อนำพลังงานนิวเคลียร์ในรูปของรังสีมาใช้ประโยชน์มากขึ้น นอกจากนี้กระบวนการทางรังสียังเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งของพลังงานทดแทนที่ช่วยประหยัดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น น้ำมัน และถ่านหินที่มีน้อยลงทุกที ซึ่งกำลังเป็นประเด็นหนึ่งที่สำคัญในโลกยุคปัจจุบัน

ในปี ค.ศ. 1905 ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Lord Ernest Rutherford) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษเป็นผู้ที่ชี้ให้เห็นว่ารังสีสามารถนำมาใช้กำหนดอายุตัวอย่างทางโบราณคดี (Archaeology) และทางธรณีวิทยา (Geological) ได้ ภายหลังนักวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาวิธี และเทคนิคที่สามารถประมาณค่าอายุหิน ซากสิ่งมีชีวิตโบราณได้ การกำหนดอายุทางโบราณคดีเป็นการหาช่วงระยะเวลาที่มนุษย์ในอดีตดำรงชีวิตอยู่ และมีกิจกรรมต่าง ๆ ในอดีตตลอดจนเกิดพัฒนาการทางสังคม และวัฒนธรรมในแต่ละช่วงของระยะเวลา ตัวอย่างทางโบราณคดี และทางธรณีวิทยาสามารถตรวจวิเคราะห์เพื่อกำหนดอายุได้จากข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ในตัวอย่างที่รวบรวมได้จากแหล่งขุดค้นนั้น โดยการกำหนดอายุมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

1) การกำหนดอายุแบบเปรียบเทียบ (Relative dating) การกำหนดอายุลักษณะนี้ พิจารณาจากลวดลาย รูปทรง วัสดุที่ใช้หรือธาตุองค์ประกอบของโบราณวัตถุที่ขุดพบใหม่กับวัตถุที่ทราบอายุอยู่ก่อนแล้วจากแหล่งอื่น ๆ หรือลักษณะลำดับชั้นการทับถมของซากดึกดำบรรพ์จากแหล่งขุดค้นทางธรณีวิทยาที่ทราบอายุก่อนแล้ว จากแหล่งอื่น ๆ หรือลักษณะลำดับชั้นการทับถมของซากดึกดำบรรพ์จากแหล่งขุดค้นทางธรณีวิทยาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับแหล่งขุดค้นที่ทราบอายุแล้ว สามารถอนุมานได้ว่าโบราณวัตถุนั้นอยู่ในยุคสมัยเดียวกัน

2) การกำหนดอายุแบบสัมบูรณ์ (Absolute dating) เป็นการกำหนดอายุที่สามารถบอกอายุเป็นจำนวนปีที่ค่อนข้างแน่นอน การกำหนดอายุลักษณะนี้วิเคราะห์จากสมบัติทางกายภาพบางอย่างของชิ้นตัวอย่างโดยตรง เช่น การรับรังสีภายนอกของผลึก การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีที่อยู่ในชิ้นตัวอย่างหรือธาตุไอโซโทปเป็นธาตุที่ไม่มีเสถียรภาพจะสลายตัว และปล่อยอนุภาคออกมา เนื่องจากการกำหนดอายุลักษณะนี้ทราบอัตราการสลายตัวของธาตุที่แน่นอนในแต่ละธาตุจึงนำมาใช้คำนวณหาอายุสัมบูรณ์ของตัวอย่างทางโบราณคดี และทางธรณีวิทยาที่มีธาตุกัมมันตรังสี ธาตุที่นิยมใช้ ได้แก่ ยูเรเนียม ทอเรียม และโพแทสเซียม มักพบในแร่ และหินมากน้อยแตกต่างกันออกไปโดยมีเครื่องมือเฉพาะเพื่อบันทึกข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการกำหนดอายุจากชิ้นตัวอย่างนั้น ทำให้ทราบค่าเฉลี่ยของธาตุไอโซโทปดังกล่าวว่าปกติมีปริมาณเท่าใด คุณสมบัติของธาตุกัมมันตรังสีที่เหมาะในการใช้กำหนดอายุจะต้องมีอัตราการสลายตัวที่สม่ำเสมอและมีครึ่งชีวิตที่นานพอสมควร และควรเป็นธาตุที่พบทั่วไปในวัสดุที่เป็นเปลือกโลก

