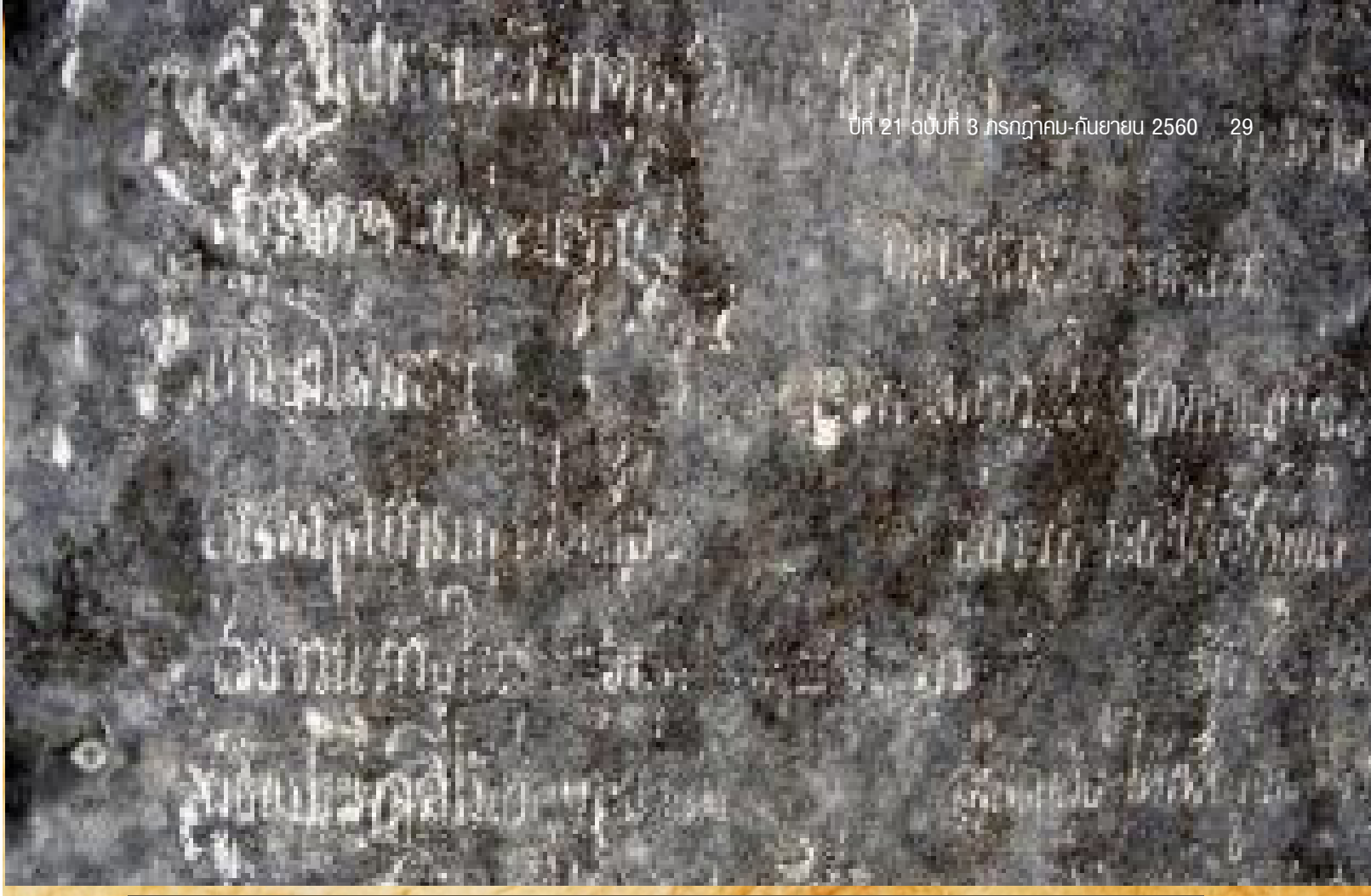


“สาส์นบนศิลา” ศิลาจารึก ณ พระจุฑาธุชราชฐาน กับการเสื่อมสภาพจากสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ ดร.สิรินารี เงินเจริญ
มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว
ชัยฤกษ์ ตั้งเฮงเจริญ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

