สีสำหรับย้อมผ้า

มัณฑนา พงษ์ไทยพัฒน์

การใช้สีย้อมเส้นใยนั้นเป็นที่รู้จักกันมานานแต่โบราณกาล เดิมใช้สีจากธรรมชาติ เช่น สีจากแร่ธาตุหรือโลหะที่มีสีและสีจากส่วนต่าง ๆ ของพืชที่นำมาใช้ย่อมเป็นสีที่สกัดได้จาก ยาง เปลือก ราก ดอก ผล และส่วนอื่น ๆ เมื่อปี พ.ศ. 2399 นายดับบลิว เอช เปอร์คิน (W.H.Perkin) นักเคมีชาวอังกฤษค้นพบวิธีสังเคราะห์สีสำหรับย้อมไหม ในเวลาต่อมามีการค้นพบสีชนิดต่าง ๆ อีกมากมาย จากการสังเคราะห์สีโดยมีสารตั้งต้นเป็นผลิตภัณฑ์พวกโคลทาร์ (coal-tar) และสารอื่น ๆ สีที่สังเคราะห์ได้มีหลายประเภทหลายชนิด ผู้ใช้สีย้อมจะมีวิธีการย้อมแตกต่างกันออกไปตามชนิดและประเภทของสี

สีสำหรับย้อมนั้นส่วนใหญ่จะใช้ในการย้อมพวกเส้นใยต่าง ๆ ทั้งเส้นใยที่มาจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ใยฝ้าย ปอ ป่านศรนารายณ์ ป่านรานี ใยสับปะรด เยื่อกระดาษ ใยไหม ขนสัตว์ ฯลฯ ส่วนเส้นใยสังเคราะห์ก็ได้แก่ ไนลอน (nylon) เรยอง (rayon) ออร์ลอน (orlon) เทอรีลีน (terylene) ฯลฯ

สีย้อมจัดแบ่งออกได้หลายกลุ่ม ดังจะขอแบ่งกลุ่มสีออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามคุณสมบัติในการย้อม สภาวะในการย้อมและการใช้งาน กล่าวได้ว่า แบ่งตาม dying class โดยคำนึงถึงเส้นใยที่ย้อมสีว่าเป็นเส้นใยชนิดเซลลูโลส โปรตีน หรือใยสังเคราะห์ และหลังจากย้อมสีแล้ว สีย้อมนั้น ๆ มีความทนทานระดับใดต่อแสงแดด เหงื่อ-ไคล การซักฟอก การขัดสี การรีด ความเป็นกรดหรือด่าง โซดา คลอรีนหรือเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะระบุเป็นระดับต่าง ๆ คือ ดีเยี่ยม ดี ปานกลาง เลว ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกสีใช้ได้ตามต้องการและถูกวัตถุประสงค์ของงาน สีย้อมประเภทนี้แบ่งออกได้ 11 ชนิดด้วยกัน ดังต่อไปนี้

1. **สีย้อมด่าง (basic dyestuff)** เป็นเกลือของสารอินทรีย์ที่เป็นด่าง (organic base) ละลายในน้ำได้ดี ใช้ย้อมเส้นใยที่มาจากสัตว์ติดได้โดยตรง ส่วนเส้นใยเซลลูโลสย้อมติดได้เล็กน้อยหรือเกือบไม่ติดเลย ยกเว้นพวกปอกระเจา สีชนิดนี้มีกลุ่ม chromophore ที่มีพฤติกรรมการให้สีขึ้นอยู่กับปฏิกริยาริดิวซ์และออกซิไดส์ ที่ให้แคทไอออนแตกตัวเป็นไอออนบวก บางครั้งจึงเรียกว่าสีแคทไอออนด้วย ถ้าจะใช้สีย้อมเส้นใยเซลลูโลส ต้องย้อมเส้นใยด้วยสารประกอบที่สามารถก่อตัวเป็นรูปสารที่ไม่ละลายน้ำกับตัวสีก่อน เพื่อทำหน้าที่เป็นเสมือนสะพานเชื่อมระหว่างตัวสีกับเส้นใย (binding agent) สารประกอบนี้เรียกว่าสารช่วยติดสี (mordant) ได้แก่ tannin, turkey red oil ฯลฯ สีกลุ่มนี้ให้สีสดใส ทนทานต่อแสงแดดและการซักล้างค่อนข้างต่ำ แต่มีราคาถูกที่สุดในบรรดาสีทั้งหลาย นับเป็นสีสังเคราะห์ชนิดแรกที่ได้จากโคลทาร์ สีชนิดนี้มี อะมิโน ($-NH_2$) อยู่ในอณู จึงมีคุณสมบัติเป็นด่าง ตัวอย่างสี ได้แก่ methylene blue, rhodulin blue, crystal violet ฯลฯ