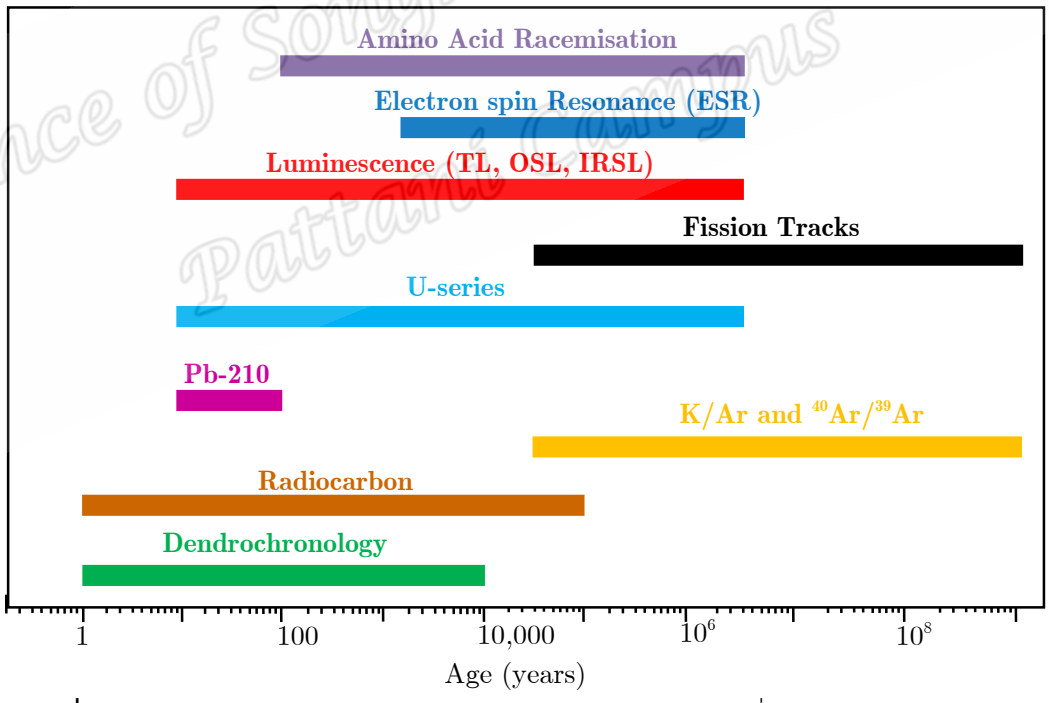
Prince of Songkla University Pattani Campus

เทคนิคการกำหนดอายุตัวอย่างทางโบราณคดี และทางธรณีวิทยามีหลายเทคนิคด้วยกัน เช่น เทคนิคคาร์บอน–14 (Radiocarbon) เทคนิควัดการเปล่งแสง (Luminescence) เทคนิคภาวะแม่เหล็กบรรพกาล (Archaeomagnetic or Palaeomagnetism) เทคนิคการนับวงปีต้นไม้ (Tree ring or Dendro – chronology) การกำหนดอายุโดยใช้แร่ออบโซเดียน (Obsodian dating) เทคนิคการตรวจสอบอายุที่จมอยู่ในดิน (Varve Dating) เทคนิคการวัดสปินของอิเล็กตรอน (Electron spin resonance dating) การกำหนดอายุโดยใช้โปแตสเซียม – อาร์กอน (Potassium – Argon dating) เทคนิคการนับรอยฟิชชัน (Fission track technique) โดยในการเลือกใช้เทคนิคการกำหนดอายุกับวัสดุที่ต้องการศึกษานั้น มีปัจจัยสำคัญ 3 ประการ ที่ควรคำนึงถึงดังนี้

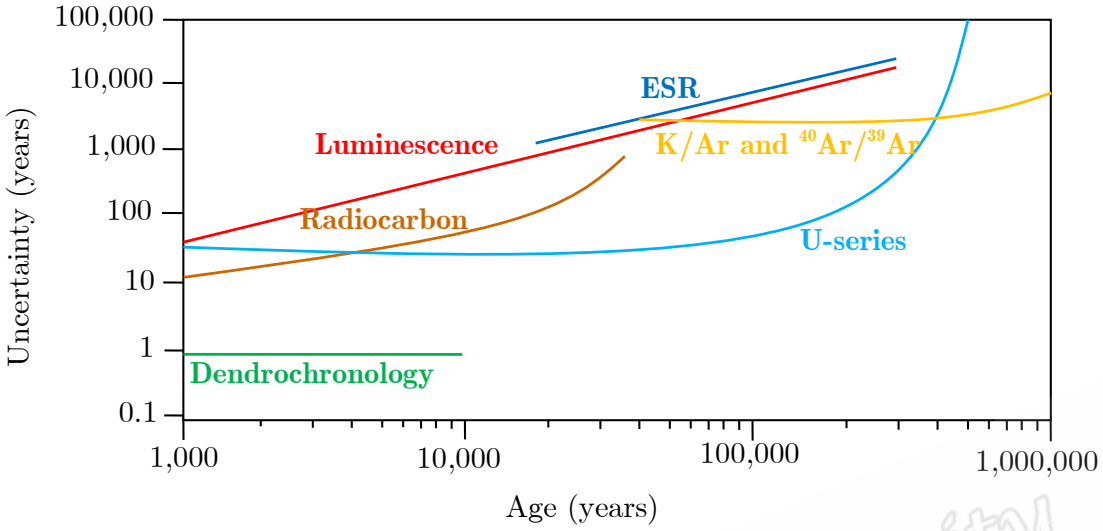
1) ช่วงอายุที่เหมาะสม เนื่องจากการกำหนดอายุในแต่ละเทคนิคตัวอย่างนั้น มีศักยภาพในการกำหนดอายุในช่วงอายุที่ต่างกัน สืบเนื่องจากข้อจำกัดของแต่ละเทคนิค ดังรูปที่ 1.1

