The Journal of Applied Science **Vol. 21 No. 2 [2022]: 244881**
วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ doi: 10.14416/j.appsci.2022.02.009
ISSN 1513-7805 Printed in Thailand ISSN 2586-9663 (Online)

Research Article

วิทยาศาสตร์กับการอนุรักษ์ และการฟื้นฟูวัสดุศาสตร์เพื่องานบูรณะกระจกเกรียบในศิลปกรรมไทย

Science and Conservation and Rehabilitation of Material Science for The Restoration of Kriab Mirror in Thai Arts.

รัชพล เต๋จ๊ะยา[1]*

Ratchapon Tajaya[1]*

[1]ภาควิชาประวัติศาสตร์ศิลปะ คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร พระนคร กรุงเทพฯ 10200 ประเทศไทย

[1] Department of Art History, Faculty of Archaeology, Silpakorn University, Phra Nakhon, Bangkok 10200, Thailand

***E-mail:** tajaya_r@su.ac.th

Received: 30/07/2021; Revised: 31/03/2022; Accepted: 18/08/2022

บทคัดย่อ

การอนุรักษ์ศิลปวัตถุของไทยในยุคโลกาภิวัตน์ ปัจจุบันได้มีการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ วิทยาการสมัยใหม่ เพื่อการบูรณะและอนุรักษ์อย่างยั่งยืน ดังนั้น แนวทางการในการบูรณะศิลปวัตถุที่ประดับตกแต่งด้วยกระจกเกรียบ จึงมุ่งเน้นการศึกษาสุนทรียศาสตร์และเชิงช่าง โดยบูรณาการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอีกมิติ เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากหลักฐานร่องรอยศิลปกรรมที่มีอยู่ แนวทางการบูรณะจึงใช้การศึกษาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ จากหลักฐานร่องรอยกระจกเกรียบที่สร้างขึ้นในอดีต ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ระบบกระจายพลังงาน (Energy Dispersive X- Ray Fluorescence Spectrometer, EDXRF) ที่สามารถตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพได้ในเวลาอันรวดเร็ว และตรวจได้คราวละหลาย ๆ ธาตุพร้อมกัน โดยไม่ทำลายหรือทำให้วัตถุสูญเสียสภาพเดิม ใช้ในการตรวจสอบองค์ประกอบธาตุของพื้นผิว จากการส่งตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณ ในการตรวจสอบธาตุองค์ประกอบ พบว่า เนื้อแก้วของกระจกเกรียบจะมีองค์ประกอบของตะกั่วเป็นหลัก ร้อยละ 66.23-66.93 โดยน้ำหนัก สอดคล้องกับสูตรการผลิตกระจกเกรียบของสายสกุลเต๋จ๊ะยา (Tajaya) ที่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบหลัก เมื่อนำไปทดสอบความแข็งตามระบบของโมห์ (Mohr's scale of hardness) เท่ากับ 2 - 5 และมีความเปราะสูง การฟื้นฟูวัสดุศาสตร์ในครั้งนี้ กระจกเกรียบที่ประดิษฐ์ขึ้นตามสูตรอย่างโบราณที่ได้สืบทอดมาของตระกูลเต๋จ๊ะยา โดยการใช้ประยุกต์ใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ รวมกับองค์ความรู้ทางประวัติศาสตร์เชิงช่าง ทำให้สามารถซ่อมแซมบูรณะงานศิลปกรรมไทย เช่น กรณีศึกษากรอบภาพโบราณได้อย่างกลมกลืน และคงคุณค่าทางจิตใจด้านวัสดุศาสตร์โดยใช้กระจกเกรียบในการบูรณะที่มีความใกล้เคียง ตรงกับของเดิมมากที่สุด

คำสำคัญ : กระจกเกรียบ, การฟื้นฟูวัสดุศาสตร์, การบูรณะด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Abstract