2. **สีย้อมกรด (acid dyestuff)** คือสีที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ แตกตัวเป็นไอออนลบ จึงอาจเรียกว่าสีแอนไอออน ส่วนใหญ่เป็นเกลือของกรดซัลฟุริก ใช้ย้อมเส้นใยจากพวกสัตว์ได้ดี โดยเฉพาะ เส้นใยไหม ขนสัตว์ แต่ก็สามารถใช้ย้อมเส้นใยพืชที่ไม่ใช่เซลลูโลสบริสุทธิ์ได้ เช่น พวก ป่าน ปอ หรือย้อมใยโพลิ-เอมีดได้ดีเหมือนกัน เป็นสีที่ย้อมง่าย ให้สีสด การย้อมควรทำให้สภาวะที่น้ำย้อมเป็นกรดหรือเป็นกลางเมื่อใส่ Glauber's salt จะมีความคงทนต่อแสง ตั้งแต่ขั้นพอใช้จนถึงดีมาก และคงทนต่อการซักล้างปานกลางถึงดีเยี่ยม มีการปรับปรุงสีย้อมกรดนี้ให้มีประโยชน์ใช้สอยกว้างขวาง นำไปใช้ย้อมเส้นใยสังเคราะห์พวกไนลอน ออร์-ลอนและเทอรีลีน โดยวิธีพิเศษเฉพาะนี้จะให้สีสดสวยและไม่ตกสีด้วย ตัวอย่างเช่น Suaracem ทนทานต่อแสงแดดสูง, สี Sapramine ทนทานต่อการซักฟอกสูง

3. **สีไดเร็กซ์ (direct dyestuff)** เป็นเกลือของกรดที่มีสี เมื่อละลายน้ำแตกตัวเป็นไอออนมีประจุลบ เป็นสีที่ใช้ย้อมใยเซลลูโลสโดยเฉพาะฝ้ายได้โดยตรง ไม่ต้องใช้สารช่วยติดสี (mordant) ก่อน จึงเรียกสีย้อมฝ้ายโดยตรง (direct cotton dyestuff) สีกลุ่มนี้เป็นสารประกอบอะโซ (azo) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและมีหมู่กรดซัลโฟนิค ซึ่งทำให้ตัวสีละลายน้ำได้ดี ย้อมง่ายเพียงแต่ให้ความร้อนและมีเกลือในอ่างย้อมสี สีก็จะเกาะติดเส้นใยได้ดี ความทนทานต่อแสงแดดตลอดจนราคาแตกต่างกันมาก มีหลายสี สีที่คงทนดีจะมีโครงสร้างของสีซับซ้อนมากขึ้น ตัวอย่างเช่นสี Congo red เป็นสีไดเร็กซ์ตัวแรกที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น

4. **สีมอร์แดนท์ (mordant dyestuff)** เป็นสีชนิดที่ตัวมันเองไม่ติดเส้นใย ต้องใช้ร่วมกับสารเคมีซึ่งทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างเส้นใยกับสี หรือที่เรียกว่า ตัวช่วยติดสี ส่วนมากเป็นสารประกอบพวกเกลือของโลหะพวก "โครเมียม" ทำปฏิกริยากับสีในเนื้อผ้า เป็นสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งไม่ละลายน้ำ สีนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า 'Chrome Dyes' เป็นกลุ่มสีซึ่งใช้ย้อมเส้นใยโปรตีน ใยไหมและขนสัตว์รวมทั้งใยสังเคราะห์พวกไนลอน ออร์ลอน เป็นสีที่ทนต่อการซักล้างดีมาก เพราะมีสารช่วยติดสี ทำให้สีไม่ละลายน้ำ สีจึงไม่ตกง่าย แต่ใช้เวลามากในการย้อม เพราะต้องมี 2 ขั้นตอน คือ ย้อมด้วยสีมอร์แดนท์ สีที่รู้จักกันดี คือ สีคาร์โมซีน (carmosine) แล้วจึงมอร์แดนท์ด้วยสารเคมีพวกโซเดียมหรือโพแทส-เซียมไดโครเมต (sodium or potassium dichromate) หรือสารส้มอีกครั้งหนึ่ง