2) ค่าความผิดพลาด ในแต่ละเทคนิคนั้นมีความผิดพลาดที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับผู้วิจัยว่ายอมรับค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด ดังรูปที่ 1.2

3) ตัวอย่างที่นำมาศึกษา เนื่องจากตัวอย่างทางโบราณคดี และทางธรณีวิทยามีโครงสร้างผลึกที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละชนิดก็เหมาะกับเทคนิคการกำหนดอายุที่แตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ช่วงอายุโดยประมาณในแต่ละเทคนิคการกำหนดอายุ ที่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Modified from Colman, Pierce and Birkeland, 1987; Colman and Pierce, 2000).



รูปที่ 1.2 ค่าความผิดพลาดโดยประมาณในแต่ละเทคนิคการกำหนดอายุที่สามารถกำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (http://www.rses.anu.edu.au/environment/eepages/eeDating/QuaternaryGeochronology/Quat_info.html)

ตารางที่ 1.1 ประสิทธิภาพในการประยุกต์วิธีการกำหนดอายุกับตัวอย่างทางธรณีวิทยาและโบราณคดีชนิดต่าง ๆ (Aitken, 1990)

Material / Dating method	Wood/Plant	Bones	Tooth Enamel	Shells	Corals	Sediments	Obsidian Glass	Volcanic Materials	Burn Flint	Pottery
Amino Acid Racemisation		*	*	**						
Electron Spin Rosonance			**	**	***			**	**	
Luminescence						***		*	***	***
Fission Tracks							***	***		
U-series		**	**	*	***	*		***		
K/Ar, ^{40}Ar/^{39}Ar								***		
Radiocarbon	***	***	*	***		**				**
Dendrochronology	***									

หมายเหตุ: * หมายถึง วัสดุนั้นไม่เหมาะสมกับการกำหนดอายุนั้น ๆ
** หมายถึง ผลการกำหนดอายุบางครั้งน่าพอใจ และบางครั้งไม่น่าพอใจ
*** หมายถึง วัสดุนั้นสามารถกำหนดอายุกับวิธีการกำหนดอายุนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความน่าเชื่อถือสูง

Prince of Songkla University Pattani Campus

การกำหนดอายุมีหลายเทคนิคด้วยกัน ในงานวิจัยนี้เลือกใช้การกำหนดอายุด้วยเทคนิคเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (Thermoluminescence, TL) ซึ่งมาจากคำสองคำรวมกันคือ Thermo หมายถึง ความร้อน และ Luminescence หมายถึง การเรืองแสงหรือการสะท้อนแสง ฉะนั้นคำว่า Thermoluminescence จึงมีความหมายว่า “ผลึกต่าง ๆ ที่มีสมบัติเรืองแสงเมื่อได้รับความร้อน” ปัจจุบันประมาณเกือบร้อยละ 90 ใช้ผลึกควอทซ์ในการวัดการเรืองแสงเพื่อนำไปหาอายุต่อไป ผลึกอื่น ๆ ที่นำไปวัดการเรืองแสงเช่น ผลึกเลจิโอเคลส ผลึกโปแตสเฟลด์สปาร์ ผลึกแคลไซต์ ผลึกฟลูออไรต์ และผลึกโทปาซ เป็นต้น (สมาน, 1989) วิวัฒนาการของเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ได้เริ่มต้นเมื่อ 457 ปีที่แล้ว เกิดการพัฒนามาเรื่อย ๆ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1985 – 1998 Aitken นำมาใช้ในการหาอายุของเครื่องปั้นดินเผา และเตาเผาโบราณ ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นการศึกษาในด้านโบราณคดีสำหรับการหาอายุด้านธรณีวิทยา ในขณะเดียวกันนี้มีการประยุกต์ใช้การตรวจปริมาณการรับรังสีในอาหารฉายรังสีโดย Pinnioja (1996) และอีก 2 ปีต่อมา Pinnioja ได้ศึกษาการตอบสนองต่อสัญญาณเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ในอาหารทะเล พบว่าอาหารทะเลมีการตอบสนองต่อสัญญาณเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ได้ดีเหมาะที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบอาหารฉายรังสี ดังนั้นหากพัฒนา และประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ในการตรวจวัดปริมาณรังสีในตัวอย่างที่เป็นผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และมีการพัฒนามาเรื่อย ๆ จนมาถึงปี 2002 สมหมาย ช่างเขียน และพวงทิพย์ แก้วทัมทิม ได้ศึกษาการตอบสนองต่อรังสีของโครงสร้างสัตว์ทะเลประเภทมีเปลือก และกระดองด้วยเครื่องอ่านเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (Thermoluminescence reader) พบว่าเปลือก และกระดองของสัตว์ทะเลสามารถนำไปใช้ตรวจวัดปริมาณรังสีในธรรมชาติได้ และกำหนดอายุของซากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้

