บทที่ ๔

การควบคุมคุณภาพของภาพรังสีโดยใช้หลักวิชาเซนซิโตเมททรี (Sensitometry)

เนื่องจากแฟคเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายภาพรังสีนั้น ส่วนใหญ่เป็นไปในทางคุณภาพมากกว่าปริมาณ เช่น ถ้าฟิล์มได้รับปริมาณรังสีหรือใช้เวลาในการดีเวลลอปมากขึ้น ความดำบนภาพก็จะสูงขึ้น ฯลฯ ซึ่งในทางปฏิบัติ ค่าที่เพิ่มขึ้นมิได้เป็นไปตามหลักบัญญัติไตรยางค์ เช่น ถ้าให้เพิ่มค่า มิลิ-แอมเปอเรจ ๒ เท่า ความดำอาจจะเพิ่มขึ้น ๒ เท่า หรือไม่ก็ได้ โดยที่หากเป็นการเอ็กซโพเฉอะในกรณีที่ให้ระดับความดำต่ำ ๆ การเพิ่ม-ลดจะเป็นไปตามสัดส่วนแน่นอน แต่ในกรณีที่ใช้วิธีถ่ายโดยมีแผ่นสกรีนร่วมอยู่ด้วย หรือในกรณีใช้วิธีถ่ายโดยตรงที่ให้ความดำสูงแล้ว จะไม่เป็นไปตามสัดส่วน แต่จะมีแฟคเตอร์อื่นรวมอยู่ด้วย ดังนั้น เพื่อใช้เทคนิคในการแก้ไขคุณภาพของภาพรังสีที่บกพร่อง วิธีที่ดีที่สุดก็คือ จะต้องเข้าใจและทราบถึงลักษณะการตอบสนองต่อรังสีของฟิล์มรังสีเอ็กซที่ใช้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะทำได้โดยศึกษาจากคุณสมบัติทางเซนซิโตเมททรีของฟิล์มชนิดนั้น ๆ เป็นการช่วยให้การใช้ฟิล์มเป็นไปอย่างมีประโยชน์ที่สุด โดยให้ได้ภาพรังสีภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ นั้น เป็นภาพรังสีที่สมบูรณ์ ง่าย สะดวก และถูกต้องต่อการศึกษาและวินิจฉัยโรค

หลักวิชาทางเซนซิโตเมททรีที่ใช้ในทางการแพทย์นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ ภาค ที่สำคัญ คือ

๑. การกำหนดความหมายต่าง ๆ และหลักการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของฟิล์ม

๒. หลักการปฏิบัติเพื่อใช้พิจารณาคุณสมบัติของฟิล์ม

๓. การควบคุมขบวนการล้างฟิล์ม

๔.๑ ทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับแคแรคเตอริสติค เค้อบ

เป็นกราฟแสดงคุณสมบัติเฉพาะของฟิล์มแต่ละชนิดซึ่งเป็นกราฟที่สร้างขึ้นจากค่าความดำสัมพันธ์กับค่าล็อคเอ็กซโพเฉอะ ซึ่งนิยมใช้เป็นค่าล็อครีเลทีพเอ็กซโพเฉอะ เพราะจะได้ค่าที่สะดวกต่อการคำนวณ และเป็นสัดส่วนคงที่แน่นอนกว่า

กรอสฟอก (Gross fog) เป็นระดับความดำที่ต่ำสุดของฟิล์ม เป็นความดำที่เกิดจากแกนฟิล์มรวมกับผลของปฏิกริยาของสารเคมีในขบวนการล้างฟิล์มและสารไวแสง

