

การศึกษาคุณสมบัติเฉพาะของแร่ธาตุในดินด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์
เพื่อประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์

The Study of Soil Mineral Polarized Light Microscope Technique for Forensic Application

ชนัญชิตา วงศ์เขียว¹

พันตำรวจโท ดร.ธิตี มหาเจริญ²

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ^{1,2}

Chanunchida Wongkheaw¹

Pol.Lt.Col.Thiti Mahacharoen²

Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy^{1,2}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสง พร้อมเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสงแบบเฉพาะเจาะจงของผลึกแร่ธาตุแต่ละชนิดในดินที่พบแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย โดยทำการศึกษาดัวย่างแร่ธาตุ จำนวน 10 ชนิด

ผลการวิจัยพบว่าแร่ธาตุ ทั้ง 10 ชนิดที่พบในดิน มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ สี ความโปร่งใส ลักษณะผลึก และลักษณะอื่นๆ ที่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ ยังพบว่าคุณสมบัติทางแสงของแร่ธาตุแต่ละชนิด แสดงค่า Refractive Index, Becke Line, Relief, Pleochroism และ Interference Color ที่แตกต่างกันอีกด้วย ซึ่งสามารถแยกชนิดแร่ได้ในเบื้องต้น ด้วยเทคนิคทางกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ เทคนิคดังกล่าวสามารถนำมาจำแนกและระบุชนิดแร่ธาตุได้อย่างเป็นเอกลักษณ์ มีความเฉพาะเจาะจง ดังนั้น แร่ธาตุในดินที่พบจากผู้เสียหาย หรือผู้ต้องสงสัย สามารถนำมาตรวจพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคทางกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่เกิดเหตุและผู้กระทำความผิด เทคนิคนี้สามารถนำมาตรวจวัตถุพยานได้เบื้องต้น มีความน่าเชื่อถือ และนำมาซึ่งข้อมูลที่สามารถค้นหาตัวผู้กระทำความผิดได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ : แร่ธาตุในดิน, สัณฐานวิทยา, คุณสมบัติทางแสง, กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์

Abstract

This research aims to study the morphology, optical properties and specifically compare these characteristics of minerals in soil collected in Thailand. Ten minerals samples were included in this study.

The results of this study showed that ten soil minerals can be classified and specified by morphological characteristics including color, transparency, and crystallinity and be tested by optical properties including refractive index, Becke line, relief, pleochroism and interference colors. In this study, optical properties were preliminary obtained by using a polarized light microscope (PLM). Therefore, soil minerals founded from victims or suspicious offenders can be considered important forensic evidence. Moreover, these minerals can be used for linking the relationship between a crime scene and an offender. This technique can also be used for preliminarily investigating an evidence with reliability. This information can tentatively identify an offender.

Keywords: Mineral, Morphology, Optical properties, Polarized Light Microscope.

บทนำ

ปัจจุบันเป็นยุคโลกาภิวัตน์ ซึ่งเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้ก่ออาชญากรรมมีการกระทำความผิดมากขึ้นและซับซ้อนกว่าในอดีต ทั้งนี้จะเห็นได้จากการนำเสนอข่าว การทำร้ายร่างกายหรือการฆ่าหั่นศพเกิดขึ้นบ่อยครั้ง และมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ทั้งยังมีการฆ่าอำพรางศพ หรือการเคลื่อนย้ายศพจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ สถิติการรับแจ้งและจับกุมกลุ่มคดีอุกฉกรรจ์และสะเทือนขวัญจากการฆ่าผู้อื่นโดยเจตนาใน ปี 2558 มีมากถึง 2,228 คดี และยังเป็นคดีอาชญากรรมอันดับหนึ่งของคดีอื่นๆ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2558) เช่น เมื่อปี 2560 มีคดีฆ่าหั่นศพน้องแอมเป็น 2 ท่อน และนำศพไปฝังดินในพื้นที่ บ้านโนนสง่า ตำบลคำม่วง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น หรือย้อนเหตุการณ์กลับไปเมื่อปี 2555 เหตุการณ์การจับกุมหมอสุพัฒน์ ข้อหาค้ำมนุษย์และฆ่าแรงงานพม่าฝังดินไว้ในพื้นที่ ตำบลกลัดหลวง อำเภอยางาย จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งจากกรณีดังกล่าวล้วนเป็นคดีที่สะเทือนขวัญ ดังนั้น การสืบสวน สอบสวน รวบรวมพยานหลักฐาน ตลอดจนการนำตัวผู้กระทำความผิดมาลงโทษเป็นเรื่องที่ยากยิ่ง จึงจำเป็นต้องนำหลักวิทยาศาสตร์มาใช้หาข้อเท็จจริงในการพิสูจน์หลักฐาน เพื่อนำมาซึ่งข้อมูลที่สามารถระบุตัวตนของผู้กระทำความผิด