การกำหนดอายุด้วยเทคนิคเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ นับว่าเป็นเทคนิคที่น่าสนใจ และยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับงานด้านธรณี และโบราณคดีในประเทศไทย โดยข้อดีของการกำหนดอายุด้วยเทคนิคนี้ คือ สามารถกำหนดอายุของการสะสมตัวครั้งสุดท้าย ของการรับปริมาณรังสีสะสมได้จากตัวอย่างโดยตรง ซึ่งต่างจากเทคนิคอื่น ๆ และยังเป็นการกำหนดอายุแบบสัมบูรณ์ สามารถบอกได้เป็นปีที่แน่นอน และแม่นยำ มีช่วงของการกำหนดอายุที่กว้าง ตั้งแต่ร้อยปีจนถึงล้านปี

ดังนั้น ในการกำหนดอายุตัวอย่างทางโบราณคดีถ้ำเขาหาน ตำบลควนโดน อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิคเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ ในการกำหนดอายุตัวอย่างทางโบราณคดี เพื่อศึกษาเทคนิคเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ ให้เกิดการพัฒนาในด้านโบราณคดี และด้านธรณีวิทยาในอนาคต และเป็นการให้ความรู้กับผู้ที่สนใจ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาลักษณะการตอบสนองต่อสัญญาณเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ และหลักการกำหนดอายุของซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ นำไปวิเคราะห์ปริมาณรังสีสะสม (Accumulated dose) ด้วยเทคนิคเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

1.2.2 เพื่อศึกษา และวิเคราะห์ปริมาณรังสีต่อปี (Annual dose) ของโพแทสเซียม (^{40}K) ทอเรียม (^{232}Th) และยูเรเนียม (^{238}U) ในตัวอย่างซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ จากการวิเคราะห์โดยการอาบนิวตรอน (Neutron activation analysis, NAA)

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์อายุของตัวอย่างซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ บริเวณแหล่งโบราณคดีถ้ำเขาหานจังหวัดสตูล

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 สำรวจและเก็บตัวอย่างซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ บริเวณแหล่งโบราณคดีถ้ำเขาหาน ตำบลควนโดน อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล โดยสำนักศิลปากรที่ 13 สงขลา กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม

1.3.2 ศึกษาการเตรียมตัวอย่างซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ เพื่อวัดปริมาณรังสีสะสมด้วยเครื่องอ่านเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

1.3.3 ศึกษาลักษณะของโครงสร้างตัวอย่างซากหอยน้ำจืดด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X–Ray diffraction, XRD) และสกัดควอทซ์จากตัวอย่างดินเผาไฟ

1.3.4 ตรวจวัดและวิเคราะห์ผลการตอบสนองต่อสัญญาณเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ในซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณรังสีสะสม

1.3.5 วิเคราะห์ปริมาณรังสีต่อปีของซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ จากการวิเคราะห์โดยเทคนิคการอาบนิวตรอน

1.3.6 วิเคราะห์หาอายุซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ บริเวณแหล่งโบราณคดีถ้ำเขาหาน ตำบลควนโดน อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 วิเคราะห์หาอายุของซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟ ของแหล่งโบราณคดีถ้ำเขาหาน ตำบลควนโดน อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล

1.4.2 ทราบอิทธิพลขององค์ประกอบของซากหอยน้ำจืด และดินเผาไฟที่มีผลต่อการตอบสนองของสัญญาณเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

1.4.3 เป็นแนวทางในการศึกษา และพัฒนาเทคนิคการกำหนดอายุเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ให้ดียิ่งขึ้น

1.4.4 ทราบค่าอายุที่น่าเชื่อถือได้จากเทคนิคการกำหนดอายุเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ของแหล่งโบราณคดีถ้ำเขาหาน จังหวัดสตูล

1.4.5 สามารถเป็นแหล่งข้อมูลในการศึกษาการกำหนดอายุแก่เยาวชนได้

1.4.6 สามารถเผยแพร่ผลงานวิจัยให้แก่ผู้ที่สนใจ โดยนำเสนอเป็นบทความทางวิทยาศาสตร์

Prince of Songkla University Pattani Campus