Conservation of Thai artifacts in the era of globalization Nowadays, modern scientific and scientific processes are used for sustainable restoration and conservation. Therefore, the guidelines for the restoration of art objects decorated with people. The glass is therefore focused on aesthetics and craftsmanship studies. by integrating more scientific processes into another dimension to connect relationships From the evidence of traces of art that exist. The restoration approach uses scientific studies to correlate the correlation with the evidence of Kriab mirror (Ancient Thai Mirror) traces built in the past. With X-ray techniques, Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer (EDXRF) can perform qualitative analysis in a short time and can detect many elements at once without damaging or causing material loss. original condition Used to determine the elemental composition of surfaces from the submission of the antique Kriab mirror samples. In the examination of the elements, it was found that The glass texture of the Kriab mirror is mainly composed of lead 66.23 - 66.93 % by weight, consistent with the Kriab mirror Ingredients Formula. Of the Tajaya family (The Tajaya Clan' Kriab mirror Formula) with lead as the main component When tested for hardness according to the Mohr's scale of hardness equal to 2-5 and high brittleness. This revival of materials science A slitted mirror made according to the ancient formula inherited from the Tajaya family. by the application of scientific methods combined with technical historical knowledge. This makes it possible to restore and restore Thai works of art such as a case study of ancient picture frames in harmony and maintain spiritual values. Materials science by using a glass scraper in the restoration that is closest to the original one.

Keywords : kriab mirror, rehabilitation of materials, conservation by scientific process

บทนำ

การอนุรักษ์ ตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2546 หมายถึง การรักษาให้คงเดิม สำหรับการอนุรักษ์ศิลปวัตถุของไทยในยุคโลกาภิวัตน์ ปัจจุบันได้มีการใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ วิทยาการสมัยใหม่ เพื่อการบูรณะและอนุรักษ์อย่างยั่งยืน

กระแสพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เกี่ยวกับวิทยาการสงวนรักษาโบราณวัตถุเป็นอย่างดี และกรมศิลปากรได้น้อมเกล้าน้อมกระหม่อมรับกระแสพระราชดำรัสนั้น อันเป็นจุดเริ่มต้นของการอนุรักษ์ศิลปะโบราณวัตถุโดยวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ซึ่งเป็นการประยุกต์วิชาการทางวิทยาศาสตร์เข้ากับการอนุรักษ์สมบัติวัฒนธรรม และได้ดำเนินสืบทอดต่อกันมาตราบเท่าทุกวันนี้ โดยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ในด้านการป้องกันรักษาและซ่อมแซมสงวนรักษาศิลปะโบราณวัตถุเหล่านั้นให้คงสภาพเดิมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ทำให้เกิดการชำรุดขึ้นบนวัตถุนั้น ๆ หากมีการชำรุดเกิดขึ้นมาก่อนก็จะต้องแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่แข็งแรง ปลอดภัย ด้วยการเสริมความมั่นคงแข็งแรงจะโดยวิธีการใดก็ตาม แต่จะต้องพยายามรักษาสภาพเดิมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (Dhanit, 1987)

ศึกษาหลักฐานทางประวัติศาสตร์ของ พบว่า กระจกเกรียบ หรือกระจกหุง เป็นกระจกสีชนิดหนึ่งซึ่งทำขึ้นโดยใช้แร่ดีบุกเป็นพื้นรองรับและเคลือบด้วยตัวยาโบราณ เป็นต้นว่า ดินประสิว ปากกล้อง กาก แป้ง เป็นต้น มีเจ้านายชั้นผู้ใหญ่หลายพระองค์ทรงสนพระทัยและได้มีการทำแก้วกันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน ซึ่งปรากฏในหลักฐานที่หอสมุดแห่งชาติว่า ในรัชกาลที่ 4 มีการจัดตั้งหน่วยราชการระดับกรมสำหรับการผลิตแก้วโดยเฉพาะเรียกว่า กรมช่างหุงกระจก โดยมี กรมขุนวรจักรธรานุภาพ ซึ่งเป็นพระราชโอรส ในรัชกาลที่ 2 ทรงเป็นผู้ควบคุมการทำแก้ว และในอดีต ช่างไทยใช้กระจกสีเหล่านี้ประดับ และตกแต่ง

ในงานศิลปกรรมไทย ปรากฏเอกสารรุ่นเก่าสมัยสมเด็จพระบรมไตรโลกนาถ มีพระราชกำหนดกฎมณเฑียรบาลเกี่ยวกับกระจกสี อีกทั้งมีการประดับกระจกติดกับผ้า โบราณเรียกว่า เบื้อ (Pisutti, 1999)

การวิจัยตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี ซึ่งคณะวิจัยได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยใช้แสงซินโครตรอนตรวจสอบด้วยเทคนิคการเรืองแสงในย่างพลังงานรังสีเอ็กซ์ และศึกษาโครงสร้างอะตอมของกระจกตัวอย่าง (Vandana, 2012) จุดมุ่งหมายสูงสุดของงานวิจัยชิ้นนี้ เพื่อจะทำกระจกเกรียบขึ้นมาใหม่ที่มีคุณสมบัติเหมือนของเดิม สำหรับใช้ในการบูรณปฏิสังขรณ์ในอนาคต

กระจกเกรียบ หรือ กระจกจีน (Patcharee, 1980) คือ กระจกสีชนิดหนึ่งที่ดาดบนแผ่นดีบุกและเคลือบผิวด้วยน้ำยาที่ประกอบด้วยตัวยาตำราโบราณเพื่อให้ผิวเป็นมันวาว ส่วนที่เป็นสีต่าง ๆ บนผิวกระจกชนิดนี้ใช้ตัวยาที่ได้จากแร่ต่าง ๆ มีลักษณะเหมือนเคลือบโลหะ (metal ornaments) ที่นิยมทำกันในเอเชียกลางและยุโรป (Nelson, 1984)

ดังนั้น แนวทางการในการบูรณะศิลปวัตถุที่ประดับตกแต่งด้วยกระจกเกรียบ ในงานวิจัยนี้ จึงเน้นการศึกษาสุนทรียศาสตร์และงานช่างประดับกระจกเกรียบ โดยบูรณาการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอีกมิติ เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ จากหลักฐานร่องรอยศิลปกรรมที่มีอยู่ เป็นการบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์และศิลปกรรมศาสตร์ เริ่มต้นด้วยวิเคราะห์องค์ประกอบวัตถุธาตุของกระจกเกรียบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาส่วนประกอบของกระจกเกรียบสำหรับเป็นต้นแบบในการประดิษฐ์ การศึกษาวัสดุศาสตร์ การประดิษฐ์กระจกเกรียบขึ้นมาใหม่เป็นวัสดุทดแทนในการบูรณะโดยใช้กระบวนการผลิตแบบโบราณดั่งเดิม และการนำไปใช้บูรณะอนุรักษ์งานศิลปกรรมประดับกระจกเกรียบจริงในกรณีศึกษา

วิธีการทดลอง

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกระจกเกรียบตัวอย่าง

ศึกษางานช่างการประดับกระจกเกรียบในสถาปัตยกรรม และหาองค์ประกอบทางเคมีของกระจกเกรียบตัวอย่างพระอารามที่สร้างขึ้นร่วมยุคสมัยเดียวกัน โดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ระบบกระจายพลังงาน (Energy Dispersive X- Ray Fluorescence Spectrometer, EDXRF) ที่สามารถตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพได้ในเวลาอันรวดเร็วและตรวจได้คราวละหลาย ๆ ธาตุพร้อมกัน โดยไม่ทำลายหรือทำให้วัตถุสูญเสียสภาพเดิม ใช้ในการตรวจสอบองค์ประกอบธาตุของพื้นผิว ซึ่งสามารถใช้วิเคราะห์วัตถุธาตุในศิลปะวัตถุ เช่น ผิวเคลือบหรือน้ำเคลือบ (Glaze) ของภาชนะดินเผา เศษภาชนะแก้วแบบโปร่งใส ภาชนะแก้วเขียนสี และภาชนะแก้วลายขูดขีด (Wanwisa, 2012) โดยศึกษาตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณ จากวัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร จำนวน 2 ตัวอย่าง และ ตัวกระจกเกรียบโบราณ จากวัดสุทัศนเทพวรารามราชวรมหาวิหาร จำนวน 1 ตัวอย่าง และหาความสัมพันธ์เชิงช่างหุงกระจกเกรียบที่ใช้ประดับในสถาปัตยกรรม สมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น จากองค์ประกอบทางเคมีของกระจกเกรียบ เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกัน ในเชิงประวัติศาสตร์และศิลปกรรม

2. วัสดุศาสตร์และการประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับสูตรหุงกระจกเกรียบ

คิดประดิษฐ์กระจกเกรียบขึ้นมาใหม่ โดยใช้สัดส่วนสารในการผลิตจากกระจกเกรียบโบราณตัวอย่าง และใช้ชนิดแร่ธาตุตามสูตรของตระกูลเต๋จ๊ะยา ประกอบด้วย