ได้อย่างถูกต้อง การตรวจพิสูจน์หลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์นั้น มีวิธีและหลักการต่างๆ ในการตรวจที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับสถานการณ์หรือพยานหลักฐาน ดังนั้น สถานที่เกิดเหตุจึงเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการสืบสวน สอบสวนเพื่อให้ได้พยานหลักฐานที่จะนำไปพิสูจน์ว่ามีเหตุเกิดขึ้นจริง และใครเป็นผู้กระทำ (พัชรา สินลอยมา, 2560) หรือบริเวณอื่นที่เกี่ยวข้องล้วนแต่เป็นบริเวณที่สำคัญที่ใช้ในการค้นหาหรือติดตามตัวผู้กระทำความผิด ทำให้เกิดการเชื่อมโยงของคดีนั้นๆ เช่น บริเวณที่พบวัตถุพยานหรือบริเวณที่ผู้กระทำความผิดหลบซ่อน รวมถึงบริเวณที่ศพถูกนำไปทิ้ง ในสถานที่เกิดเหตุจะพบร่องรอยหลักฐานที่สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคล วัตถุ สิ่งของ และสถานที่เกิดเหตุซึ่งนำไปสู่ผู้กระทำความผิด

การตรวจสถานที่เกิดเหตุ การตรวจลายนิ้วมือ การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ การตรวจทางชีววิทยา การตรวจวัตถุพยานประเภทเส้นใย หรือแม้กระทั่งการตรวจวัตถุพยานประเภทแร่ธรรมชาติที่ผสมอยู่ในดิน ก็ไม่ควรมองข้าม เนื่องจากแร่ธาตุมีลักษณะพื้นฐานทางวิทยาและคุณสมบัติอื่นๆ ที่จำเพาะเจาะจงเป็นเอกลักษณ์ในแร่ธาตุแต่ละชนิด ทั้งยังสามารถถ่ายทอดจากที่หนึ่งไปยังที่หนึ่งได้ง่าย เช่น กรณีที่มีการฆ่าฝังดิน ฆ่าอำพรางศพ การเคลื่อนย้ายศพ จากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง ทำให้ดินหรือวัตถุพยานนั้นติดไปกับเสื้อผ้า รองเท้าของผู้ต้องสงสัย ตลอดจนติดไปกับผู้เสียหายหรือผู้เสียชีวิต แม้เพียงวัตถุนั้นจะมีขนาดเล็กมาก ก็ยังสามารถนำไปตรวจพิสูจน์เบื้องต้นด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์ที่มีความน่าเชื่อถือ (N.Petraco, 2008) การศึกษาลักษณะพื้นฐานทางวิทยาและคุณสมบัติทางแสงของแร่ธาตุมีประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ในการนำมาซึ่งผลการตรวจพิสูจน์หลักฐานเบื้องต้น เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่เกิดเหตุและผู้กระทำความผิด หรือพบส่วนเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทางใดทางหนึ่งช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งนั่นเอง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ในการศึกษาลักษณะทางกายภาพ โครงสร้าง หรือคุณสมบัติของแสง ของแร่ธาตุให้ละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อแยกประเภท และเปรียบเทียบแร่ธาตุแต่ละชนิด โดยใช้เทคนิคกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจพิสูจน์เปรียบเทียบแร่ธาตุที่พบในสถานที่เกิดเหตุ กับผู้ต้องสงสัยหรือผู้เสียหาย เพื่อค้นหาและยืนยันตัวผู้กระทำความผิดหรือผู้เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้นได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานทางวิทยาและคุณสมบัติทางแสงแบบเฉพาะเจาะจงของผลึกแร่ธาตุในดิน
2. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะพื้นฐานทางวิทยาและคุณสมบัติทางแสงแบบเฉพาะเจาะจงของผลึกแร่ธาตุแต่ละชนิดในดิน

