

2017-07-01

'สาส์นขณศิลา' ศิลาจารึก ณ พระจุฑาธุชราชฐานกับการเสื่อมสภาพจากสิ่งแวดล้อม

สิรินารี เงินเจริญ

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/cuej>



Part of the [Environmental Sciences Commons](#)

Recommended Citation

เงินเจริญ, สิรินารี (2017) "'สาส์นขณศิลา' ศิลาจารึก ณ พระจุฑาธุชราชฐานกับการเสื่อมสภาพจากสิ่งแวดล้อม," *Environmental Journal*: Vol. 21: Iss. 3, Article 5.

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/cuej/vol21/iss3/5>

This Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Environmental Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

“สาส์นบนศิลา” ศิลาจารึก ณ พระจุลธาตุราชฐาน กับการเสื่อมสภาพจากสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ ดร.สิรินารี เงินเจริญ
มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว
ชัยฤกษ์ ตั้งเฮงเจริญ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

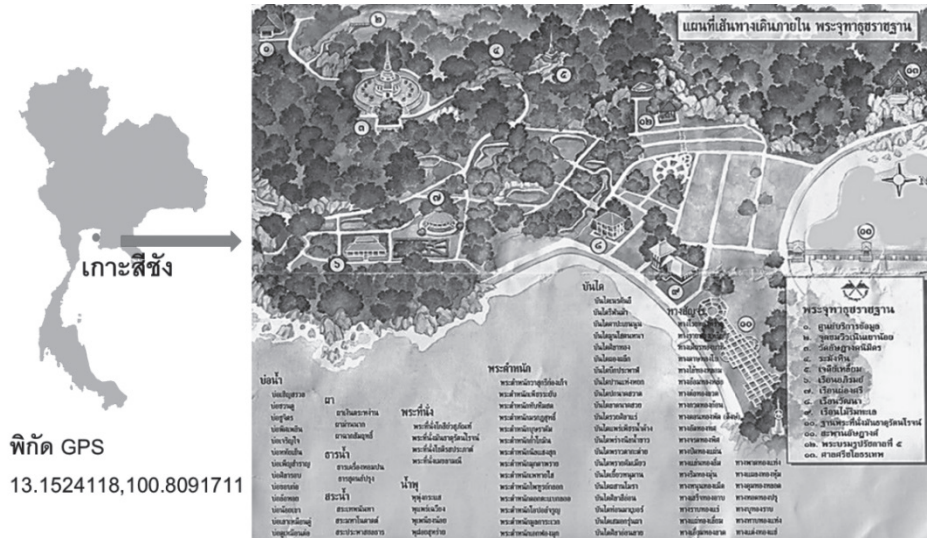
บทนำ ►►

“ ถิ่นสุขกายสุขด้วย ถิ่นดี จิตรโปร่งปราศราศี ชุ่มชื่น
สองสุขแห่งชาวสี-ซังเกาะ นี้อะ อายุย่อมยืนพื้น แต่ร่อยเรือนริม ”

พระราชนิพนธ์ในพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (ร.5)

พระราชนิพนธ์ข้างต้นเป็นที่ประจักษ์ชัดว่า เกาะสีซัง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี เป็นสถานที่ซึ่งมีบรรยากาศดี ทิวทัศน์ทางทะเลสวยงาม จนครั้งหนึ่งเคยเป็นที่ตั้งของพระราชฐานบนเกาะแห่งแรกของไทย ซึ่งพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระราชทานนามว่า พระจุลธาตุราชฐาน ตามพระนามของพระโอรสที่ประสูติ ณ เกาะสีซัง แห่งนี้

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



รูปภาพที่ 1 แผนผังภายในพระจุฬาราชราชนัน

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศูนย์ส่งเสริมวัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ม.ป.ป.)

