

การบ่งชี้ความขาวของ

ก ร ะ ด า ข

สมชาติ รุ่งอินทร์

ในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ มีศัพท์ภาษาอังกฤษที่ใช้เกี่ยวกับสีขาวของเยื่อหรือกระดาษอยู่สองคำคือ whiteness และ brightness สำหรับคำว่า brightness ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษพิมพ์เขียนใช้ศัพท์ภาษาไทยว่า “ความขาวสว่าง” นั้น เป็นคำที่พบบ่อยที่สุด ส่วน whiteness ซึ่งแปลตรงตัวว่า “ความขาว” มีที่ใช้น้อยมาก โดยเฉพาะในข้อกำหนดคุณภาพ ดังนั้น จึงมีผู้สงสัยเสมอว่าเหตุใดเราใช้คำ brightness เป็นเกณฑ์บ่งชี้ความขาวของเยื่อกระดาษและฟิลเลอร์ บทความนี้จะกล่าวโดยย่อถึงข้อมูลพื้นฐาน และประโยชน์ใช้งานของ whiteness และ brightness เพื่อประโยชน์แก่ผู้สนใจตามสมควร

ความขาว (whiteness) การรับรู้ (perception) ของคนต่อความขาวเป็นปรากฏการณ์ทาง physiology และจิตวิทยาซึ่งอยู่นอกเหนือกฎเกณฑ์ทางกายภาพ Hunter¹⁾ นิยามความขาวว่าเป็นสมบัติของพื้นผิว (diffusing surface) ที่บ่งบอกว่า พื้นผิวนั้นมีสีเหมือนกันกับสีขาวมาตรฐาน (standard white) หรือสีขาวที่ผู้ใช้พอใจ (preferred white) เพียงใด มีผู้ศึกษาและเสนอสูตรคำนวณค่าความขาวหรือดัชนีความขาว (whiteness index) จากการวัดค่าสีไว้มากมาย ซึ่งสามารถรวบรวมไว้ถึง 22 สูตร²⁾ โดยอาศัยหลักความแตกต่างของสีที่มีรูปแบบทั่วไปหลายแบบเช่น^{3,4)}

$$W = 100 - f(X, Y, Z) \dots\dots(1)$$

หรือ $W = f_1(Y) + f_2(x, y) \dots\dots(2)$

สูตรต่าง ๆ ดังกล่าวยังไม่ได้รับการยอมรับเพียงพอที่จะยึดถือเป็นบรรทัดฐานได้ ปัญหาในการประเมินความขาวอาจเห็นได้ชัดเจนจากสูตรคำนวณของ Ganz⁵⁾ (สมการ 3-5) :

$$W = Y - 800(x-x_0) - 1700(y-y_0) - \text{neutral} \dots\dots\dots (3)$$

$$W = Y - 1700(x-x_0) - 900(y-y_0) - \text{green} \dots\dots\dots (4)$$

$$W = Y + 800(x-x_0) - 3000(y-y_0) - \text{red} \dots\dots\dots (5)$$

โดยที่ W = whiteness

Y = luminance factor

x, y = chromaticity coordinates ของตัวอย่าง

และ x_0, y_0 = chromaticity coordinates ของ perfect diffuser

สูตรคำนวณความขาวดังกล่าวข้างต้นล้วนเปรียบเทียบสีกับมาตรฐานความขาวที่กำหนดขึ้น เช่น perfect diffuser หรือ แมกนีเซียมออกไซด์เมื่อให้แสงด้วยดวงไฟมาตรฐาน (เช่น CIE standard illuminant D 65) แต่ในกรณีของสีขาวที่ผู้ใช้พอใจ (preferred white) การวัดในเชิงปริมาณย่อมกระทำได้อย่างยิ่ง เนื่องจากความขาวดังกล่าวขึ้นอยู่กับประสบการณ์และรสนิยมอันเปลี่ยนแปลงได้ ดังมีรายงานว่าผู้ใช้ในอเมริกาเหนือพอใจสีขาวอมชมพู (pinkish white) ขณะที่ยุโรปนิยมสีขาวออกน้ำเงิน (bluish white)⁶⁾