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้ เป็นการศึกษาการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ (Polarized Light Microscope ; PLM) เพื่อจำแนกลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสง พร้อมเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสงแบบเฉพาะเจาะจงของผลึกแร่ธาตุแต่ละชนิดในดิน จำนวน 10 ชนิด

1. วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างแร่ธาตุในดินที่พบในประเทศไทย ซึ่งเป็นแร่สามัญที่พบในประเทศไทย พบเป็นส่วนใหญ่หรือหาไม่ยาก แร่บางชนิดยังเป็นแร่ที่สำคัญต่อเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม และเป็นแร่ที่พบมากในบริเวณพื้นที่นั้นๆ จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ (1) อะลาบาสเทอร์ (Alabaster) จากอำเภอนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ (2) แบไรต์ (Barite) จากอำเภอลอง จังหวัดแพร่ (3) คาร์นัลไลต์ (Carnallite) จากอำเภอบำเหน็จณรงค์ จังหวัดชัยภูมิ (4) แคสสิเทอไรต์ (Cassiterite) จากอำเภอลือชัย จังหวัดนราธิวาส (5) ดิกไคต์ (Dickite) จากอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครราชสีมา (6) ฟลูออไรต์ (Fluorite) จากอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา (7) โกเมน (Garnet) จากอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก (8) เฮมิมอร์ไฟท์ (Hemimorphite) จากอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก (9) แมกนีไทต์ (Magnetite) จากอำเภอเมือง จังหวัดเลย และ (10) เซเลไนต์ (Selenite) จากอำเภอดงเจริญ จังหวัดพิจิตร

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

Immersion Liquid Oil Type A มีค่า Refractive Index (n_D) = 1.5105 ± 0.002 (น้ำมันชนิด เอ ใช้สำหรับเลนส์ใกล้วัตถุที่มีค่าดัชนีหักเหแสงของวัตถุตัวอย่างกับดัชนีหักเหแสงของตัวกลางที่มีวัตถุนั้นอยู่)

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ (Polarized Light Microscope; PLM) ยี่ห้อ Leica รุ่น DM750P

กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ หรือ กล้องจุลทรรศน์แสงสัณฐานเดียว หมายถึง กล้องจุลทรรศน์เคลื่อนตามขวาง คือ เคลื่อนที่มีระนาบการสั่นในระนาบใดระนาบหนึ่ง เพียงระนาบเดียว มักใช้สำหรับตัวอย่างที่มีคุณสมบัติเป็น Birefringent หรือมีการหักเหของแสงได้มากกว่าสองทิศทางขึ้นไป (Anisotropic) กล้องชนิดนี้มีความไวสูง สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ทั้งด้านคุณภาพและด้านปริมาณ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของแร่ธาตุในดิน

- (1) เขียนชื่อตัวอย่างแร่ที่เก็บได้จากธรรมชาติ จำนวน 10 ชนิด
- (2) สังเกตลักษณะของแร่ด้วยตาเปล่าและภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ได้แก่ สี ความโปร่งใส รูปร่าง ลักษณะผลึก และลักษณะอื่นๆ พร้อมทำการจดบันทึก