สีอะลิซาริน (Alizarine) จัดเป็นสีมอร์แดนท์ที่ใช้ประโยชน์กันกว้างขวางมากโดยรู้จักและนิยมใช้กันดี เพราะสามารถย้อมเส้นใยได้เกือบทุกชนิดตลอดจนใช้ได้ทั้งย้อมและพิมพ์สี ทั้งนี้เนื่องจากโลหะต่าง ๆ แต่ละอย่างในอณู จะให้สี (shade) ที่แตกต่างกันออกไป

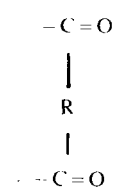
สีโลหะ (premetallized dyes) สีชนิดนี้คล้ายกับสีมอร์แดนท์ซึ่งมีกรรมวิธีการย้อม 2 ขั้นตอน ซึ่งไม่สะดวกกับผู้ใช้ เพราะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก บริษัทผู้ผลิตสีจึงดัดแปลงวิธีการผลิตสีโดยให้มีโลหะที่ให้สีได้ เช่น โครเมียม

หรือทองแดง อยู่ในอณูของสีเลยเรียกว่า สี chrome complex เพื่อให้ย้อมได้ในขั้นตอนเดียว ซึ่งเป็นการสะดวกกับผู้ใช้ ช่วยประหยัดรายจ่ายและเวลาด้วย สีที่กล่าวมาแล้วนี้ ได้แก่สี Palatin Fast, Neopalatin ฯลฯ สีแต่ละตัวให้สีต่างกันไปขึ้นอยู่กับโลหะในโมเลกุล

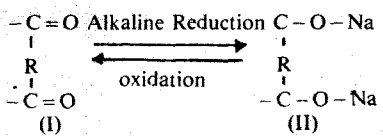
โลหะ	ให้สี
แคลเซียม	สีม่วงแดง (purple-red)
แบเรียม	สีม่วงแดง (purple-red)
โครเมียม	สีน้ำตาลอมม่วง (brown-violet)
ทองแดง	สีน้ำตาลอมม่วง (brown-violet)
ดีบุก	สีแดง
เหล็ก	สีน้ำตาลไหม้ (brown-black)
อะลูมีเนียม	สีแดงกุหลาบ (rose-red)
แมกนีเซียม	สีม่วง (violet)

5. สีกำมะถัน (sulphur dyestuff) สีกำมะถันเตรียมได้โดยหลอมละลายกำมะถันหรือโซเดียมซัลไฟด์ตัวใดตัวหนึ่งกับกรดอะมิโน (amino acid) และสารประกอบไนโตรอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างเป็น cyclic hydrocarbon จำพวก เบ็นซีน หรือแนพทาลีนเข้าด้วยกัน สีกำมะถันมีสมบัติไม่ละลายน้ำ สีไม่สด มักจะให้สีมืดทึบและด้าน ส่วนใหญ่ใช้ย้อมสีดำ น้ำตาล กรมท่า ซึ่งถ้าเป็นสีเข้มจะย้อมได้ดี สีติดทนทาน และติดเส้นใยเซลลูโลสได้ดีต่อเมื่อละลายอยู่ในน้ำที่มีสภาพเป็นด่าง ทนต่อแสง เหงื่อไคลหรือพวกกรดด่าง แต่ไม่ทนต่อการซักฟอกสีด้วยสารประเภทคลอรีน สีชนิดนี้ใช้ย้อมใยเซลลูโลสพวกฝ้ายได้ดี คือสี sulfogene, สี pyrogene yellow ปัจจุบันมีผู้ผลิตสีที่ริดวส์แล้วละลายน้ำได้ดี เช่น Immedial Leuco และ Thionol M ตัวที่ให้สีสดใสที่สุด คือ Thionol Ultra Green G ซึ่งเป็นสารประกอบที่ได้จาก phthalocyanine