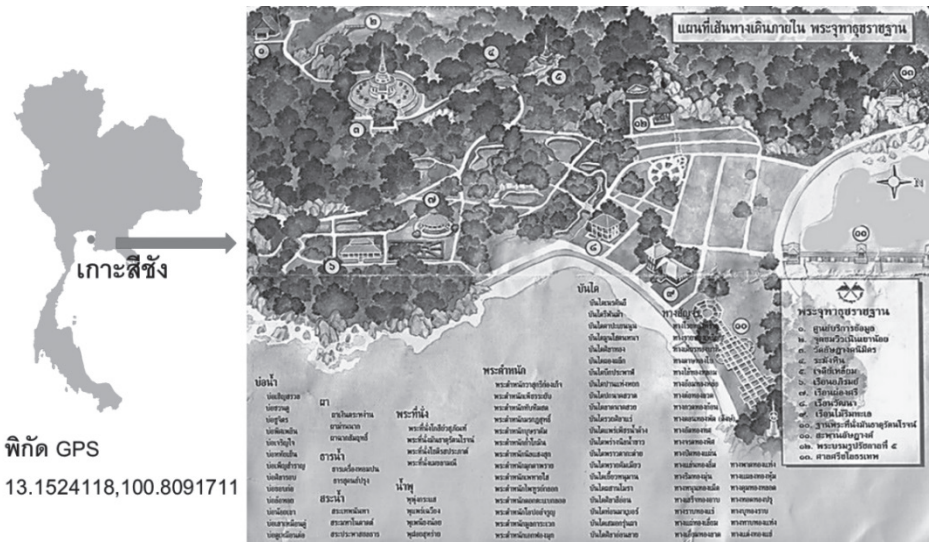
บทนำ ⏭

“ ถิ่นสุขกายสุขด้วย ถิ่นดี จิตรโปร่งปราศราคี ชุ่มชื้น
สองสุขแห่งชาวสี-ชังเกาะ นี้แฮ อายุย่อมยืนพื้น แต่ร้อยเรือนริม ”

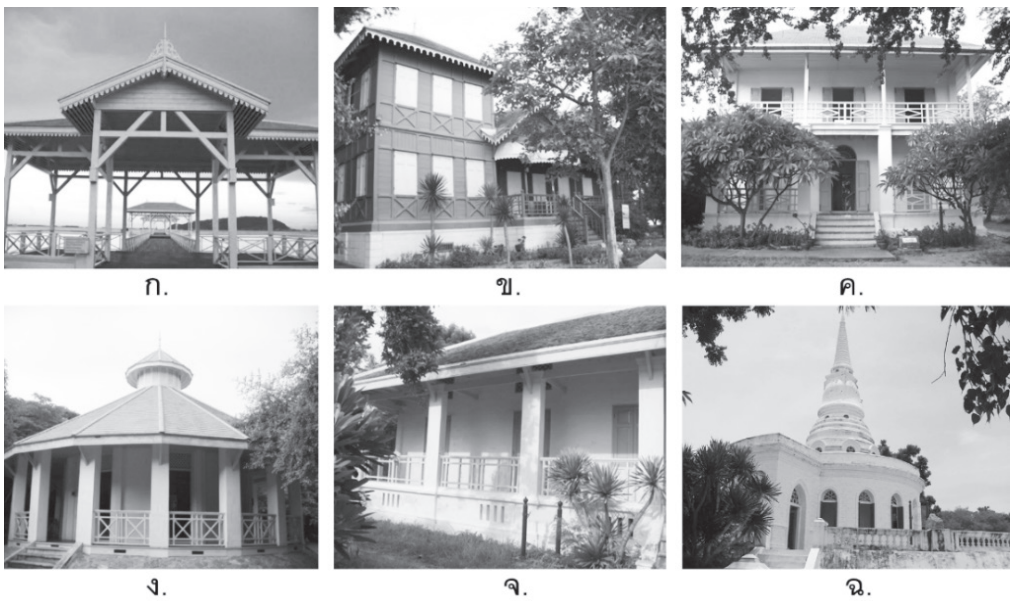
พระราชนิพนธ์ในพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (ร.5)

พระราชนิพนธ์ข้างต้นเป็นที่ประจักษ์ชัดว่า เกาะสีชัง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นสถานที่ซึ่งมีบรรยากาศดี ทัศนียภาพทางทะเลสวยงาม จนครั้งหนึ่งเคยเป็นที่ตั้งของพระราชฐานบนเกาะแห่งแรกของไทย ซึ่งพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระราชทานนามว่า พระจุฑาธุชราชฐาน ตามพระนามของพระโอรสที่ประสูติ ณ เกาะสีชัง แห่งนี้