- ตะกั่ว (Lead) ร้อยละ 60 - 70 โดยน้ำหนัก
- วัตถุธาตุให้เนื้อแก้ว (สารประกอบซิลิกา) ร้อยละ 30 – 40 โดยน้ำหนัก
- วัตถุธาตุให้สี (แร่ธาตุ รงควัตถุ) ร้อยละ 1 – 10 โดยน้ำหนัก

 doi: 10.14416/j.appsci.2022.02.009

วัตถุธาตุให้สี (แร่ธาตุ รงควัตถุ) เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในกระบวนการหุงยาสี โดยจะใช้ วัตถุธาตุพื้นถิ่น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแร่ธาตุรงควัตถุให้สีตามสูตรกระจกเกรียบของตระกูลเต๋จ๊ะยา

สูตรที่	แร่ธาตุ	แหล่งแร่ธาตุ
1	สินแร่เหล็ก – แมงกานีส ด่างทับทิม (Potassium permanganate)	อำเภอพญาเม็งราย จังหวัดเชียงราย
2	$CoCl_2$ และโลหะสำริด	
3	ผงสีเขียนลายคราม (CoO และ Al_2O_3)	
4	คอปเปอร์ออกไซด์ (CuO) แร่มาลาไคต์ (Malachite) คอปเปอร์คาร์บอเนต ($CuCO_3$)	
5	แร่เหล็กน้ำพี่ แร่เหล็กเมืองลอง	บ่อแร่เหล็ก อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ บ่อเหล็กเมืองลอง อำเภอลอง จังหวัดแพร่
6	แร่ไพไรต์ (Pyrite) และโลหะทองแดง	แหล่งอำเภอเถิน จังหวัดลำปาง
7	เป็นเนื้อแก้วใส ดังนั้นเบ้าหลอมต้องสะอาด ปราศจากไอออนของโลหะที่จะทำให้เกิดสี	

จากสัดส่วนสารในกระบวนการผลิตจากกระจกเกรียบโบราณตัวอย่าง และใช้ชนิดแร่ธาตุตามสูตรของตระกูลเต๋จ๊ะยา พบว่า มีความใกล้เคียงกับกระจกเกรียบแบบโบราณในเรื่องการใช้ส่วนผสม โดยสูตรกระจกเกรียบที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ จะเน้นการใช้แร่ธาตุจากธรรมชาติ โดยมีตะกั่วเป็นองค์ประกอบหลัก และจากตารางแสดงแร่ธาตุรงควัตถุให้สีตามสูตรกระจกเกรียบของตระกูลเต๋จ๊ะยา พบว่า สีในเนื้อแก้วกระจกเกรียบเกิดจากโลหะออกไซด์ในแร่ธาตธาตุรงควัตถุ เช่น โคบอลท์ออกไซด์ให้สีน้ำเงิน เหล็กออกไซด์ให้สีส้ม-แดง และคอปเปอร์ออกไซด์ให้สีเขียว สอดคล้องกับการเจือสารประกอบออกไซด์ของธาตุ transition ในกระบวนการหลอมแก้ว เมื่อได้รับความร้อนเกิดเป็นไอออนโลหะทำให้เกิดสีในแก้ว (Tregouet et al., 2014)

3. ขั้นตอนกระบวนการเตรียมกระจกเกรียบ

ในการผลิตกระจกเกรียบเทคนิควิธีนี้ เป็นการนำวัตถุธาตุตามสูตรไปบด ร่อนด้วยตะแกรงจนเป็นผง แล้วใส่เบ้าหลอม ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 800 - 1,000 องศาเซลเซียส เพื่อให้แร่ธาตุทำปฏิกิริยากับตะกั่ว เป็นเวลา 30 -45 นาที หรือให้ความร้อนจนวัตถุธาตุสารตั้งต้นทำปฏิกิริยาเปลี่ยนไปเป็นเนื้อแก้วใส โดยสมบูรณ์ จากนั้นนำน้ำแก้วเหลวร้อน มาตาดเทลงบนโลหะแผ่นเรียบ แล้วนำไป ที่อุณหภูมิ 300 – 450 องศาเซลเซียส เพื่อให้น้ำแก้วเหลว ไหลได้ดีบนแผ่นโลหะนั้น ใช้แท่งทองเหลืองกด เพื่อกำหนดความหนาบางของแผ่นแก้ว ซึ่งอาจจะใช้ หินหยก หินโมรา (Agate) หรือ หินนาคกระสวย ตัดเป็นแผ่นบางทดแทนแผ่นโลหะ และขั้นตอนสุดท้าย เทตะกั่วบริสุทธิ์ หรือตะกั่วผสม ที่หลอมเหลวทับแผ่นแก้วบาง