เธรสโฌลด (Threshold) เป็นระดับความดำต่ำสุดที่แผ่นฟิล์มนั้น ๆ สามารถบันทึกได้

โท (Toe) เป็นจุดที่อัตราการเพิ่มความดำของแผ่นฟิล์มเปลี่ยนไป

ส่วนที่เป็นเส้นตรง เป็นช่วงที่ใช้พิจารณาคุณสมบัติของฟิล์มนั้น ๆ

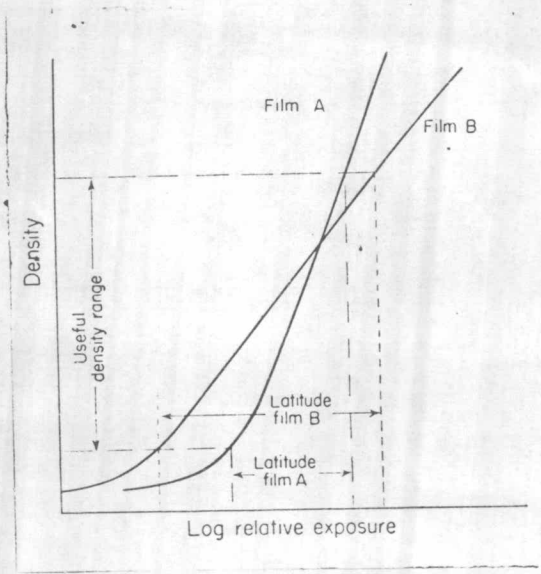
โฌเดอะ (Shoulder) เป็นช่วงที่อัตราการเพิ่มระดับความดำของฟิล์มเป็นไปอย่างช้ามาก และจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย เมื่อถึงจุดระดับความดำสูงสุดของฟิล์มนั้น ๆ สามารถบันทึกได้

๔.๒ ความหมายของแคแรคเตอริสติคเค้อบที่แสดงคุณสมบัติเฉพาะของฟิล์ม โดยที่รูปร่างของกราฟนี้แสดงถึงประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อรังสีของฟิล์มนั้น ๆ ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพดังนี้ คือ

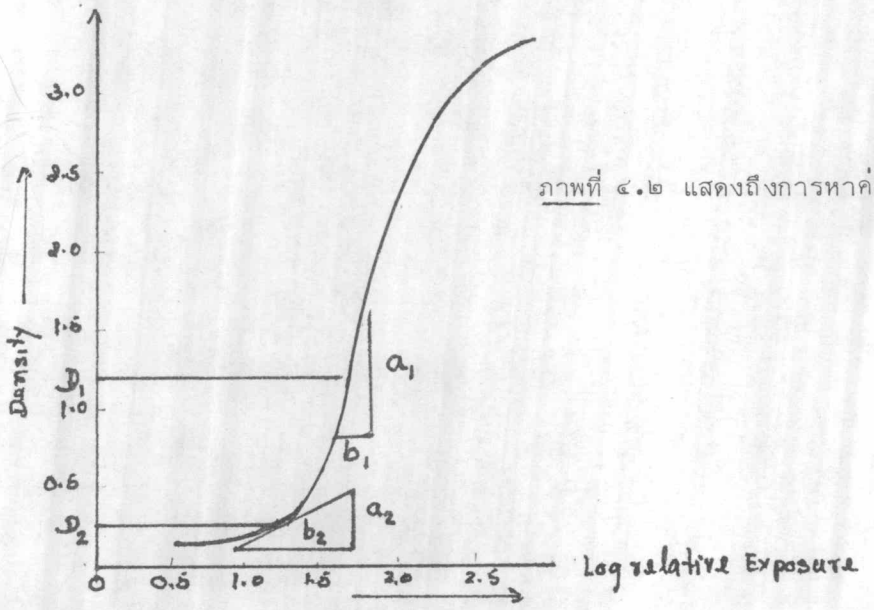
๔.๒.๑ ฟิล์มคอนทราสท (Contrast) เป็นการวัดความลาดหรือความชันของเค้อบ ซึ่งขึ้นอยู่กับสารไวแสงของฟิล์ม การล้างฟิล์ม และลักษณะการเกิดความดำ แต่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิด คุณภาพ และการแพร่กระจายของรังสีบนแผ่นฟิล์ม ฟิล์มคอนทราสท จะแสดงคุณสมบัติของฟิล์มในการช่วยแยกให้เห็นชัดถึงระดับความดำที่แตกต่างกันของบริเวณที่อยู่ติดกันได้ดีเพียงใด

๔.๒.๒ แลทอิทยุด (Latitude) เป็นการวัดความกว้างของการเอ็กซโพเฉอะ เพื่อให้ได้ช่วงความดำช่วงหนึ่งตามต้องการ ซึ่งหมายความว่าค่าแลทอิทยุดของฟิล์ม เป็นค่าที่แสดงให้ทราบว่าฟิล์มชนิดนั้น ๆ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับความดำมากน้อยเพียงใด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าเอ็กซโพเฉอะค่าหนึ่ง ๆ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงระดับความดำมาก ก็แสดงว่าฟิล์มนี้มีแลทอิทยุดต่ำ และในทางกลับกัน ดังภาพ ๔.๑ ค่าแลทอิทยุดและฟิล์มคอนทราสทเป็นไปในทางกลับกัน คือถ้าค่าฟิล์มคอนทราสทสูง ค่าแลทอิทยุดจะต่ำ