6. สีแว็ต (vat dyestuff) สีแว็ต เป็นสีที่ไม่ละลายในน้ำ ต้องใช้สารเคมีจำพวกรีดิวส์-ซิ่งเอเจนท์ ที่เหมาะสมมาช่วยทำให้ละลายจึงจะย้อมติดเส้นใยเซลลูโลสได้ดี สีกลุ่มนี้เกิดจากสารประกอบอินดิโกหรือ anthraquinone ทั้งหมดโดยมี diketone ในโครงสร้าง คือหมู่



ซึ่งถูกรีดิวส์ เป็นเกลือโซเดียมในรูปของ enolic แล้วละลายน้ำได้ดังสมการ



ตามสูตรโครงสร้าง II จะเป็นตัวสีที่ดูดติดเส้นใยเซลลูโลส เมื่อย้อมแล้วอ๊อกซิไดส์ในเส้นใยให้กลับเป็นตัวสีตามโครงสร้าง I

สีกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสีที่มีความคงทนดีที่สุด เหมาะสำหรับย้อมใยเซลลูโลสและใยสังเคราะห์บางชนิด

ปัจจุบันมีการพัฒนาสีแว็ตให้ละลายน้ำได้ เรียกว่า สีโซลูบิไล้ซแว็ต (solubilised vat) มีความทนทานเยี่ยมยอด ให้สีที่สดใสมาก เป็นสีที่มีราคาแพงที่สุด เมื่อละลายน้ำจะไม่มีสี หลังจากเติมสารโซเดียมไนไตรต์และกรดซัลฟุริกจึงจะปรากฏสีออกมา เพราะสีต้องถูกอ๊อกซิไดส์เสียก่อนจึงจะให้สี กรรมวิธีในการย้อมสีชนิดนี้ค่อนข้างสลับซับซ้อน ดังนั้นผู้ย้อมควรศึกษาคุณสมบัติของสีแต่ละตัวโดยละเอียด เพราะสีแต่ละตัวมีกรรมวิธีการย้อมแตกต่างกัน ผู้ย้อมที่มีความชำนาญพิเศษจะย้อมสีได้ผลดีตามต้องการ สี indanthrene blue นับเป็นสีแว็ตที่สังเคราะห์ขึ้นเป็นตัวแรกของพวก anthraquinone

ปัจจุบันเพื่อความสะดวกในการใช้งาน บริษัทผู้ผลิตพยายามทำสีแว็ตออกมาในรูปของสารคงตัว Sodium Leuco-Compound ที่ละลายน้ำได้เหมาะกับเส้นใยแทบทุกชนิด ย้อมได้ง่าย เช่น Anthrasol, Indigosol, Soledon เป็นต้น