4. แนวทางในการบูรณะและอนุรักษ์กระจกเกรียบในงานศิลปกรรมไทย

การวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษางานช่างประดับกระจกเกรียบ เพื่อการบูรณะซ่อมแซมกรอบภาพจำหลักไม้ลายเทศในโครงการอนุรักษ์ภาพพิมพ์หินโบราณและภาพเขียนอย่างตะวันตกพร้อมกรอบลายจำหลักของวัดสุทัศเทพวราราม เพื่อจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์สมเด็จพระสังฆราช (แพ) การบูรณะในครั้งนี้ได้ใช้องค์ความรู้ประวัติศาสตร์ศิลปะ ย้อยรอยเชิงช่างในอดีตสู่การใช้วิทยาศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์ โดยกรอบภาพจำหลักไม้ลายอย่างเทศประดับกระจกเกรียบ เหนือเสาพระวิหารหลวง วัดสุทัศนเทพวรารามราชวรมหาวิหาร ตามโครงการอนุรักษ์ภาพพิมพ์หินโบราณ และภาพเขียนอย่างตะวันตกพร้อมกรอบลายจำหลักไม้ ที่นำมาบูรณปฏิสังขรณ์ในครั้งนี้ เป็นงานจำหลักไม้แกะสลักปิดทองประดับกระจกเกรียบ ลายพรรณพฤกษาดอกพุดตานประกอบกับใบไม้ฝรั่งแบบใบอะแคนตัส จึงเป็นไปได้ว่าเป็นฝีมือของช่างไทยหรือช่างจีน (Sakchai, 2008) ในช่วงรัชกาลที่ 3-4 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ ที่มีรสนิยมอย่างศิลปะแบบพระราชนิยมในรัชกาลที่ 3 โดยกรอบเช่นนี้แตกต่างจากงานประดับกรอบซุ้มหรือกรอบภาพตามแบบแผนประเพณีเดิม ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 กรอบภาพจำหลักไม้แกะสลักปิดทองประดับกระจกเกรียบลายพรรณพฤกษาดอกพุดตานประกอบกับใบไม้ฝรั่งแบบใบอะแคนตัส

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกระจกเกรียบตัวอย่าง

จากการส่งตัวอย่างกระจกเกรียบไปทำการตรวจสอบธาตุองค์ประกอบโดยใช้เทคนิควิเคราะห์ธาตุด้วยการเรืองแสงรังสีเอ็กซ์ แบบ EDS (Energy Dispersive X- Ray Fluorescence Spectrometer, EDXRF) ได้ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณ (สีเหลือง) จากวัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร ดังตารางที่ 2, ตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณ (สีแดง) จากวัดสุทัศนเทพวรารามราชวรมหาวิหาร ดังตารางที่ 3 และตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณ (สีเขียว) ประดับพระพุทธไสยาสน์ วัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการตรวจสอบธาตุองค์ประกอบของกระจกเกรียบโบราณสีเหลือง (Yellow)

ธาตุ / Element	**ร้อยละ / Percent**	**หมายเหตุ / Remark**
Al_2O_3	1.02	
SiO_2	30.48	
K_2O	2.81	การวิเคราะห์สารสถานะของแข็ง
Fe_2O_3	3.26	
CuO	0.10	
PbO_2	62.33	

ตารางที่ 3 ตารางบันทึกผลการตรวจสอบธาตุองค์ประกอบของกระจกเกรียบโบราณสีแดง (Orangy red)

ธาตุ / Element	**ร้อยละ / Percent**	**หมายเหตุ / Remark**
SiO_2	28.12	
K_2O	2.55	
CaO	1.87	
Fe_2O_3	0.53	การวิเคราะห์สารสถานะของแข็ง
CuO	0.35	
ZnO	0.35	
PbO_2	66.23	