การใช้สารฟอกขาว (fluorescent whitening agents) ในกระดาษผ้าและผงซักฟอก ฯลฯ ทำให้การประเมินความขาวยุ่งยากขึ้นอีก ปัจจุบันกระดาษขาวที่ผลิตในประเทศไทย ได้แก่ กระดาษพิมพ์เขียนและกระดาษทิชชูล้วนมีสารฟอกขาวทั้งสิ้น สารฟอกขาวในกระดาษหรือผ้าจะเปลี่ยนรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งตามองไม่เห็นในแสงแดดเป็นแสงที่ตามองเห็นในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน

ปริมาณแสงที่เพิ่มขึ้นในช่วงคลื่นนี้ ทำให้เรารู้สึกว่ากระดาษหรือผ้าขาวขึ้น ดังที่เราเคยได้ยินคำโฆษณาขายผงซักฟอกว่า “ขาววาววาว-ขาวนวลกว่าต้ม-ส่องแดดดูได้” เป็นต้น

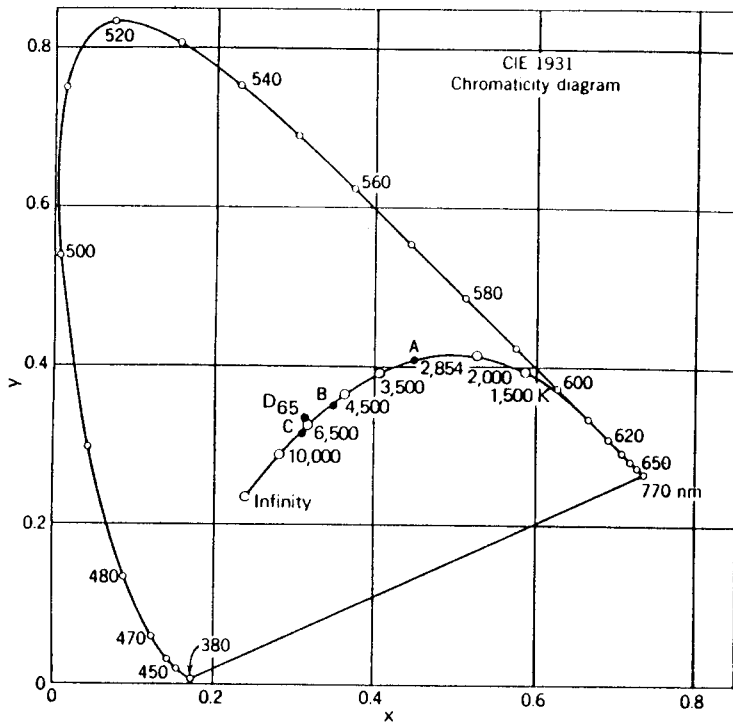
โดยที่เราไม่มีวิธีการวัดหรือประเมินความขาวที่ได้รับการยอมรับเป็นสากล จึงไม่มีใครพบการระบุความขาวของกระดาษเป็นค่า whiteness อย่างเป็นทางการหากจำเป็นต้องบันทึกหรือบอกลักษณะเกี่ยวกับสีของกระดาษขาว เราอาจรายงานได้หลายวิธีเช่น

- Chromaticity coordinates (x,y) และ luminance factor (Y)⁷⁾ ดังที่ปรากฏใน Government Paper Specification Standard ของสหรัฐอเมริกา

- dominant wavelength และ excitation purity⁷⁾

- Hunter Color Scale (L, a, b)⁸⁾

ดังรูป



CIE 1931 chromaticity diagram.