ภาพที่ ๔.๑ แสดงให้เห็นถึงรูปร่างของกราฟแสดงคุณสมบัติของฟิล์ม



๔.๒.๓ <u>แกรดิเอ้นท</u> (Gradient) คือ การวัดค่าความลาด ณ จุดความดำใด ๆ บนแคแรคเทอริชติคเคิฟ ซึ่งวัดเป็นค่าแทนเจ้นท (Tangent) ดังภาพ ๔.๒



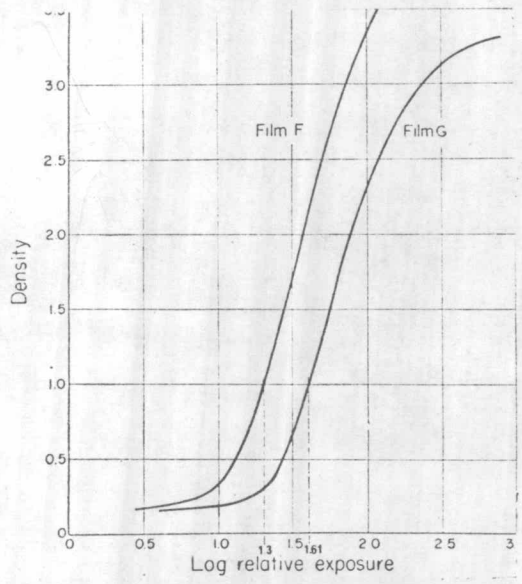
<u>ภาพที่</u> ๔.๒ แสดงถึงการหาค่าแกรดิเอ้นทของฟิล์ม

ซึ่งจากภาพ ค่าแกรดิเอ้นทที่ความดำ D_1 และ D_2 จะเท่ากับ $\frac{a}{b}_1$ และ $\frac{a}{b}_2$ ตามลำดับ โดยปกติแล้ว ถ้าค่าแกรดิเอ็นทของเคิ.มีค่ามากกว่า ๑ จะเป็นการช่วยเพิ่มหรือขยายค่า ซัพเจค คอนทราสท ยิ่งค่าแกรดิเอ้นทสูงขึ้นเพียงใด ก็จะเป็นการช่วยขยายซัพเจคคอนทราสทมากขึ้นเพียงนั้น ในทางกลับกัน ถ้าค่าแกรดิเอ้นทน้อยกว่า ๑ จะเป็นการลดซัพเจ็คคอนทราสทบนภาพรังสี

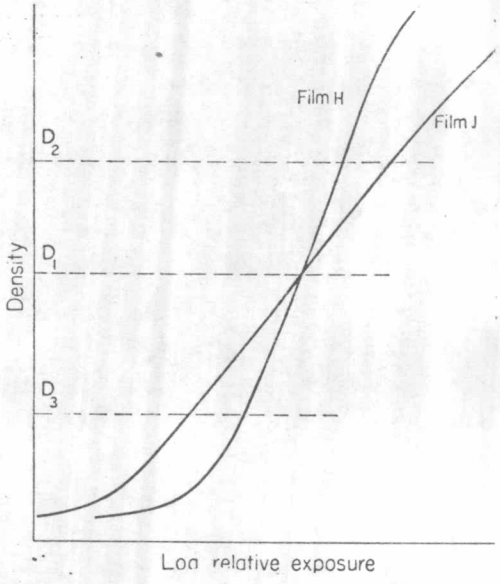
๔.๒.๔ <u>แอเวอเรจ แกรดิเอ้นท</u> (Average Gradient) เป็นค่านำมาใช้เป็นตัวพิจารณาคุณสมบัติเกี่ยวกับคอนทราสทของแผ่นฟิล์มนั้น ๆ ซึ่งคำนวณจากค่าความชันของเค้อบ ณ จุดระหว่างค่าความดำ ๐.๒๕-๒.๐ เหนือค่ากรอสฟอก และค่าความดำในช่วงนี้ จะเป็นช่วงความดำส่วนใหญ่ที่ปรากฏในภาพรังสีทางการแพทย์