2.2 ศึกษาคุณสมบัติทางแสงของแร่ธาตุในดิน

- (1) นำตัวอย่างแร่แต่ละชนิดมาบดในโกร่งบดให้ละเอียด จากนั้นนำมาวางบนสไลด์ พร้อมเขียนชื่อแร่ธาตุแต่ละชนิด
- (2) ทำการหยด Immersion Liquid Oil (Type A $n_D = 1.5105 \pm 0.002$) ลงบนตัวอย่าง
- (3) นำตัวอย่างแต่ละชนิดที่เตรียมไว้ มาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ยี่ห้อ Leica รุ่น DM750P โดยทำการส่องภายใต้ลำแสงที่มีการสั่นของแสงระนาบเดียว (Plane-polarized) และส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์ภายใต้ภาพพื้นหลังสีดำ (Crossed-polarized) เพื่อทำการศึกษาค่า Refractive Index, Becke Line, Relief, Pleochroism และ Interference Color (China E. Shieh, 2013) จากนั้นทำการบันทึกผล

ผลการวิจัย

ในการศึกษาเรื่อง การศึกษาคุณสมบัติเฉพาะแร่ธาตุในดินด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์เพื่อประยุกต์ใช้ในงานนิติวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์แร่ธาตุธรรมชาติ จำนวน 10 ชนิด โดยใช้เทคนิคกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ จำแนกคุณลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสงของผลึกแร่ธาตุในดินแต่ละชนิด โดย

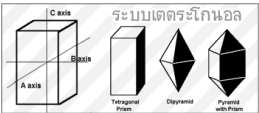
- (1) Refractive Index คือค่าความเร็วของแสงที่ผ่านวัตถุตัวกลาง เทียบกับค่าความเร็วแสงของตัวกลางที่มีวัตถุผู้นั้นอยู่
- (2) Becke Line เส้นขอบสว่าง ซึ่งเกิดจากการหักเหหรือเลี้ยวเบนของแสง ทำให้เกิดเส้นขอบของภาพ เมื่อเพิ่มระยะห่างระหว่างเลนส์ใกล้วัตถุกับตัวกลาง จะพบการเคลื่อนที่เข้า-ออก ของเส้นขอบนั้น
- (3) Interference Colors คือ คุณสมบัติทางแสงของวัตถุ แสงเมื่อผ่านเข้าไปในผลึกของวัตถุนั้น จะเกิดการกระจายออกเป็นหลายสีที่แตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากโครงสร้างของผลึกนั้นๆ โดยจะเห็นเมื่อส่องเกตตัวอย่างขณะที่ส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์บนภาพพื้นหลังสีดำ

จากการศึกษาตัวอย่างแร่ธาตุ จำนวน 10 ชนิด ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

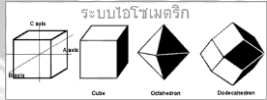
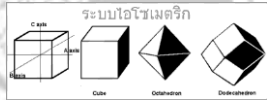
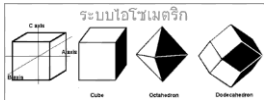
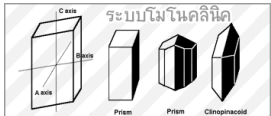
1. ผลการศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของแร่ธาตุในดิน

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางพื้นฐานวิทยาของตัวอย่างแร่ธาตุแต่ละชนิด พบว่าลักษณะพื้นฐานวิทยา ได้แก่ สี ความโปร่งใส ลักษณะของผลึก และคุณลักษณะอื่นๆ มีความแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของแร่ธาตุในดิน

ชนิดแร่ (Mineral)	สี (Color)	ความโปร่งใส (Transparency)	ลักษณะผลึก (Crystal Forms)	ลักษณะอื่นๆ (Other Notes)
อะลาบาสเตอร์ (Alabaster)	 สีขาว สีเทา	โปร่งแสง	ผลึกระบบโมโนคลินิก (Monoclinic System) 	มีความวาว เนื้อแร่ เกาะติดแน่น
แบไรต์ (Barite)	 สีขาวขุ่น สีน้ำตาล	โปร่งแสง	ผลึกระบบออร์โธโรมบิก (Orthorhombic System) 	มีความวาว ผลึกเกิดรวม เป็นกลุ่มคล้ายดอก กุหลาบ
คาร์นัลไลต์ (Carnallite)	 สีอิฐ	โปร่งใส ถึงโปร่งแสง	ผลึกระบบออร์โธโรมบิก (Orthorhombic System) 	มีความวาว เป็นมัน คล้ายกับ น้ำมันเคลือบอยู่
แคสซิเทอไรต์ (Cassiterite)	 สีน้ำตาล- ดำ	ทึบแสง	ผลึกระบบเตตระโกนอล (Tetragonal System) 	มีความวาว