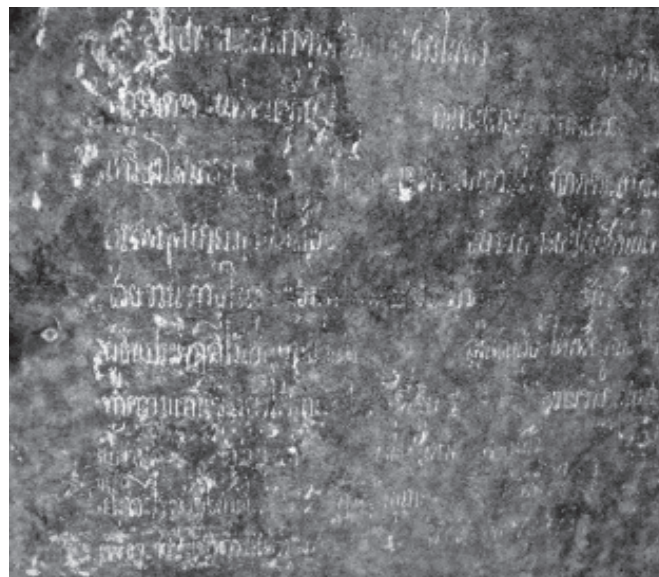


รูปภาพที่ 2 สิ่งปลูกสร้างที่สำคัญภายในพระจุฬาราชราชนัน

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



รูปภาพที่ 3 การจัดเรียงของศิลาจารึกรอบเจดีย์พระอุโบสถ วัดอัมพวันคีนิมิตร



รูปภาพที่ 4 คำสอนบนศิลาจารึก

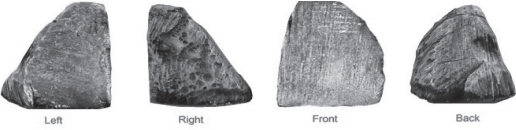
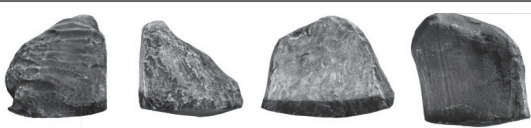
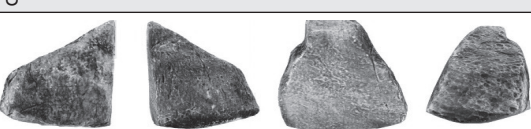
จากการศึกษาศิลาจารึกดังกล่าวด้วยเครื่อง X-ray diffraction (XRD) พบว่า ศิลาจารึกทำมาจากหินที่นำมาจากลานหินบริเวณข้างเคียง ซึ่งเป็นหินในกลุ่มหินปูนที่มี Calcite (CaCO_3) Calcium silicate (CaSiO_3) และ Actinolite [$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$] เป็นองค์ประกอบหลัก (Ngencharoen, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจเอกสารที่พบว่า พื้นที่เกาะสีชังประกอบด้วยหินปูน (พงศสันต์ ยาวีไชย, 2556) ที่เกิดจากการทับถมของสิ่งมีชีวิตในทะเล (Payton, 1988) และการตกตะกอนทางเคมีของน้ำทะเลเป็นชั้น ๆ ที่เรียกว่า หินตะกอน หรือหินชั้น ซึ่งเสื่อมสภาพได้จากปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความร้อน แสง ลม ใต้น้ำทะเล รวมทั้งปัจจัยทางชีวภาพ เช่น พืช สัตว์ และมนุษย์ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Ngencharoen (2008) พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ศิลาจารึกที่เจดีย์พระอุโบสถอักษางศนิมิตร ซึ่งอยู่บนพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลราว 40 เมตร เกิดการเสื่อมสภาพ เป็นผลมาจากปัจจัยทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับสภาวะอากาศเป็นสำคัญ ขอบ่งชี้ข้างต้นมาจากผลงานวิจัยที่ดำเนินการวิเคราะห์ระดับการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกโดยการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ 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) ผลการวิเคราะห์ระดับค่าของระดับการเสื่อมสภาพและแสดงให้เห็นภาพของศิลาจารึกด้านซ้าย ขวา หน้า และหลังของศิลาจารึก ในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวให้ผลว่า ศิลาจารึกหลักที่ 1, 2, 3, 5, 7 และ 8 มีการเสื่อมสภาพมากกว่า ศิลาจารึกหลักที่ 6 และหลักที่ 4 ตามลำดับ