๔.๒.๕ <u>ความไวของฟิล์ม</u> เป็นการคำนวณช่วงกว้างทั้งหมดของค่า ล็อคเรลอะทีฟเอ็กซโพเฉอะที่จะทำให้เกิดความดำบนแผ่นฟิล์ม มีค่า ๑ บวก ค่ากรอสฝอก (G.F) หรือ เรียกจุดความดำนี้ว่า จุดความไวของฟิล์ม ในกรณีนี้หมายถึง ฟิล์มชนิดที่ใช้ร่วมกับแผ่นสกรีน หรือฟิล์มที่ใช้ในทางการแพทย์ และเป็นการกำหนดจากสมาคม อเมริกัน แนชันแนล แสตนดาร์ด อินสทิทิวท (American National Standard Institute) ซึ่งฟิล์มที่มีความชันมากกว่า จะเป็นฟิล์มที่มีความไวสูงกว่าฟิล์มชนิดที่มีความชันน้อยกว่า จากรูป ก ฟิล์ม F จะไวกว่าฟิล์ม G จากภาพ ข นั้น ถ้าพิจารณาจากการ

ให้เอ็กซโพเฉอะเพื่อให้ได้ความดำ D_3 ฟิล์ม J จะไวกว่า ฟิล์ม H แต่ถ้าให้ได้ความดำที่ D_1 ฟิล์มทั้งสองมีความไวเท่ากัน ส่วนที่ความดำ D_2 ฟิล์ม H จะไวกว่าฟิล์ม J



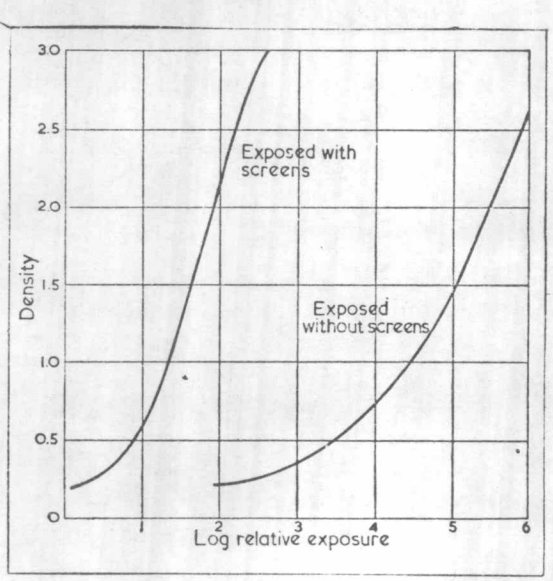
ภาพ ก ⟶



ภาพ ข ⟶

ภาพที่ ๔.๓ แสดงการพิจารณา คุณสมบัติของฟิล์ม ที่ตำแหน่งต่าง ๆ จากกราฟ

๔.๓ การเปรียบเทียบรูปร่างของแคแรคเตอริสติคเค้อบของฟิล์ม เมื่อรับรังสีเอ็กซโดยตรงและ ได้รับรังสีแสงจากแผ่นสกรีน ฟิล์มรังสีเอ็กซที่ใช้ในทางการแพทย์นั้น เมื่อนำมาถ่ายภาพรังสี โดยให้ฟิล์มได้รับรังสีเอ็กซโดยตรง และให้ฟิล์มได้รับรังสีแสงจากแผ่นสกรีนนั้น วิธีหลังจะใช้การเอ็กซโพเฉอะน้อยกว่าวิธีแรก และทั้งสองวิธีจะให้รูปร่างและตำแหน่งของแคแรคเตอริสติคเค้อบแตกต่างกัน (สำหรับฟิล์มชนิดเดียวกัน) ดังภาพ ๔.๔ เค้อบทางซ้ายมือเป็นเค้อบของฟิล์มที่รับรังสีแสงจากแผ่นสกรีน ส่วนทางขวามือเป็นฟิล์มที่ได้รับรังสีเอ็กซโดยตรง ซึ่งความสัมพันธ์ของเค้อบทั้งสองนี้พิจารณาจากค่าอินเทนซิฟิเคชั่น แฟคเตอร์ ของสกรีน (I.F)