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของแร่ธาตุในดิน (ต่อ)

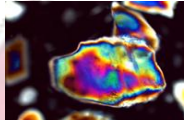
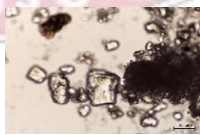
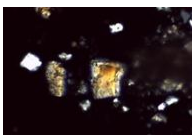
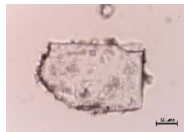
ชนิดแร่ (Mineral)	สี (Color)	ความโปร่งใส (Transparency)	ลักษณะผลึก (Crystal Forms)	ลักษณะอื่นๆ (Other Notes)
ดิกไคต์(Dickite) 	สีเทา สีน้ำตาล	โปร่งใส	ผลึกระบบโมโนคลินิก (Monoclinic System) 	มีความวาว เนื้อละเอียด ลักษณะคล้าย แป้งผง
ฟลูออไรต์ (Fluorite) 	สีขาว สีน้ำตาล	โปร่งใสถึง กึ่งโปร่งแสง	ผลึกระบบไอโซเมตริก (Isometric System) 	มีความวาวลักษณะ คล้ายน้ำตาลทราย
โกเมน (Garnet) 	สีน้ำตาล -แดง	โปร่งใสถึง กึ่งโปร่งแสง	ผลึกระบบไอโซเมตริก (Isometric System) 	เม็ดกลม คล้ายเม็ดทราย มีความวาว
เฮมิมอร์ไฟท์ (Hemimorphite) 	น้ำตาล	โปร่งใส ถึงโปร่งแสง	ผลึกระบบออร์โธโรมบิก (Orthorhombic System) 	เนื้อร่วน รอยแตกขรุขระ มีความวาว
แมกนีไทท์ (Magnetite) 	สีดำ- น้ำตาล	ทึบแสง	ผลึกระบบไอโซเมตริก (Isometric System) 	เนื้อแน่นมีความ ละเอียดมาก
เซเลไนต์ (Selenite) 	ใส	โปร่งใส	ผลึกระบบโมโนคลินิก (Monoclinic System) 	เนื้อแร่เป็นแผ่นบาง มีความมันวาวคล้าย แก้ว

2. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางแสงของตัวอย่างแร่ธาตุในดิน

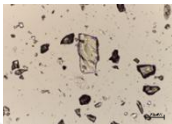
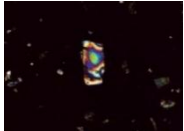
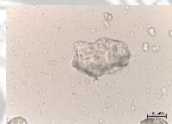
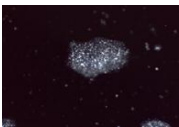
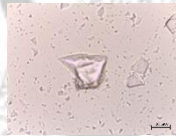
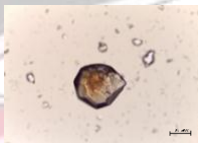
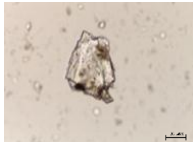
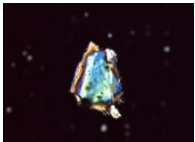
เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางแสงของตัวอย่างแร่ธาตุแต่ละชนิดที่พบในดิน โดยทำการส่องภายใต้ลำแสงที่มีการสั่นของแสงระนาบเดียว (Plane-polarized) โดยเปรียบเทียบค่าดัชนีหักเหแสงของผลึกแร่ธาตุเทียบกับดัชนีหักเหแสงของตัวกลาง (Refractive Index of Immersion Liquid) ที่เป็นของเหลว โดยมีค่าดัชนีหักเหแสงเท่ากับ 1.5105 ± 0.002 จากนั้นศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของเส้นขอบสว่าง (Becke Line Movement), ค่าความแตกต่างของค่าดัชนีหักเหแสงของวัตถุตัวอย่างและตัวกลาง (Relief), ลักษณะสีที่ปรากฏขณะที่ทำการหมุน Stage 90 องศา และ 180 องศา (Pleochroism) และศึกษาความแตกต่างของสีที่เกิดขึ้น จากโครงสร้างของผลึกแร่แต่ละชนิด (Interference Colors) โดยการส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์ภายใต้ภาพพื้นหลังสีดำ (Crossed-polarized)