ในอดีต พระจุฑาธุชราชฐาน ประกอบด้วย พระที่นั่ง 4 องค์ พระตำหนัก 14 หลัง และศาลา 1 หลัง ภายหลังจากเหตุการณ์ความไม่สงบ ร.ศ.112 ในหลวงรัชกาลที่ 5 ทรงโปรดให้รื้อพระที่นั่งสำคัญมาสร้างในพระราชวังสวนดุสิต ได้แก่ พระที่นั่งมันธาตุรัตนโรจน์ และพระราชทานนามใหม่ว่า พระที่นั่งวิมานเมฆ ปัจจุบัน ที่เกาะสีชังจึงเหลือเพียงแต่ฐานของพระที่นั่งดังกล่าวเท่านั้น สำหรับสิ่งปลูกสร้างอื่นต่างผุพังเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา อย่างไรก็ตาม บนเกาะสีชังยังคงปรากฏสิ่งปลูกสร้างที่สำคัญหลายแห่ง ได้แก่ สะพานอัษฎางค์ เรือนไม้ริมทะเลหรือเรือนขนมปังขิง เรือนวัฒนา เรือนผ่องศรี เรือนอภิรมย์ และเจดีย์พระอุโบสถวัดอัษฎางคนิมิตร แผนผังที่ตั้งและสิ่งปลูกสร้างสำคัญที่ปัจจุบันยังปรากฏอยู่ในพระจุฑาธุชราชฐาน แสดงได้ดังรูปภาพที่ 1 และรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 1 แผนผังภายในพระจุฑาธุชราชฐาน
ที่มา: ดัดแปลงจาก ศูนย์ส่งเสริมวัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ม.ป.ป.)

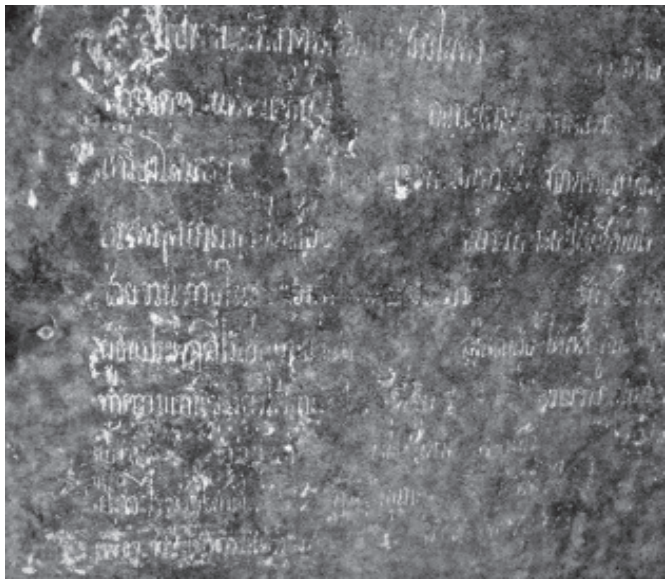


ก. สะพานอัษฎางคนิมิตร ข. เรือนไม้ริมทะเล ค. เรือนวัฒนา
ง. เรือนผ่องศรี จ. เรือนอภิรมย์ ฉ. เจดีย์พระอุโบสถอัษฎางคนิมิตร

รูปภาพที่ 2 สิ่งปลูกสร้างที่สำคัญภายในพระจุฑาธุชราชฐาน

สิ่งปลูกสร้างที่ยังคงเหลืออยู่บนเกาะสีชังมีความพิเศษของสถาปัตยกรรมและรูปแบบศิลปะอันเป็นเอกลักษณ์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เจดีย์พระอุโบสถวัดอัษฎางคนิมิตร ซึ่งมีรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบโกธิค (Gothic Architecture) ด้านบนเป็นอาคารรูปทรงกลมมีเจดีย์แบบลังกา ด้านหน้าปลูกต้นพระศรีมหาโพธิ์ที่นำหน่อมาจากเมืองพุทธคยา ประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงการผสมผสานศิลปะได้อย่างยอดเยี่ยม โดยรอบของพระเจดีย์ยังเรียงรายไปด้วยศิลาจารึกถึง 8 หลัก (ดังรูปภาพที่ 3) ซึ่งด้านหน้าของศิลาจารึกสลักข้อความอันเป็นคำสอนทางศาสนาที่มีคุณค่า ตัวอย่างแสดงได้ดังรูปภาพที่ 4