ภาพที่ ๔.๔ แสดงให้เห็นถึงรูปร่างของกราฟที่ต่างกันของฟิล์มที่ได้รับการถ่ายโดยวิธีต่างกัน

$$\text{อินเทนซิฟิเคชั่นแฟคเตอร์ (I.F.)} = \frac{\text{เอ็กซโพเฉอะโดยไม่มีแผ่นสกรีน}}{\text{เอ็กซโพเฉอะโดยมีแผ่นสกรีน}}$$

โดยการเอ็กซโพเฉอะนั้นจะต้องให้ความดำเท่ากันบนแผ่นฟิล์มชนิดเดียวกัน ซึ่งค่า I.F. นี้ขึ้นอยู่กับ

๑. กิโลโวลเทจ (Kilovoltage) ดังนี้

๒. เวลาที่ทำการฉายรังสี

๓. ความหนา และส่วนประกอบของวัตถุที่ต้องการถ่ายภาพ

ถ้าทั้งสามกรณีดังกล่าวคงที่ ค่า I.F. จะขึ้นอยู่กับความไวของฟิล์มที่มีปฏิกริยาต่อรังสีเอ็กซ และรังสีแสง

๔.๔ แฟคเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อรูปร่างของเค้อบ

๔.๔.๑ วิธีที่ใช้ในการเอ็กซโพเฉอะ หมายถึง วิธีใช้แผ่นสกรีนหรือไม่ และชนิดของแผ่นสกรีนที่ใช้

๔.๔.๒ อิทธิพลเกี่ยวกับเงื่อนไขในขบวนการล้างฟิล์ม

๔.๔.๒.๑ น้ำยา เป็นแฟคเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกของอัตราการเกิดปฏิกริยาทางเคมี ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้น และเวลาที่ใช้ แฟคเตอร์เหล่านี้จะมีผลต่อแคแรคเตอริสติคเค้อบ ดังนี้

ก. อุณหภูมิของน้ำยาดีเวลลอปเปอร์สูงขึ้น จะมีผลทำให้ความไวและระดับความดำของฟ็อกสูงขึ้น ตลอดจนค่าแอเวอเรจ แกรดิเอ้นทจะสูงขึ้นด้วย การเพิ่มขึ้นของค่าเหล่านี้มีผลต่อการทำให้ตำแหน่งและค่าต่าง ๆ ที่แสดงคุณสมบัติของฟิล์มนั้นเปลี่ยนแปลงไปในทางสูงขึ้นทั้งสิ้น ซึ่งทำให้คุณสมบัติทางคุณภาพผิดไปจากความเป็นจริง

ข. อุตราการเติมน้ำยา ซึ่งเรียกว่า รีเพลนนิสเม้นท์ (Replenishment) ถ้าอัตราการเติมสูงขึ้น ซึ่งหมายถึงความเข้มข้นของน้ำยาสูงขึ้น จะยังผลทำให้ความไวและคอนทราสทของฟิล์มสูงขึ้น

ค. เวลาที่ใช้และการกวนน้ำยา (Agitation) เวลาที่ใช้ในการให้น้ำยาเข้าทำปฏิกริยากับแผ่นฟิล์มนั้นจะต้องให้พอเหมาะกับความเข้มข้นของน้ำยา และการเขย่าฟิล์ม

ตลอดจนการกวนน้ำยาให้ความเข้มข้นเท่ากันตลอด ช่วยให้ตัวยาสามารถเข้าไปทำปฏิกริยากับแผ่นฟิล์มได้ทั่ว การเพิ่มเวลาและเพิ่มอัตราการเขย่าฟิล์ม จะทำให้ความไวและคอนทราสทของฟิล์มเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นนี้จะมีขอบเขตหนึ่ง ซึ่งถ้าให้เวลานานเกินไปแล้ว จะทำให้คอนทราสทเริ่มลดลงในขณะที่ความดำของฝอกจะสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลเสียต่อคุณภาพของแผ่นฟิล์ม

ง. ความไม่บริสุทธิของน้ำยา น้ำยาดีเวลลอปเปอนั้น หากมีน้ำยาฟิคเซอร์แม้จะมีเพียงปริมาณเล็กน้อยก็ตาม จะทำให้ความไว ความดำฟ้อกสูงขึ้น และคอนทราสทจะต่ำลง แต่ถ้ามีสิ่งแปลกปลอมอื่นเช่น เหล็ก หรือทองแดง ในน้ำยาดีเวลลอปเปอร์ อาจจะทำให้เกิดผลต่อความดำของแผ่นฟิล์มเท่านั้น