7. สีอะโซอิค (azoic dyestuff) เป็นสีที่ประกอบด้วยสารอะโซ (azo) ซึ่งตัวสีเองไม่ละลายน้ำ ในการย้อมเส้นใยจึงต้องย้อมด้วยสารประกอบฟีนอล (phenol) ก่อน แล้วจึงนำไปย้อมทับซ้ำอีกครั้งหนึ่งด้วยเกลือพวกไดอาโซเนียม (diazonium salt) จากปฏิกริยา diazotization เกลือนี้จะทำปฏิกริยากับสารประกอบฟีนอลทำให้เกิดสารประกอบอะโซอิคซึ่งให้สีบนเส้นใย สารประกอบฟีนอลที่นิยมใช้คือ เบต้าแนพทอล (Beta-napthol) และ para-nitraniline ทำปฏิกริยากับ diazotised amines หรือ bases ชนิดต่าง ๆ กัน จะให้สีแตกต่างกันออกไปในขอบเขตที่กว้าง ตั้งแต่เฉดสีส้มไปจนแดงถึงดำและถึงสีน้ำเงิน ปัจจุบันมีการใช้สารประกอบไดอะโซชนิดอยู่ตัวชั่วคราวที่เรียกว่า Fast Diazo Salts สีกลุ่มนี้ใช้ย้อมเฉพาะเส้นใยเซลลูโลสพวกฝ้ายและไหมเทียม สีจะติดดีมีความทนทานต่อการซักฟอกสูง แต่ความทนทานต่อแสงแดดและความทนต่อการขัดสีมีระดับต่าง ๆ กันตั้งแต่ดีจนถึงเลว สีชนิดนี้ไม่นิยมใช้ย้อมเส้นใยโปรตีน เพราะพีนอลที่ละลายในด่างจะทำให้เส้นใยโปรตีนเสีย กรรมวิธีในการย้อมสีชนิดนี้ยุ่งยากมากที่สุดเนื่องจากต้องใช้สารประกอบ 2 ชนิดมาทำปฏิกริยากัน สีบางตัวระเหยได้เมื่อได้รับความร้อนสูง ๆ จึงนิยมนำมาใช้กันมากในการพิมพ์สีผ้าพวกผ้าลาย ผ้าโสร่งและอื่น ๆ

8. สีดิสเพอร์ส (disperse dye) เป็นสีชนิดใหม่ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ย้อมเส้นใยสังเคราะห์พวกเส้นใยอะซิเตด (acetate) โดยเฉพาะ จึงเรียกว่าสีอะซิเตดก็ได้ เส้นใยอะซิเตดเป็นเส้นใยที่ดูดน้ำได้น้อย หากย้อมด้วยสีชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว จะย้อมไม่ติด เนื่องจากหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl-OH group) ในอณูของเซลลูโลสถูกแทนที่ด้วยหมู่ อะเซททีล (acetyl-CO-CH_3) กลายเป็นสารประกอบที่ไม่ยอมดูดสีย้อมใด ๆ สีดิสเพอร์กลุ่มนี้ไม่ละลายน้ำแต่จะกระจายตัวเป็นละอองละเอียดของเม็ดสีลอยอยู่ในน้ำ ใช้ย้อมในน้ำย้อมธรรมดาได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมีอย่างอื่นช่วย นอกจากใช้สารกระจายตัว (dispersing agent) พวกสบู่ หรือ red turkey oil ใส่เข้าไปด้วยเพื่อพาสีไปจับเกาะเส้นใย อุณหภูมิขณะย้อมร้อนประมาณ 70-80 องศาเซลเซียสจะให้สีสดดีมาก สีมีความทนทานต่อแสงแดดและการซักล้างได้ดีมากจนถึงปานกลาง ตัวอย่างของสีดิสเพอร์สคือ Duranol, สี Dispersol

9. สีออกซิไดส์ (oxidation dyes) เป็นสีที่ใช้ย้อมเคลือบเส้นใยโดยไม่เกิดสีก่อน ต่อเมื่อใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็น oxidising agent ย้อมทับเข้าไปสีจะถูกอ๊อกซิไดส์ เกิดเป็นสีสันขึ้นภายในเส้นใยเหล่านั้น ถ้าต้องการให้เกิดสีเร็วใช้สารเคมีเป็นตัวแคทาลิสต์เร่งปฏิกริยา ตัวอย่างของสีกลุ่มนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุดและดีที่สุด เพราะมีความทนทานเป็นเลิศคือสี Aniline Black เหมาะสำหรับย้อมเส้นใยพวกฝ้าย ใยสังเคราะห์พวกเรยอง อะซิเตด หรือพวกไหมเทียมที่รู้จักกันมานานในชื่อว่า ผ้าซาติน (Satin) สีดำ อะนิลีนนี้ยังนิยมใช้ย้อมผ้าทำร่มด้วย เพราะสีทนแดดฝนได้ดี กรรมวิธีการย้อม

โดยการอ๊อกซิไดส์ที่ให้สีเฉดไปทางดำหรือน้ำตาล นั้นยังนิยมนำไปย้อมขนสัตว์ (fur) และผลิตภัณฑ์จากหนังสัตว์ได้ดีอีกด้วย