รูปภาพที่ 3 การจัดเรียงของศิลาจารึกรอบเจดีย์พระอุโบสถ วัดอัษฎางคนิมิตร



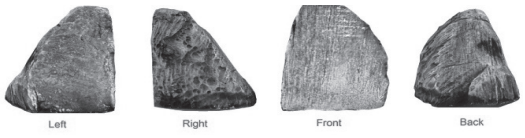
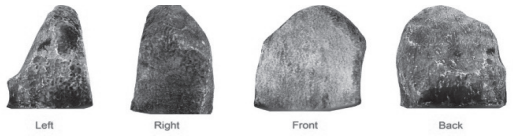
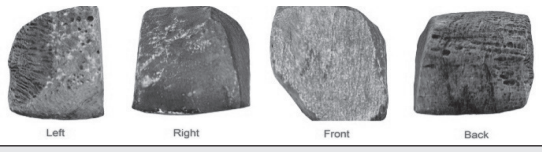
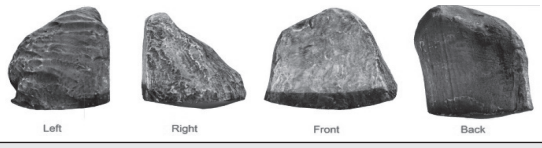
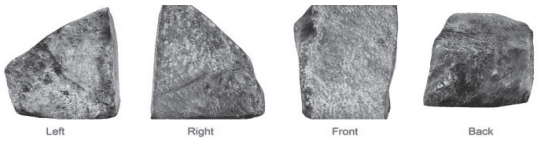
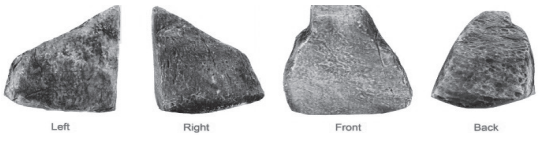
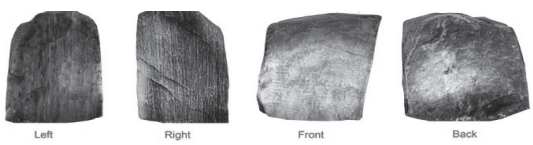
รูปภาพที่ 4 คำสอนบนศิลาจารึก

จากการศึกษาศิลาจารึกดังกล่าวด้วยเครื่อง X-ray diffraction (XRD) พบว่า ศิลาจารึกทำมาจากหินที่นำมาจากลานหินบริเวณข้างเคียง ซึ่งเป็นหินในกลุ่มหินปูนที่มี Calcite ($CaCO_3$) Calcium silicate ($CaSiO_3$) และ Actinolite [$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$] เป็นองค์ประกอบหลัก (Ngencharoen, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจเอกสารที่พบว่า พื้นที่เกาะสีชังประกอบด้วยหินปูน (พงศ์สันติ์ ยาวิไชย, 2556) ที่เกิดจากการทับถมของสิ่งมีชีวิตในทะเล (Payton, 1988) และการตกตะกอนทางเคมีของน้ำทะเลเป็นชั้น ๆ ที่เรียกว่า หินตะกอน หรือหินชั้น ซึ่งเสื่อมสภาพได้จากปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความร้อน แสง ลม ไอน้ำทะเล รวมทั้งปัจจัยทางชีวภาพ เช่น พืช สัตว์ และมนุษย์ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Ngencharoen (2008) พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ศิลาจารึกที่เจดีย์พระอุโบสถอัษฎางคนิมิตร ซึ่งอยู่บนพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลราว 40 เมตร เกิดการเสื่อมสภาพ เป็นผลมาจากปัจจัยทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับสภาวะอากาศเป็นสำคัญ ข้อบ่งชี้ข้างต้นมาจากผลงานวิจัยที่ดำเนินการวิเคราะห์ระดับการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกโดยการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเริ่มต้นจากการจำลองศิลาจารึกทั้ง 8 หลัก เป็นภาพ 3 มิติ (3D Model) จัดวางในแผนผังตามมาตราส่วนที่เที่ยงตรง จากนั้นจึงจำลองการตกกระทบของแสงอาทิตย์ตามวงจรเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ เพื่อคำนวณความเข้มแสงที่ตกกระทบบนศิลาจารึกแต่ละด้าน แล้วจึงตรวจสอบความถูกต้องของความเข้มแสงดังกล่าวด้วยค่าการวัดแสงภาคสนามแล้วแปลผลภาพที่ได้เป็นภาพขาวดำ เพื่อคำนวณหาระดับการเสื่อมสภาพ (weathering degree; WD) ของศิลาจารึก

ทั้งนี้ การจำแนกระดับการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกที่ประเมินจากค่าการเสื่อมสภาพ ให้ผลการเสื่อมสภาพจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับการเสื่อมสภาพ คือ กลุ่มที่ 1 ระดับการเสื่อมสภาพมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ผลการวิเคราะห์ระบุค่าของระดับการเสื่อมสภาพและแสดงให้เห็นภาพของศิลาจารึกด้านซ้าย ขวา หน้า และหลังของศิลาจารึก ในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวให้ผลว่า ศิลาจารึกหลักที่ 1, 2, 3, 5, 7 และ 8 มีการเสื่อมสภาพมากกว่า ศิลาจารึกหลักที่ 6 และหลักที่ 4 ตามลำดับ