๔.๕ <u>การคำนวณ</u>

การคำนวณค่าฟิล์มคอนทราสท ซึ่งนิยมใช้ตามหลักมาตรฐาน เอ เอ็น เอส ไอ (A N S I) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

๔.๕.๑ เอเวอเรจ แครดิเอ็นท (G̅) = $\frac{\overbrace{(\text{กรอสฝอก} + ๒.๐)}^{D_1}}{\text{เอชโพเฉอะ}_2} - \frac{\overbrace{(\text{กรอสฝอก} + ๐.๒๕)}^{D_2}}{\text{เอกชโพเฉอะ}_1}$

$= \frac{D_2 - D_1}{E_2 - E_1}$

๔.๕.๒ แกมมา (Gamma) = ความชันของส่วนที่เป็นเส้นตรงของเค้อบ

๔.๕.๓ แครดิเอ็นท = ค่าแทนเจ็นท (Tangent) ซึ่งได้จากการลากเส้นสัมผัสที่จุดหนึ่งจุดใดบนเค้อบที่ต้องการ

๔.๕.๔ การคำนวณความไวของฟิล์ม จะออกมาในค่าของ Log E

∴ ความไวของฟิล์ม = Log E ที่ความดำ (กรอสฝอก + ๑)

๔.๕.๕ <u>การคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของความไวของฟิล์ม ๒ ชนิด</u> หาได้จากค่าแอนติล๊อก (Anti log) ของผลต่างของค่า ล็อกเรลอะทีฟ เอ็กชโพเฉอะที่ให้ค่าความดำที่เป็นค่ากำหนดความไวของฟิล์มทั้งสองชนิด ตัวอย่างเช่น

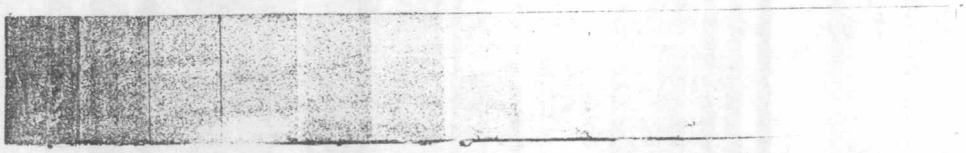
สมมติว่า { ความไวของ Film B = Log E 1.56
ความไวของ Film A = Log E 1.20

Log E ต่างกัน = 0.36

∴ Film A ไวกว่า Film B = 2.3 เท่า (หาค่าจาก Anti log)

๔.๖ หลักปฏิบัติเพื่อใช้พิจารณาคุณสมบัติของฟิล์ม

๔.๖.๑ เทคนิคในการสร้างเซนซิโตเมทตริก เอ๊กซโพเฉอะ โดยที่เซนซิโตเมทตริกเอ๊กซโพเฉอะนั้นเป็นภาพอนุกรม ระดับความดำต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลจากการตอบสนองต่อขนาด เอ๊กซโพเฉอะที่ได้รับ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภท ดังนี้



ภาพที่ ๔.๕ แสดงลักษณะของแผ่นฟิล์มเซนซิโตเมทตริก เอ๊กซโพเฉอะ

๔.๖.๑.๑ ระบบเวลา หมายถึง แต่ละขั้นความดำนั้นเกิดจากเวลาที่ทำการเอ๊กซโพเฉอะที่ต่างกัน ซึ่งวัตถุที่ใช้ถ่ายนั้นมักจะเป็นแผ่นตะกั่ว ซึ่งมีความหนาประมาณ ๕ มม. วิธีการทำก็คือ เลื่อนแผ่นตะกั่วไปเป็นขั้น ๆ บนคาสเซทที่บรรจุฟิล์มภายใน โดยให้เวลาในการถ่ายเพิ่มขึ้นหนึ่งเท่าในทุก ๆ ขั้นที่ถัดไป เช่น ขั้นแรกใช้เวลา $\frac{1}{2}$ วินาที ขั้นต่อไป ใช้เวลา ๑, ๒, ๔, ๘ ..... เป็นลำดับ เพื่อให้ได้อัตราส่วนเป็น ๑ ต่อ ๒ ในแต่ละขั้นที่ถัดไป โดยกรณีนี้ เมื่อเทียบเป็นค่าล็อกแล้ว จะต่างกันในแต่ละขั้นที่ถัดไป เท่ากับ ๐.๓ หรือ ๑, ๑.๔, ๒, ๒.๘ ... ในอัตราส่วนประมาณ ๑ ต่อ ๑.๔ ซึ่งจะได้เป็นค่าล็อก เอ๊กซโพเฉอะสูงขึ้น ๐.๑๕