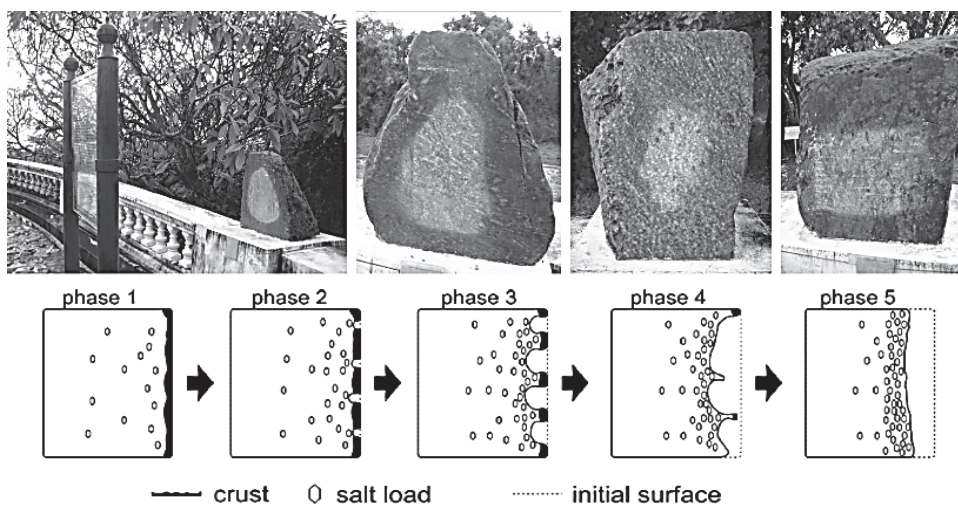
เกาะสีชัง

ตารางที่ 1 ระดับและลักษณะการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกรอบเจดีย์พระอุโบสถอัมมวงศนิมิต

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

ที่มา: Ngencharoen (2008)

ผลการเสื่อมสภาพของศิลาจารึกมีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มแสงและระยะเวลาที่แสงตกกระทบ กล่าวคือ ระดับแสงที่ศิลาจารึกได้รับในช่วงบ่ายมีความร้อนสูงกว่าแสงในช่วงเช้า ส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพมากขึ้น ทั้งนี้ ศิลาจารึกที่สร้างจากหินปูนมีความพรุนจึงสามารถดูดซับความชื้นในบรรยากาศหรือน้ำฝนไว้ ทำให้ศิลาจารึกเปื่อยและมีความชื้น เมื่อศิลาจารึกได้รับแสงอาทิตย์ที่เป็นแหล่งพลังงานของรังสีความร้อนจะเกิดการนำความร้อน (conduction) สู่ศิลาจารึก ทำให้ความชื้นหรือน้ำระเหยออกจากศิลาจารึก แต่ด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกันในหินปูนจึงส่งผลต่ออัตราการระเหยที่แตกต่างกัน เนื้อหินปูนจึงหดและขยายตัวไม่เท่ากัน การแห้งจากแสงอาทิตย์และเปื่อยจากความชื้นหรือน้ำฝนจะเกิดขึ้นเป็นวัฏจักรแห้งและเปียก สลับกันไปมาต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน โดยมิผลทำให้พันธะเคมีระหว่างโมเลกุลหินปูนที่ผิวหน้าศิลาจารึกเสื่อมลง ความแข็งแรงของวัสดุจะลดลง จนกระทั่งสึกกร่อนไปในที่สุด โดยรูปแบบการสึกกร่อนของหินปูนที่เกิดขึ้น แสดงได้ดังรูปภาพที่ 5