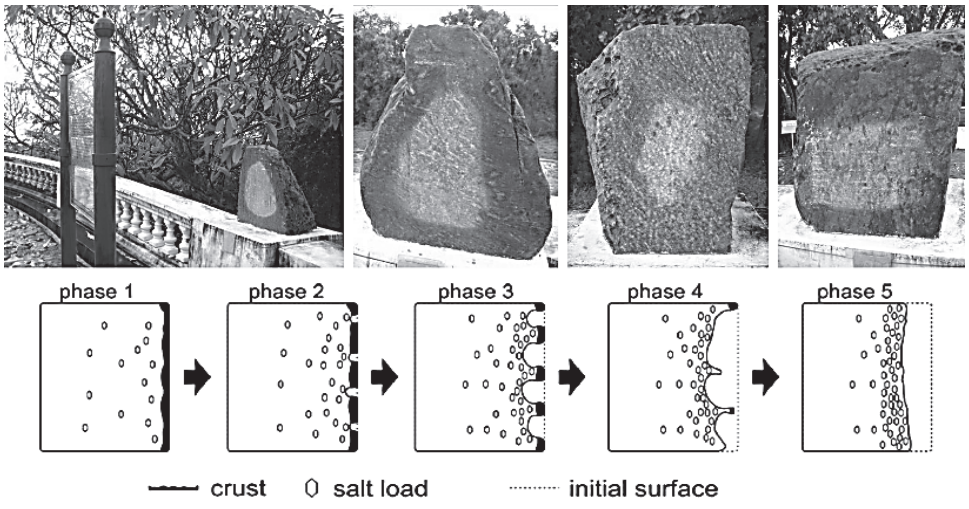
เกาะสีชัง

ตารางที่ 1 ระดับและลักษณะการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกรอบเจดีย์พระอุโบสถอัษฎางคนิมิตร

ระดับการเสื่อมสภาพ	ลำดับที่ของศิลาจารึก	ค่าการเสื่อมสภาพ
ระดับที่ 1 WD ± 0.95 – 1.00	หลักที่ 1	WD = 0.953 ± 0.004
		
	หลักที่ 2	WD = 0.991 ± 0.006
		
	หลักที่ 3	WD = 1.00 ± 0.005
		
	หลักที่ 5	WD = 0.952 ± 0.007
		
	หลักที่ 7	WD = 0.948 ± 0.005
		
	หลักที่ 8	WD = 0.949 ± 0.004
		
ระดับที่ 2 WD ± 0.70	หลักที่ 6	WD = 0.699 ± 0.004
ระดับที่ 3 WD ± 0.53	หลักที่ 4	WD = 0.534 ± 0.003
		

ที่มา: Ngencharoen (2008)

ผลการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกมีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มแสงและระยะเวลาที่แสงตกกระทบ กล่าวคือ ระดับแสงที่ศิลาจารึกได้รับในช่วงบ่ายมีความร้อนสูงกว่าแสงในช่วงเช้า ส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพมากขึ้น ทั้งนี้ ศิลาจารึกที่สร้างจากหินปูนมีความพรุนจึงสามารถดูดซับความชื้นในบรรยากาศหรือน้ำฝนไว้ ทำให้ศิลาจารึกเปียกและมีความชื้น เมื่อศิลาจารึกได้รับแสงอาทิตย์ที่เป็นแหล่งพลังงานของรังสีความร้อนจะเกิดการนำความร้อน (conduction) สู่ศิลาจารึก ทำให้ความชื้นหรือน้ำระเหยออกจากศิลาจารึก แต่ด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกันในหินปูนจึงส่งผลต่ออัตราการระเหยที่แตกต่างกัน เนื้อหินปูนจึงหดและขยายตัวไม่เท่ากัน การแห้งจากแสงอาทิตย์และเปียกจากความชื้นหรือน้ำฝนจะเกิดขึ้นเป็นวัฏจักรแห้งและเปียก สลับกันไปมาต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน โดยมีผลทำให้พันธะเคมีระหว่างโมเลกุลหินปูนที่ผิวหน้าศิลาจารึกเสื่อมลง ความแข็งแรงของวัสดุจะลดลง จนกระทั่งสึกกร่อนไปในที่สุด โดยรูปแบบการสึกกร่อนของหินปูนที่เกิดขึ้น แสดงได้ดังรูปภาพที่ 5