เอกสารอ้างอิง

1. Hunter, R.S. J. opt. Soc. Am. 48,547 (1958) (อ้างใน Ref. 4)
2. Franke, W. Dissertation, D17 Darmstadt (1966) (อ้างใน Ref. 3)
3. Schmidt, G., Die optischen Eigenschaften von Papier. Walhuf : Martin Sändig, 1976
4. Judd, D.B. and Wyszecki, G., Color in Business, Science, and Industry. New York : John Wiley & Sons, 1975
5. Ganz, E., "Whiteness Formula : A Selection" J. Appl. Opt. 18(7) 1979 : 2963-70
6. Corte, H., "Perception of Optical Properties of Paper", in Fundamental Properties of Paper related to its uses. Vol 2. London : The British Paper and Board Industry Federation, 1976
7. Tappi T 527 SU-72
8. Tappi T 524 om-86
9. Rydholm, S.A., Pulping Processes. New York : Interscience, 1965

ความขาวสว่าง (brightness) brightness เป็นศัพท์ที่ใช้ในหลายสาขาและมีความหมายและคำแปลในภาษาไทยต่างกัน สำหรับอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ brightness เป็น concept ทางฟิสิกส์โดยตรง หมายถึง ค่าการสะท้อนแสงสัมพัทธ์ในช่วงสีน้ำเงิน (457 นาโนเมตร) ของแผ่นกระดาษหรือเยื่อที่หนาจนทึบแสง การวัดในช่วงแสงสีน้ำเงินช่วยให้สามารถแบ่งแยกความแตกต่างของเยื่อกระดาษชนิดต่าง ๆ ที่ลอกขาวและไม่ลอกได้ดี เนื่องจากเยื่อถูกขัดแสงสูงสุดในช่วงคลื่นสั้นของสเปกตรัมแสงที่ตามองเห็น⁹⁾

เนื่องจากค่า brightness ได้จากการวัดค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นเดียว ย่อมไม่สามารถบ่งบอกลักษณะเกี่ยวกับสีได้ การใช้ค่า brightness บ่งชี้ความขาวของกระดาษหรือฟิลเตอร์ จึงให้ข้อมูลที่จำกัด โดยเฉพาะในช่วง brightness ต่ำกว่า 80% กระดาษที่มีค่า brightness เท่ากัน อาจดูขาวต่างกันมากโดยการย้อมสี (tint) เมื่อค่า brightness สูงขึ้น ความแตกต่างนี้จะลดลง แม้จะมีข้อจำกัดด้านการประยุกต์ใช้งานอยู่ไม่น้อย ความสะดวกในการวัดและหลักการที่เข้าใจ

ได้ง่าย ทำให้การวัด brightness เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ สำหรับคำแปลในภาษาไทยว่า ความขาวสว่างนั้นเข้าใจว่าผู้บัญญัติศัพท์ต้องการแสดงเจตนาในการบ่งชี้ความขาว และรักษาความหมายเดิมในภาษาอังกฤษไว้ จึงเติมคำว่า สว่าง ต่อท้าย ความขาว เป็นความขาวสว่าง

รูป 1) ในกรณีที่ต้องการวัดค่าความขาว (whiteness) ของกระดาษ เราจำเป็นต้องทราบสูตรคำนวณความขาวซึ่งอาจขึ้นอยู่กับความประสงค์หรือข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย นอกจากนี้ควรทราบรายละเอียดด้านเครื่องมือวัดตามที่กำหนดในวิธีการทดสอบ เช่น ชนิดของแหล่งให้แสง optical geometry และคุณลักษณะของฟิลเตอร์

2) การใช้ค่าความขาวสว่าง (brightness) บ่งชี้ความขาวของกระดาษ จำเป็นต้องทำด้วยความระมัดระวัง การระบุลักษณะด้านสีของกระดาษด้วย chromaticity coordinates หรือวิธีอื่นประกอบด้วย จะเป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบความขาวของกระดาษได้เป็นอย่างดี