ตารางที่ 4 ตารางบันทึกผลการตรวจสอบธาตุองค์ประกอบของกระจกเกรียบโบราณสีเขียว (Green)

ธาตุ / Element	**ร้อยละ / Percent**	**หมายเหตุ / Remark**
SiO_2	27.25	
Al_2O_3	0.66	
CaO	1.00	
Fe_2O_3	1.59	การวิเคราะห์สารสถานะของแข็ง
CuO	1.99	
ZnO	0.58	
PbO_2	66.93	

จากตารางที่ 2 - 4 ตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณ ทั้ง 3 แหล่ง พบว่า เนื้อแก้วของกระจกเกรียบจะมีองค์ประกอบของตะกั่วเป็นหลักร้อยละโดยน้ำหนัก คือ 66.23, 66.23, 66.93 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า กระจกเกรียบ เป็นยาสีโบราณชนิดหนึ่ง หรือ สารจำพวกน้ำเคลือบเซรามิค เพราะมีส่วนประกอบของโลหะอยู่มากกว่าแก้ว ซึ่ง กระจก หรือ แก้ว ทางวิทยาศาสตร์จะมีซิลิกา (SiO_2) เป็นองค์ประกอบหลัก

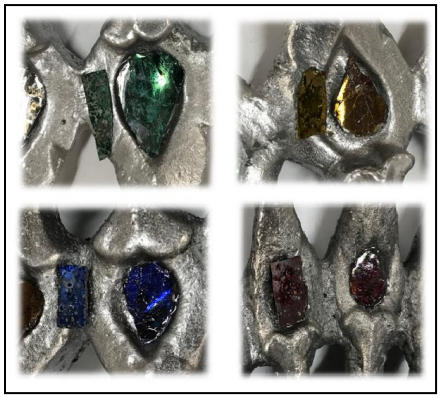
สอดคล้องกับหลักฐานทางประวัติศาสตร์ พบว่า กระจกเกรียบ หรือกระจกหุง เป็นกระจกสีชนิดหนึ่งซึ่งทำขึ้นโดยใช้แร่ดีบุกเป็นพื้นรองรับและเคลือบด้วยตัวยาโบราณ (Pisutti, 1999)

ทั้งนี้ส่วนประกอบวัตถุธาตุของตัวอย่างกระจกเกรียบจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDXRF ยังสอดคล้องกับสูตรการผสมยาสีที่ผู้วิจัยได้รับการถ่ายทอดมา โดยมีตะกั่วเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิตที่มีปริมาณร้อยละ 60 - 70 โดยน้ำหนัก

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากองค์ประกอบวัตถุธาตุด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกระจกเกรียบทั้ง 3 แหล่ง จึงเป็นไปได้ว่า กระจกเกรียบในการประดับฐานพระศรีศากยมุนี ในพระวิหารหลวง กระจกเกรียบจากหอไตรวัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร และกระจกเกรียบประดับพระพุทธไสยาสน์ วัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร เป็นชนิดเดียวกัน ทั้งนี้จากการศึกษายังอนุมานได้ว่า งานช่างประดับกระจกเกรียบยุคสมัยเดียวกัน ในสมัยรัชกาลที่ 3 ทั้งศิลปวัตถุ และสถาปัตยกรรม ในวัดสุทัศนเทพวราราม ราชวรมหาวิหาร ช่างได้ใช้กระจกเกรียบจากแหล่งผลิตเดียวกันในการประดับตกแต่งงานศิลปกรรม

2. ลักษณะสมบัติของกระจกเกรียบที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่

กระจกเกรียบ ตามสูตรเต๋จ๊ะยาที่ประดิษฐ์ขึ้น จะมีลักษณะสมบัติ ด้านสี ที่กลมกลืน ใกล้เคียงกับตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณ จากวัดสุทัศนเทพวราราม ราชวรมหาวิหาร โดยการเปรียบเทียบชิ้นแรก เป็นกระจกเกรียบโบราณ วัดสุทัศนเทพวราราม ราชวรมหาวิหาร และชิ้นหลังเป็นกระจกเกรียบประดิษฐ์ใหม่ ตามสูตรหุงกระจกเกรียบตระกูลเต๋จ๊ะยา (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบสี ตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณ ฐานพระศรีศากยมุนี ในพระวิหารหลวง วัดสุทัศนเทพวราราม ราชวรมหาวิหาร