10. **สีรีแอ็คทีฟ (reactive dyes)** โมเลกุลของสีประกอบด้วยส่วนที่ไวต่อปฏิกริยา (reactive groups) สามารถทำปฏิกริยาเคมีกับหมู่ไฮดรอกซิลในเซลลูโลสและเชื่อมโยงติดกันโดยพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) กลายเป็นสารประกอบเคมีชนิดใหม่กับเซลลูโลส มีคุณสมบัติเป็นแอนไอออน เมื่ออยู่ในน้ำย้อมที่เป็นด่าง คุณสมบัติการละลาย ละลายในน้ำได้ง่ายแล้วดูดติดเส้นใย จัดเป็นสีย้อมเซลลูโลสที่ดีที่สุด เพราะคงทนต่อการซักล้างได้ดีมากและให้สีประเภทสีอ่อนได้สดใสดีด้วย ตัวอย่างเช่นสี Procion, Cibacron และ Remazol

11. **สีมิเนอรัลและพิกเมนต์ (mineral and pigment dyes)** เป็นกลุ่มสีที่ได้จากอ๊อกไซด์ของโลหะได้แก่ เหล็กอ๊อกไซด์ chrome yellow, chrome green, Ultramarine ฯลฯ ตัวสีเป็นผงละเอียดไม่ละลายน้ำต้องอาศัย binders ที่ละลายน้ำได้ เช่นพวก เรซินสังเคราะห์ เป็นตัวเชื่อมพาให้สีติดแน่นกับเส้นใยได้ดี และทำให้สีสดสวยติดคงทนถาวร มีความคงทนต่อการขัดสี แสงแดด กรดและด่างได้ดีมาก การย้อมสีใช้ระบบย้อมสีพิกเมนต์ด้วยเรซิน ให้เรซินเคลือบติดผิวผ้าเพื่อให้สีแห้งและเรซินรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ สีนี้มักนิยมใช้กันแพร่หลายมากในอุตสาหกรรมสีทาอาคาร และอุตสาหกรรมผ้าพิมพ์สีมากกว่าการย้อมสี จึงใช้กับเส้นใยได้ทุกชนิดแม้กระทั่งใยแก้ว และวัสดุอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

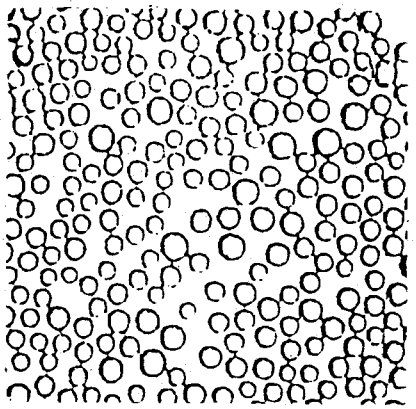
1. ณรงค์ศิลป์ ธูปพนม เคมีของสีย้อมกับผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไทย สสวท ปีที่ 16 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2531 หน้า 9-12
2. วินิจ โคญจนารา สีย้อม อุตสาหกรรม ปีที่ 9 ฉบับที่ 4 ตุลาคม 2498 หน้า 3-9
3. อัจฉราพร ไศละสูต คู่มือการย้อมสี พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ เทคนิค 19 การพิมพ์ 2527 หน้า 80-83
4. Green, Arthur G The Analysis of dyestuffs and their identification in dyed and coloured materials, lake-pigments, foodstuffs. 3 rd ed. London : Charles Griffin, 1920, p.9-41.
5. Hall, Archibald John. A Handbook of textile dyeing and printing. London : National Trade Press, 1955, p.46-66

Glass Bead

เทพีวรรณ จิตรวัชรโกมล

วัสดุแทบทุกอย่างทุกชนิดย่อมมีคุณค่าในตัวของมันเอง วัสดุบางอย่างดูคล้ายเป็นเศษวัสดุที่เหลือทิ้งไม่น่าจะนำไปทำประโยชน์อะไรได้ แต่ก็ยังสามารถนำมาทำให้เกิดประโยชน์ได้ ตัวอย่างเช่น glass bead ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กละเอียดกลมใส แต่มีคุณประโยชน์มาก ซึ่งคุณประโยชน์นี้มีความเกี่ยวพันกับความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินของเรา

ครั้งแรกมีการค้นพบที่อียิปต์ ชาวอียิปต์เรียกเม็ดแก้วเล็ก ๆ สวย ๆ ที่ใช้ประดับตามตัวมัมมี่ว่า glass bead ปัจจุบันความหมายและภาพพจน์ของ glass bead ต่างจากอดีตในแง่ของการนำไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้สามารถผลิต glass bead ได้หลายขนาด ตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กเป็นไมครอนจนถึงขนาดใหญ่เป็นมิลลิเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ ดังจะได้กล่าวต่อไป



รูปที่ 1 : glass bead ขยาย 500 เท่า

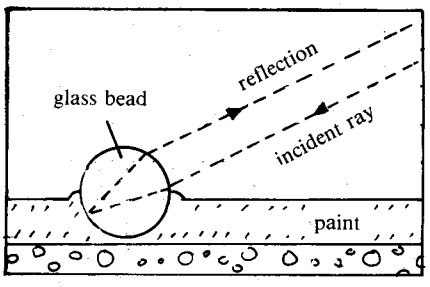
กรรมวิธีการผลิต

วัตถุดิบที่ใช้ผลิต glass bead คือเศษแก้วใส (cullet) ที่ได้จากกระจกประเภทโซดาไลม์ ซึ่งทำความสะอาดมาแล้ว การคัดเศษแก้วต้องระมัดระวัง เลือกแก้วประเภทเดียวกัน หากมีเศษแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วปะปนเข้ามา จะทำให้ glass bead ที่ได้มีคุณสมบัติไม่ดี เพราะแก้วที่มีตะกั่วปนเมื่อได้รับความร้อนจากแสงแดดหรือก๊าซ สีของเม็ดแก้วที่เคยใสแจ๋วจะเปลี่ยนเป็นหมองคล้ำไป

เมื่อเลือกเศษแก้วได้แล้ว นำมาบดและคัดขนาดแล้วนำเข้าเตาหลอมที่อุณหภูมิ 1,200° ซ.-1,400° ซ. จนได้เป็นน้ำแก้วหลอมเหลว ช่วงปลายเตาจะมีท่อเล็ก ๆ (nozzles) จำนวนหนึ่งปล่อยให้น้ำแก้วไหลผ่านหรือหยดผ่าน ขณะเดียวกันเป่าลมดันสวนขึ้นไป ควบคุมอุณหภูมิและความดันของลมให้พอเหมาะก็จะได้ glass bead เม็ดกลม ๆ ออกมามากมาย glass bead ที่ได้จะถูกนำไปเคลือบด้วยเรซินที่อุณหภูมิประมาณ 120° ซ. อีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำให้มีคุณสมบัติสามารถกันน้ำและทนทานต่อสภาพอากาศมากขึ้น ทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณสมบัติ refractive index อีกด้วย

บทบาทของ glass bead ต่อการจราจร

ผลผลิตของ glass bead ที่ได้จากโรงงานนั้น ส่วนมากจะนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการจราจรเป็นอันดับหนึ่งนั่นคือ เครื่องหมายต่าง ๆ บนท้องถนน เช่น สีบนทางเท้า เส้นแบ่งช่องทาง (Lane) สีตามเป้าหมายสัญญาณจราจร และอื่น ๆ ตลอดจนสีที่เราเห็นสะท้อนแสงไฟยามค่ำคืน ล้วนแต่เป็นผลงานที่เราใช้ glass bead ให้เป็นประโยชน์ทั้งสิ้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า glass bead มีลักษณะกลมใส จากคุณลักษณ์เช่นนี้ จึงเกิดคุณสมบัติสามารถสะท้อนแสงที่มาตกกระทบกลับไปยังแหล่งกำเนิดได้ (retroreflection) ดังนั้นจึงทำให้ ผู้ที่กำลังขับขี่รวดยานสามารถเห็นเครื่องหมายบนท้องถนนได้อย่างรวดเร็วชัดเจน



รูปที่ 2 : retroreflection of glass bead