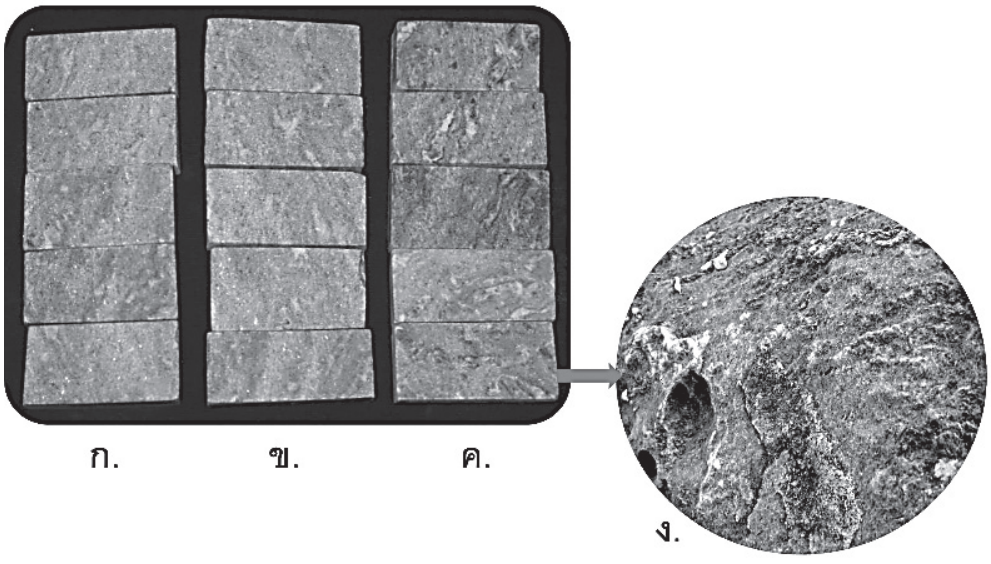


รูปภาพที่ 5 ลักษณะการสึกกร่อนที่ผิวหน้าของศิลาจารึก
ที่มา: ดัดแปลงจาก Fitzner et al.(1996)

จากการศึกษายังพบข้อสังเกตเพิ่มเติมที่สนับสนุนว่า แสงมีผลต่อการเสื่อมสภาพของศิลาจารึก กล่าวคือ ในทางทฤษฎี ระยะเวลาเฉลี่ยที่ศิลาจารึกจะได้รับแสงในแต่ละวัน นับตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นกระทั่งดวงอาทิตย์ตก เท่ากับ 10 ชั่วโมง แต่ในสภาพจริงของพื้นที่พบว่าศิลาจารึกบางหลักได้รับแสงไม่ถึง 10 ชั่วโมง หรือได้รับแสงในระยะเวลาที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ในช่วงเช้าต้นพระศรีมหาโพธิ์จะให้ร่มเงากับศิลาจารึกหลักที่ 4 ในขณะที่ช่วงบ่ายศิลาจารึกหลักที่ 4 และหลักที่ 6 จะได้รับร่มเงาจากเจดีย์พระอุโบสถ นอกจากนี้ หลักฐานจากภาพถ่ายในอดีตยังแสดงให้เห็นว่าเคยมีต้นไม้หลังศิลาจารึกหลักที่ 4 และหลักที่ 6 อีกด้วย จากเหตุดังกล่าวจึงทำให้ศิลาจารึกหลักที่ 4 และหลักที่ 6 เกิดการเสื่อมสภาพช้ากว่าศิลาจารึกหลักอื่น ๆ

รูปภาพที่ 6 เจดีย์พระอุโบสถอัษฎางคนิมิตรในอดีต
ที่มา: กรมศิลปากร อ้างถึงใน ผู้จัดการ ออนไลน์ (2554)

ในภาวะข้างต้น ลมยังเป็นปัจจัยกายภาพที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกด้วย เนื่องจากลมทำให้การระเหยเกิดเร็วขึ้น อีกนัยหนึ่ง คือ ลมเป็นปัจจัยเร่งวัฏจักรเปียกสลับแห้ง (Lubelli et al., 2006) และยังพัดพาไอน้ำทะเลไปสู่โบราณสถานริมทะเลได้ (Cataldo et al., 2005) ซึ่งผลกระทบที่เกิดจากเกลือของไอน้ำทะเล ปรากฏผลชัดเจนจากการทดสอบการตกสะสมของเกลือที่ผิวศิลาจารึก และการทดสอบการเสื่อมสภาพของหินปูนด้วยการจำลองวัฏจักรเปียกสลับแห้งของหินปูนจากลานจุลจอมเกล้าซึ่งเป็นแหล่งหินที่ใช้สร้างศิลาจารึก ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเปียกน้ำจืดและการเปียกน้ำทะเลของหินปูน พบว่า เมื่อหินปูนเปียกน้ำทะเล จะมีคราบของเกลือปรากฏที่ผิว ทั้งยังพบจุดสีน้ำตาลและเป็นคราบสีเหลืองในเนื้อหินมากกว่าหินปูนที่ทดสอบการเสื่อมสภาพจากน้ำจืด ซึ่งลักษณะการเสื่อมสภาพจากน้ำทะเลของหินปูนดังกล่าวเหมือนกันกับลักษณะการเสื่อมสภาพของศิลาจารึก แสดงได้ดังรูปภาพที่ 7