เมื่อนำไปทดสอบความแข็งตามระบบของโมห์ (Mohr's scale of hardness) เท่ากับ 2 - 5 มีความเปราะสูง สามารถตัดได้โดยใช้เหล็กจาร (แบบโบราณ), เพชรตัดกระจกชนิดเขี้ยวงูหรือเหล็กขีดหัวคาร์ไบด์ และสามารถใช้กรรไกรขนาดเล็ก

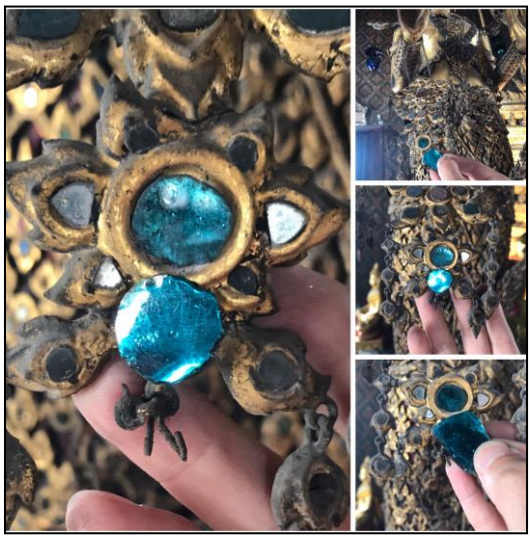
ตัดแต่งขอบเพื่อให้ได้ความโค้ง รูปทรงกลม หรือทรงหยดน้ำได้ดี เพื่อนำไปบูรณะซ่อมแซมกรอบภาพจำหลักไม้ ต่อไป (รูปที่ 3)

รูปที่ 3 การเปรียบเทียบสีกระจกเกรียบที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่กับกระจกเกรียบของเก่ากรอบภาพจำหลักไม้ลายอย่างเทศ

3. การนำกระจกเกรียบที่ประดิษฐ์ขึ้นไปบูรณะงานศิลปกรรมไทย

การฟื้นฟูวัสดุศาสตร์ในครั้งนี้ กระจกเกรียบที่ประดิษฐ์ขึ้นตามสูตรอย่างโบราณที่ได้สืบทอดมาของตระกูลเต๋จ๊ะยา โดยการใช้ประยุกต์ใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ รวมกับองค์ความรู้ทางประวัติศาสตร์เชิงช่าง ทำให้สามารถซ่อมแซมบูรณะกรอบภาพโบราณได้อย่างกลมกลืน ดังรูปที่ 4 และคงคุณค่าทางจิตใจ ด้านวัสดุศาสตร์โดยใช้กระจกเกรียบในการบูรณะที่มีความใกล้เคียงตรงกับของเดิมมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีการนำกระจกเกรียบที่ผลิตขึ้นมาใหม่จากฟื้นฟูวัสดุศาสตร์ในการวิจัยนี้ไปเป็นแนวทางในการบูรณะซ่อมแซมกระจกเกรียบศิลปะวัตถุสำคัญของชาติต่อไป (รูปที่ 5)

รูปที่ 4 การเปรียบเทียบก่อนและหลังการบูรณะอนุรักษ์



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบกระจกเกรียบที่ผลิตขึ้นมาใหม่ กับกระจกเกรียบของเก่าสมัยต้นกรุงรัตนโกสินทร์ เพื่อเป็นแนวทางในการบูรณะและอนุรักษ์

สรุปผลการทดลอง

ศึกษางานกระจกเกรียบในประเทศไทย มีความน่าสนใจและสามารถพัฒนาปรับให้เหมาะสมกับการสร้างงานในปัจจุบันได้ จากการศึกษาตามหลักฐานทางประวัติศาสตร์ งานประดับกระจกในประเทศไทยมีมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย ซึ่งเป็นการใช้กระจกประดับบนลวดลายแกะสลักไม้ตามอาคารและสิ่งของเครื่องใช้ทางศาสนา รวมถึงสิ่งของเครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องกับสถาบันพระมหากษัตริย์ (Suwanporn, 2002) เป็นวัสดุที่มีความสำคัญในงานศิลปกรรมไทยเป็นอย่างมาก ที่หลายหน่วยงานพยายามฟื้นฟู โดยการประยุกต์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ากับการอนุรักษ์ ในการผลิตกระจกเกรียบขึ้นมาใหม่ที่มีคุณสมบัติเหมือนของเดิมสำหรับการบูรณปฏิสังขรณ์งานศิลปกรรมกระจกเกรียบของไทย