ผลการศึกษา พบว่า คุณสมบัติทางแสงเหล่านี้ แสดงค่าที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ แร่ธาตุบางชนิดอาจจะมีคุณสมบัติแสงที่คล้ายคลึงกัน (China E. Shieh, 2013) ดังตารางที่ 2

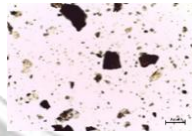
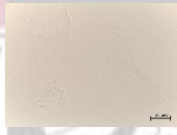
ตารางที่ 2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางแสงของตัวอย่างแร่ธาตุในดิน

แร่ธาตุ	ค่าดัชนีหักเห (Refractive Index)	Becke Line Movement	Relief	Plane Polarized Light	Pleochroism	Crossed - polar Interference Color
อะลาบาสเตอร์ (Alabaster)	>1.5105	In	High		ไม่ปรากฏ	 สีน้ำเงิน, ม่วง, เหลือง, ฟ้ำและเขียว
แบไรต์ (Barite)	>1.5105	In	High		ไม่ปรากฏ	 สีเหลืองทอง และขาว
คาร์เนลไลต์ (Carnallite)	<1.5105	Out	High		ไม่ปรากฏ	 สีขา

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางแสงของตัวอย่างแร่ธาตุในดิน (ต่อ)

แร่ธาตุ	ค่าดัชนีหักเห (Refractive Index)	Becke Line Movement	Relief	Plane Polarized Light	Pleochroism	Crossed - polar Interference Color
แคสสิเทอไรต์ (Cassiterite)	>1.5105	In	High		ไม่ ปรากฏ	 สีน้ำเงิน, ม่วง, เหลือง, ฟ้า และ เขียว
ดิกไคต์ (Dickite)	>1.5105	In	High		ไม่ ปรากฏ	 สีขา
ฟลูออไรต์ (Fluorite)	<1.5105	Out	High		ไม่ ปรากฏ	 Isotropic
โกเมน (Garnet)	>1.5105	In	High		ไม่ ปรากฏ	 Isotropic
เฮมิมอร์ไฟท์ (Hemimorphite)	>1.5105	In	High		ไม่ ปรากฏ	 สีม่วง, น้ำเงิน, ฟ้า และขาว

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางแสงของตัวอย่างแร่ธาตุในดิน (ต่อ)

แร่ธาตุ	ค่าดัชนีหักเห (Refractive Index)	Becke Line Movement	Relief	Plane Polarized Light	Pleochroism	Crossed - polar Interference Color
แมกนีไทต์ (Magnetite)	>1.5105	In	Low		ไม่ ปรากฏ	 Isotropic
เซเลไนต์ (Selenite)	>1.5105	In	Low		ไม่ ปรากฏ	 สีขาว และสีเทา

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสงพร้อมเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสงแบบเฉพาะเจาะจงของผลึกแร่ธาตุแต่ละชนิดในดิน โดยใช้เทคนิคกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่เกิดเหตุและผู้กระทำความผิด นำมาซึ่งการค้นหาและยืนยันตัวผู้กระทำความผิด หรือผู้เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้นได้ แม้ว่าวัตถุชิ้นจะมีขนาดเล็กมาก ยังสามารถนำไปตรวจพิสูจน์ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ได้ เกิดภาพที่คมชัด และมีความละเอียดมาก โดยเทคนิคนี้เป็นวิธีการวิเคราะห์เบื้องต้นที่มีความจำเพาะและง่ายต่อการตรวจวิเคราะห์ มีความน่าเชื่อถือ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ได้ (N.Petraco, 2008) ผู้วิจัยจึงขอสรุปภาพรวมของงานวิจัย พร้อมข้อเสนอทางวิชาการและข้อเสนอแนะทางปฏิบัติ ดังนี้

จากผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสงของแร่ธาตุแต่ละชนิด ด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ (Polarized Light Microscope; PLM) จะแสดงค่า Refractive Index, Becke Line, Relief, Pleochroism ของแร่ธาตุ มีความแตกต่างกันในแร่ธาตุแต่ละชนิด และเมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ โดยการส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์ภายใต้ภาพพื้นหลังสีดำ (Crossed-polarized)

พบว่า ลักษณะของตัวอย่างแร่ธาตุแต่ละชนิดมีสีที่ปรากฏ (Interference Color) แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแยกชนิดแร่ได้ในเบื้องต้น (China E. Shieh, 2013) ดังตารางที่ 2

ตัวอย่างแร่ธาตุทั้ง 10 ชนิด เมื่อส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์บนภาพพื้นหลังสีดำ (Cross-polarized) จะปรากฏสีของผลึกแร่ธาตุชนิดนั้นๆ ขึ้น พบว่ามีตัวอย่างแร่ธาตุ จำนวน 7 ชนิด ที่มีค่าดัชนีการหักเหแสงมากกว่า 1 ค่า ที่มีความแตกต่างของ Interference Color และพบลักษณะของการเคลื่อนที่ของเส้นขอบสว่าง (Becke line) ที่ชัดเจน ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะพบในผลึกที่เรียกว่า Anisotropic ได้แก่ อะลาบาสเทอร์ (Alabaster), แบไรต์ (Barite), คาร์นัลไลต์ (Carnallite), แคสสิเทอไรต์ (Cassiterite), ดิกไคต์ (Dickite), เฮมิมอร์ไฟท์ (Hemimorphite) และ เซเลไนต์ (Selenite) ในขณะที่ผลึกที่เป็น Isotropic จะไม่ปรากฏสีของผลึก (Interference Color) และไม่พบลักษณะของการเคลื่อนที่ของเส้นขอบสว่าง (Becke line) พบได้ในจำนวนตัวอย่าง 3 ชนิด ได้แก่ ฟลูออไรต์ (Fluorite), โกเมน (Garnet) และ แมกนีไทต์ (Magnetite) ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้จะมีค่าดัชนีหักเหแสงเพียงค่าเดียว และแสงโพลาไรซ์จะไม่ส่องผ่านวัตถุประเภทนี้จึงไม่มีค่า Birefringence ดังนั้นสามารถแบ่งแยกชนิดแร่ธาตุอย่างง่าย ๆ ได้โดยใช้การ Cross-polarized ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ China E. Shieh (2013) การสังเกตสีที่ปรากฏขึ้นบนแร่ธาตุ (Interference Color) จะสามารถแยกชนิดของตัวอย่างแร่ธาตุที่ใช้ทดสอบ การสังเกตสีที่ปรากฏขึ้นบนแร่ธาตุด้วยการทดสอบนี้จะใช้ยืนยันหรือจำแนกชนิดของแร่ธาตุได้ในเบื้องต้น ทั้งนี้ แร่ธาตุบางชนิดอาจจะมีคุณสมบัติทางแสงที่คล้ายคลึงกัน (China E. Shieh, 2013)

จากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาการสำรวจแร่ธาตุในโลก พบว่ามีมากกว่า 3,000 ชนิด แต่มีเพียงประมาณ 500 ชนิด ซึ่งเป็นแร่สามัญที่พบในประเทศไทยได้เป็นส่วนใหญ่ หรือหาไม่ยาก และยังเป็นแร่ที่มีคุณค่าสำคัญทางเศรษฐกิจ ตลอดจนเป็นแร่ที่กระจายหรือพบอยู่บริเวณพื้นที่ที่แตกต่างกันไป (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) แร่ธาตุนั้นมีขนาดเล็ก สามารถถ่ายทอดจากที่หนึ่งไปยังที่หนึ่งได้ง่าย เช่น กรณีสที่มีการขุดฝังดิน ขุดอำพรางศพ หรือการเคลื่อนย้ายศพ จากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง ทำให้ดิน แร่ธาตุ หรือวัตถุพยานนั้นติดไปกับเสื้อผ้า รองเท้าของผู้ต้องสงสัย ตลอดจนติดไปกับผู้เสียหายหรือผู้เสียชีวิต ถ้าพบหลักฐานในที่เกิดเหตุเป็นแร่ธาตุชนิดใดก็ตาม แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ โดยทำการเปรียบเทียบตัวอย่างในที่เกิดเหตุกับตัวอย่างของผู้ต้องสงสัย หรือผู้เสียหาย หรือพบลักษณะแร่ที่คล้ายกับตัวอย่างที่ทำการศึกษาก็จะสามารถบ่งบอกเบื้องต้นได้ว่า อาจจะเป็นบุคคลคนเดียวกัน สถานที่เดียวกัน หรือไม่พบผู้กระทำความผิด ดังนั้น การตรวจพิสูจน์แร่ธาตุ

ในดินสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่เกิดเหตุ และตัวผู้กระทำความผิด หรือพบส่วนเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทางใดทางหนึ่ง ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งนั่นเอง

เทคนิคกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์มีประโยชน์ในการตรวจดูคุณลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางแสงของวัตถุพยานที่มีขนาดเล็ก และให้ความละเอียดสูง เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ร่องรอยลักษณะพยานหลักฐาน ทั้งยังทำให้ได้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำและประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ด้านการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ สารเคมีที่ใช้ คือ Immersion Liquid Oil Type A ซึ่งมีค่า Refractive Index (n_D) = 1.5105 ± 0.002 เพียงค่าเดียว ทำให้ยังความแตกต่างของแร่ธาตุแต่ละชนิดยังไม่ชัดเจนมากนัก ดังนั้นควรเพิ่มจำนวน Immersion Liquid ที่มีค่า Refractive Index แตกต่างกันไปหลายๆ ค่า จะช่วยให้ผลการทดสอบมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาจำนวนชนิดของแร่ธาตุให้มีความหลากหลายมากขึ้น หรือศึกษาเพิ่มเติมทั้งคุณลักษณะทางกายภาพ ลักษณะอื่นๆ และคุณสมบัติทางแสงของแร่ธาตุให้ละเอียดยิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกรวบรวมเพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูลในอนาคต ที่สามารถช่วยในการระบุชนิดแร่ธาตุในดิน เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่เกิดเหตุและผู้กระทำความผิด และสามารถประยุกต์ใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี.(2559). **ความรู้ทั่วไปด้านแร่**. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก

http://www.dmr.go.th/main.php?filename=mineral_new.

เฉลิมขวัญ แจ่มโพธิ์. (2530). **“ทรัพยากรดินในประเทศไทย.”** เอกสารวิชาการฉบับที่ 82. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พัชรา สินลอยมา. (2560). **เอกสารประกอบการบรรยาย หัวข้อการแก้ไขปัญหาอาชญากรรมด้วยนิติวิทยาศาสตร์**. วิทยาลัยกิจการยุติธรรม. สำนักกิจการยุติธรรม.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2558). คดีอาญาที่สำคัญ. สถิติการรับแจ้งและจับกุมกลุ่มคดีอุกฉกรรจ์ และสะเทือนขวัญ จำแนกตามประเภทคดีที่รับแจ้ง พ.ศ. 2549 – 2558. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2560. เข้าถึงได้จาก <http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries13.html>.

Shieh C.E. and Chen Y.F. (2013). The Application of Polarized Light Microscopy to Identify Minerals–A Preliminary Study of Forensic Geology. **Forensic Science Journal**. 12(1): 15-30

Petraco.N , Kubic T. and Nicholas D.K. (2008). Case report Case studies in forensic soil examinations. **Forensic Science International**. 178: e23–e27.

ผู้เขียน

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล

หน่วยงาน/สังกัด

ที่อยู่ของหน่วยงาน/สังกัด

E-mail:

นางสาวชนัญชิตา วงศ์เขียว

นักศึกษา หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

เลขที่ 90 อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110

Chanunchida_cn@hotmail.com

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล

หน่วยงาน/สังกัด

ที่อยู่ของหน่วยงาน/สังกัด

E-mail:

พันตำรวจโท ดร.ธิติ มหาเจริญ

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

เลขที่ 90 อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110

m_thiti@yahoo.com