รูปภาพที่ 7 ลักษณะการเสื่อมสภาพของหินปูน
ก. ทดสอบด้วยน้ำจืด ข. Blank ค. ทดสอบด้วยน้ำทะเล ง. การเสื่อมสภาพของศิลาจารึก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของหินปูนที่ผ่านการทดสอบการเสื่อมสภาพด้วยน้ำทะเล และผลของ Diffractogram พบว่า หินปูนมีองค์ประกอบของ Calcite ($CaCO_3$), Actinolite [$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$], Silicon (Si), Sodium Calcium Silicate (Na_2CaSiO_4) และ Albite, Calcian, Orderd [$(Na,Ca)Al(Si,Al)_3O_8$ ในขณะที่หินปูนที่ทดสอบการเสื่อมสภาพด้วยน้ำจืดพบเพียง Calcite, Actinolite และ Calcium silicate เท่านั้น ซึ่งการที่หินปูนมีเหล็กเป็นองค์ประกอบจึงเป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้น ทำให้ Ferrus (Fe^{2-}) เปลี่ยนเป็น Ferric (Fe^{3+}) หรือ Red iron oxide จึงเป็นผลทำให้เกิดคราบหรือจุดสีน้ำตาลในหินปูน

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเสื่อมสภาพของศิลาจารึกหินปูนที่ตั้งกลางแจ้งรอบเจดีย์พระอุโบสถอัษฎางคนิมิตรในพระจุฑาธุชราชฐาน เป็นผลมาจากอิทธิพลจากแสงที่นำพาความร้อน และความชื้นในบรรยากาศซึ่งมีเกลือจากน้ำทะเลโดยมีลมเป็นตัวพัดพา เกิดการตกสะสมบนหินและแทรกซึมอยู่ในช่องว่างของเนื้อหินปูน แล้วทำปฏิกิริยาเคมีก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพ ดังจะเห็นเป็นจุดสีน้ำตาล ปรากฏคราบเกลือบนพื้นผิวศิลาจารึก และศิลาจารึกเกิดการกะเทาะและสึกกร่อน ด้วยภาวการณ์ดังกล่าว ทำให้ศิลาจารึกเสื่อมสภาพไปจนในที่สุด *สาส์นบนศิลาจารึก* จะค่อย ๆ เลือนหาย และศิลาจะไม่ปรากฏรอยจารึกอีกต่อไป

ทั้งนี้ การชะลอการเสื่อมสภาพของศิลาจารึก สามารถดำเนินการได้ 2 แนวทาง คือ การเคลือบศิลาจารึกด้วยสารกันน้ำ (water repellent) และการกำบังศิลาจารึก โดยทั้งสองแนวทางมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความรุนแรงที่เกิดจากวัฏจักรเปียกสลับแห้งของศิลาจารึก หรือการลดความรุนแรงจากวัฏจักรเปียกที่มาจากความชื้นในบรรยากาศหรือน้ำฝน (สืบพงศ์ จรรย์สืบศรี, ม.ป.ป.; สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์, 2556) รวมทั้งวัฏจักรแห้งจากความร้อนที่มาพร้อมกับแสงอาทิตย์ โดยการใช้สารกันน้ำ ชนิดไม่มันวาวเพื่อคงไว้ซึ่งลักษณะของแท้หรือดั้งเดิม (authenticity) ซึ่งสารกันน้ำจะทำหน้าที่ป้องกันหรือลดความชื้นจากบรรยากาศหรือน้ำฝนที่จะแทรกซึมเข้าสู่ภายในเนื้อหินปูนของศิลาจารึก (รูปภาพที่ 8)

รูปภาพที่ 8 การป้องกันความชื้นของหินปูนด้วยสารกันน้ำ
ก. หินปูนที่ไม่ได้ทาสารกันน้ำ (blank) ข. หินปูนที่ทาสารกันน้ำ
ที่มา: IndiaMART InterMESH (2017)