การฟื้นฟูวัสดุศาสตร์ในครั้งนี้ กระจกเกรียบที่ประดิษฐ์ขึ้นตามสูตรอย่างโบราณนี้ ได้สืบทอดกระบวนการผลิตแบบโบราณดั่งเดิมมาจากบรรพบุรุษตระกูลเต๋จ๊ะยา โดยการใช้ประยุกต์ใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุสำหรับเป็นต้นแบบในการประดิษฐ์ รวมกับองค์ความรู้ทางประวัติศาสตร์ เพื่อให้คงรูปแบบเดิม ทำให้สามารถซ่อมแซมบูรณะงานศิลปกรรมได้อย่างกลมกลืน และคงคุณค่าทางจิตใจด้านวัสดุศาสตร์ โดยใช้กระจกเกรียบในการบูรณะที่มีความใกล้เคียงตรงกับของเดิมมากที่สุด จึงนับว่าเป็นประโยชน์ ด้านงานบูรณะกระจกเกรียบในศิลปกรรมไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโบราณสถาน โบราณวัตถุสำคัญของชาติ สามารถพัฒนาเป็นวัสดุทดแทนกระจกเกรียบในการบูรณะและอนุรักษ์งานศิลปกรรมกระจกเกรียบที่สร้างร่วมยุคสมัยเดียวกันได้ ทั้งนี้ การศึกษาดังกล่าวยังเป็นกระบวนการใช้ประวัติศาสตร์ศิลปะย้อนรอยแนวความคิด อธิบายความสัมพันธ์จากอดีต มาสร้างสรรค์เพื่อการอนุรักษ์อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต ที่ภาครัฐควรให้การสนับสนุน (Ratchapon, 2020)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์ชัย สายสิงห์ ผู้ให้ความรู้ด้านประวัติศาสตร์ศิลปะ และวางกรอบแนวคิดการบูรณาการข้ามศาสตร์

งานวิจัยชิ้นนี้ดำเนินการจนสำเร็จในขณะที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาประวัติศาสตร์ศิลปะ คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นส่วนหนึ่งในโครงการ “กรุงเทพมหานครศูนย์กลางงานช่างของแผ่นดิน : ศิลปกรรมกับการอนุรักษ์และพัฒนาเพื่อเพิ่มคุณค่ามูลค่ามรดกทางวัฒนธรรมของชาติ” (กลุ่มเมธีวิจัยอาวุโส) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ 2563 จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

Dararutana, P. (1999). *Project of study and experiment on making Kriab mirror of the Royal Household*. Bureau of Royal Household; BRH, Bangkok, Thailand.

Dharmânanda, W. (2012). *Araheaological evidence in Thailand reflecting western Asian’ s trade prior to the eleventh century C.E.* [Unpublished doctoral thesis]. Silpakorn University. (in Thai)

Klaisuban, V. (2012). *Study of Thai cracked glass with synchrotron light*. Synchrotron, Nakhon Ratchasima, Thailand Light Research Institute (Public Organization).

Manichot, S. (2002). *General knowledge in Thai art*. Fine Arts Department, Bangkok, Thailand.

Nelson, G. C. (1984). *Ceramics: A Potter's Handbook*. New York: Holt Rinehart and Winston.

Saising, S. (2008). *Craftsman work in the Phra Nang Klao* (2nd ed.). Bangkok, Thailand, Matichon Publisher.

Sarikaputra, P. (1980). *Ancient Technology*. Silpakorn University Bangkok, Thailand.

Tajaya, R. (2020). *Kriab mirror: cultural innovations based on ancient production for the restoration of Thai art*. National Research Office, Bangkok, Thailand.

Trégouët, H., Caurant, D., Majérus, O., Charpentier, T., Cormier, L., & Pytalev, D. (2014). Spectroscopic investigation and crystallization study of rare earth metaborate glasses. *Procedia Materials Science*, *7*, 131-137.

Yupho, D. (1987). *“Your Majesty the King.” Thai art and culture dissemination document*. Bangkok, Thailand: Fine Arts Department.