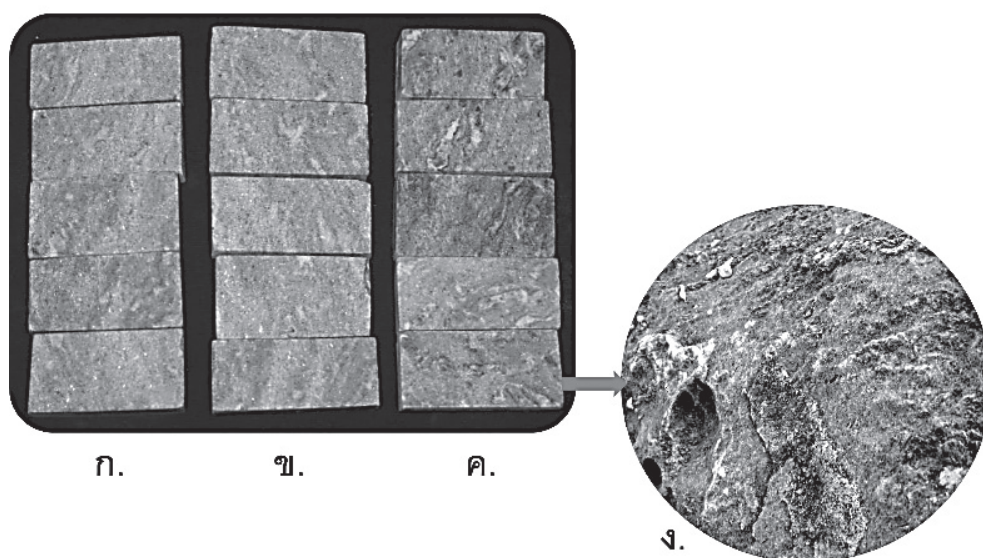
รูปภาพที่ 5 ลักษณะการสึกกร่อนที่ผิวหน้าของศิลาจารึก
ที่มา: ดัดแปลงจาก Fitzner et al.(1996)

จากการศึกษายังพบข้อสังเกตเพิ่มเติมที่สนับสนุนว่า แสงมีผลต่อการเสื่อมสภาพของศิลาจารึก กล่าวคือ ในทางทฤษฎี ระยะเวลาเฉลี่ยที่ศิลาจารึกจะได้รับแสงในแต่ละวัน นับตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้นกระทั่งดวงอาทิตย์ตก เท่ากับ 10 ชั่วโมง แต่ในสภาพจริงของพื้นที่พบว่า ศิลาจารึกบางหลักได้รับแสงไม่ถึง 10 ชั่วโมง หรือได้รับแสงในระยะเวลาที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ในช่วงเช้าต้นพระศรีมหาโพธิ์จะให้ร่มเงากับศิลาจารึกหลักที่ 4 ในขณะที่ช่วงบ่ายศิลาจารึกหลักที่ 4 และหลักที่ 6 จะได้รับร่มเงาจากเจดีย์พระอุโบสถ นอกจากนี้ หลักฐานจากภาพถ่ายในอดีตยังแสดงให้เห็นว่า เคยมีต้นไม้หลังศิลาจารึกหลักที่ 4 และหลักที่ 6 อีกด้วย จากเหตุดังกล่าวจึงทำให้ศิลาจารึกหลักที่ 4 และหลักที่ 6 เกิดการเสื่อมสภาพช้ากว่าศิลาจารึกหลักอื่น ๆ



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

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



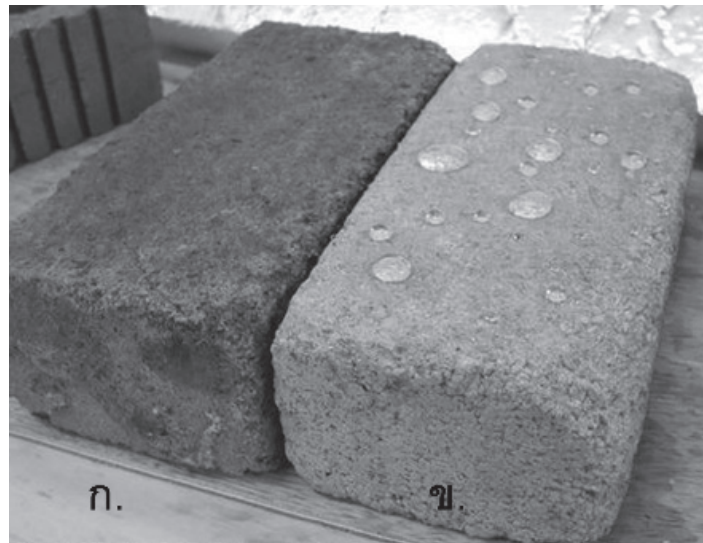
รูปภาพที่ 7 ลักษณะการเสื่อมสภาพของหินปูน