เมื่อความชื้นแทรกซึมสู่ศิลาจารึกน้อยลง อัตราการระเหยของน้ำจากเนื้อหินปูนจะต่ำลง ทำให้การขยายตัวจากความชื้นและหดตัวจากความร้อนขององค์ประกอบหรือสารประกอบในหินปูนเกิดน้อยลง ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนแปลงเกิดลดลง การเสื่อมสภาพของหินปูนจึงลดลงด้วย นอกจากนี้ การป้องกันมิให้ความชื้นหรือน้ำแทรกซึมไปยังภายในเนื้อหินยังลดโอกาสที่เกลือจากไอน้ำทะเลจะทำปฏิกิริยาเคมีที่เร่งให้หินเสื่อมสภาพได้เร็วขึ้นดังที่กล่าวไว้ข้างต้นอีกด้วย

ในทำนองเดียวกัน การกำบังศิลาจารึก จะเป็นการชะลอการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกซึ่งเป็นวิธีตัดวัฏจักรเปียกสลับแห้งเช่นกัน โดยสามารถดำเนินการได้ทั้งทางตรง เช่น การทำหลังคาหรือฉากกั้นให้กับศิลาจารึก หรือโดยทางอ้อม เช่น การใช้เงาจากสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้ การใช้สิ่งกำบังต่าง ๆ นี้จะลดโอกาสการสัมผัสความชื้นหรือน้ำฝน ป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ อีกทั้งยังลดกระแสลมที่จะมาปะทะกับศิลาจารึกโดยตรง จึงเป็นผลให้ความรุนแรงของวัฏจักรเปียกสลับแห้งลดลงได้เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม หากใช้ร่มเงาจากสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้ ควรต้องเลือกตำแหน่งการจัดวางให้ถูกต้อง และพึงระวังมิให้สิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้ดังกล่าวสัมผัสศิลาจารึกซึ่งอาจทำให้ศิลาจารึกแตกหักได้

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ผู้จัดการ ออนไลน์. 2554. **กรมศิลป์เตรียมบูรณะพระจุฑาธุชราชฐาน พระราชวังฤดูร้อน ร.5 เป็นสถานที่ท่องเที่ยว** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.manager.co.th/Local/ViewNews .aspx?NewsID=9540000113232 [5 เมษายน 2560]

พงศ์สันติ์ ยาวิไชย. 2556. **ทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรี**. กรุงเทพมหานคร: สำนักทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี.

ศูนย์ส่งเสริมวัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ม.ป.ป. **พิพิธภัณฑ์พระจุฑาธุชราชฐาน เกาะสีชัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** [แผ่นพับ]. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมวัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์. 2556. **คู่มือการดูแลรักษาศาสนสถาน: ภาคที่ 2 การทำนุบำรุงวัด ศาสนสถาน ศาสนวัตถุ และศิลปวัตถุ** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.crownproperty.or.th/media/Recommended%20Books/59-06-042_001-32672dpi_2.pdf [7 เมษายน 2560]

สืบพงศ์ จรรย์สืบศรี. ม.ป.ป. **เทคนิคการซ่อมแซมอาคารอนุรักษ์และโบราณสถาน (ปัญหาความชื้นในอาคาร)** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://suebpong.rmutl.ac.th/conweb/technic04.htm [7 เมษายน 2560]

ภาษาอังกฤษ

Cataldo, R., Donno, A.D., Nunzio, G.D., Leucci, G., Nuzzo, L., Siviero, S. 2005. Integrated Methods for Analysis of Deterioration of Cultural Heritage: The Crypt of “Cattedrale di Otranto”. **Journal of Cultural Heritage** 6: 29 - 38.

Fitzner, B., Heinrichs, K., and Volker, M. 1996. Model for Salt Weathering at Maltese Globigerina Limestones. In: ZEZZA, F. (ed.) Origin, Mechanisms and Effects of Salt on Degradation of Monuments in Marine and Continental Environments **Proceedings, European Commission Research Workshop on Protection and Conservation of the European Cultural Heritage**, Research Report 4: 333–344. Bari, Italy.

IndiaMART InterMESH. 2017. **Water Repellent Additive** [Online]. Available form: https://www.indiamart.com/proddetail/water-repellent-additive-7668732997.html [7 April 2017]

Lubelli, B., Hees, R.P.J.V. and Groot, C.J.W.P. 2006. The Effect of Environmental Conditions on Sodium Chloride Damage: a Step in the Development of an Effective Weathering Test. **Studies in Conservation** 51: 41-56.

Payton, T. 1998. **Limestone rocks** [Online]. Available from: https://books.google.co.th/books?id=X_7uCAAAQBAJ&pg=PA829&lpg=PA829&dq=Payton,+T.+1998.+Limestone+rocks&sour...%2C%20T.%201998.%20Limestone%20rocks&f=false [4 April 2017]

Sirinaree Ngencharoen. 2008. **Biotic and Abiotic Factors Affecting Deterioration of Chudhadhuj Palace Museum**. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Environmental Science (Interdisciplinary Program). Graduate School. Chulalongkorn University.