ก. ทดสอบด้วยน้ำจืด ข. Blank ค. ทดสอบด้วยน้ำทะเล ง. การเสื่อมสภาพของศิลาจารึก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของหินปูนที่ผ่านการทดสอบการเสื่อมสภาพด้วยน้ำทะเล และผลของ Diffractogram พบว่า หินปูนมีองค์ประกอบของ Calcite (CaCO_3), Actinolite [$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$], Silicon (Si), Sodium Calcium Silicate ($\text{Na}_2\text{CaSiO}_4$) และ Albite, Calcian, Orderd [$(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$] ในขณะที่หินปูนที่ทดสอบการเสื่อมสภาพด้วยน้ำจืดพบเพียง Calcite, Actinolite และ Calcium silicate เท่านั้น ซึ่งการที่หินปูนมีเหล็กเป็นองค์ประกอบจึงเป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้น ทำให้ Ferrus (Fe^{2+}) เปลี่ยนเป็น Ferric (Fe^{3+}) หรือ Red iron oxide จึงเป็นผลทำให้เกิดคราบหรือจุดสีน้ำตาลในหินปูน

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเสื่อมสภาพของศิลาจารึกหินปูนที่ตั้งกลางแจ้งรอบเจดีย์พระอุโบสถ อัมพวงคณิมิตรในพระจุลราชูราชฐาน เป็นผลมาจากอิทธิพลจากแสงที่นำพาความร้อน และความชื้นในบรรยากาศซึ่งมีเกลือจากน้ำทะเลโดยมีลมเป็นตัวพัดพา เกิดการตกสะสมบนหินและแทรกซึมอยู่ในช่องว่างของเนื้อหินปูน แล้วทำปฏิกิริยาเคมีก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพ ดังจะเห็นเป็นจุดสีน้ำตาล ปรากฏคราบเกลือบนพื้นผิวศิลาจารึก และศิลาจารึกเกิดการกะเทาะและสึกกร่อน ด้วยภาวะการดังกล่าว ทำให้ศิลาจารึกเสื่อมสภาพไปจนในที่สุด *ศาสนบันศิลาจารึก* จะค่อย ๆ เลือนหาย และศิลาจะไม่ปรากฏรอยจารึกอีกต่อไป

ทั้งนี้การชะลอการเสื่อมสภาพของศิลาจารึก สามารถดำเนินการได้ 2 แนวทาง คือ การเคลือบศิลาจารึกด้วยสารกันน้ำ (water repellent) และการกำบังศิลาจารึก โดยทั้งสองแนวทางมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความรุนแรงที่เกิดจากวัฏจักรเปียกสลับแห้งของศิลาจารึก หรือการลดความรุนแรงจากวัฏจักรเปียกที่มาจากความชื้นในบรรยากาศหรือน้ำฝน (สืบทศ 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 การทำหลังคาหรือฉากกันให้กับศิลาจารึก หรือโดยทางอ้อม เช่น การใช้เงาจากสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้ การใช้สิ่งกำบังต่าง ๆ นี้จะลดโอกาสการสัมผัสความชื้นหรือน้ำฝน ป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ อีกทั้งยังลดกระแสลมที่จะมาปะทะกับศิลาจารึกโดยตรง จึงเป็นผลให้ความรุนแรงของวัฏจักรเปียกสลับแห้งลดลงได้เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตาม หากใช้ร่มเงาจากสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้ ควรเลือกตำแหน่งการจัดวางให้ถูกต้อง และพึงระวังมิให้สิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้นั้นดงกล่าวสัมผัสศิลาจารึกซึ่งอาจทำให้ศิลาจารึกแตกหักได้

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- ผู้จัดการ ออนไลน์. 2554. กรมศิลปภัเตรียมบูรณะพระจุฑาธุชราชฐาน พระราชวังฤดูร้อน ร.5 เป็นสถานที่ท่องเที่ยว [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9540000113232> [5 เมษายน 2560]
- พงศ์สันต์ ยาวีไชย. 2556. **ทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรี**. กรุงเทพมหานคร: สำนักทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี.
- ศูนย์ส่งเสริมวัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ม.ป.ป. **พิพิธภัณฑ์พระจุฑาธุชราชฐาน เกาะสีชัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** [แผ่นพับ]. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมวัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์. 2556. **คู่มือการดูแลรักษาสถาน: 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&source=%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.