การที่จะได้ค่าถูกต้องแน่นอนเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้จากแถบความดำบนแผ่นฟิล์มภายหลังจากผ่านการล้างฟิล์มแล้วนั้น นำมาสร้าง แคแรคเตอริสติคเค้อบ อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบเวลานี้มีความยุ่งยากกว่าและมีช่วงเวลาเอ๊กซโพเฉอะกว้างเกินกว่าระบบความเข้ม จะเป็นเหตุให้ลดความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องกันไปบ้าง

๔.๖.๑.๒ ระบบความเข้ม ระบบนี้ แต่ละขั้นความดำนั้น เกิดจากความแตกต่างของความเข้มของรังสีที่ฟิล์มได้รับในแต่ละขั้นที่ถัดไป โดยให้เวลาเอ๊กซโพเฉอะคงที่ วิธีทำที่สะดวกที่สุดก็คือให้ระยะจากฟิล์มถึงโฟกัสคงที่ แต่ให้วัตถุซึ่งมักจะเป็นแท่งอลูมิเนียม มีระดับความหนาลดหลั่นกันเป็นลำดับ ซึ่งเรียกว่า สเตฟเวดจ (Stepped Wedge) หรือจะใช้เครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า ไลทเซนซิโตมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อการนี้โดยเฉพาะ

๑ สเตฟดเวดจ(Stepped Wedge) ที่นิยมใช้มีอยู่ ๒ ชนิด คือ ชนิดที่เป็นแท่งโลหะ มีรูปร่างเป็นขั้นบันได แต่ละขั้นมีความหนาต่างกัน หรือเรียกว่า อะซิมเมทตริคัล สเตฟเวดจ และอีกชนิดหนึ่งประกอบขึ้นด้วยแผ่นโลหะหนาเท่ากัน วางซ้อนกันขึ้นไป โดยมีจุดศูนย์กลางรวมกัน ให้ความยาวของแผ่นโลหะลดหลั่นกันเป็นระยะเท่า ๆ กันทั้งสองข้าง เรียกว่า ซับเมทตริคัล สเตฟเวดจ

โลหะที่ใช้นิยมใช้โลหะอลูมิเนียม โดยทางปฏิบัติแล้ว อะซิมเมทตริคัล สเตฟเวดจ มีความสะดวกต่อการใช้มากกว่า แต่ ซิมเมทตริคัล สเตฟ เวจ ให้ความแน่นอนมากกว่าสามารถเห็นถึงข้อบกพร่องได้ชัด เพราะมีข้อเปรียบเทียบทั้งสองข้างนั่นเอง

ก การแคลลิแบท สเตฟเวดจ (Calibrating Step Wedge)

๑ ทำการฉายรังสีแท่ง สเตฟเวดจ โดยใช้ค่า เค วี ค่าหนึ่งค่าใด ซึ่งความหนาแต่ละขั้น จะเพิ่มขึ้นในขนาดเท่า ๆ กัน (โดยพยายามให้ค่า เค วี สัมพันธ์อย่างพอเหมาะกับค่า ฮาฟ แฝลยู เลเยอร์ (Half value layer) ของโลหะนั้น ๆ

๒ ล้างฟิล์มและอ่านความเข้มของอนุกรมความดำบนแผ่นฟิล์มนั้น ถ้าปรากฏว่าการเอ็กซโพเฉอะนั้นต่ำหรือสูงเกินไป ให้ปรับเอ็กซโพเฉอะใหม่ให้ได้ระดับคววมดำประมาณช่วง ๑-๓.๐

๓ สร้างเคิฟบนกระดาษเคิฟ โดยแกนตั้งเป็นความดำ แกนนอนเป็นลำดับขั้น

๔ วัดหาค่า Log E ที่ต่างกันของแต่ละขั้นและหาค่าเฉลี่ย

๕ ค่า Log E ที่ต่างกันของแต่ละขั้นนี้ เป็นการแคลลิเบทที่ เฉพาะค่าเควีที่ใช้เท่านั้น ถ้าต้องการแคลลิเบทที่เควีสูงขึ้นหรือต่ำลงก็ทำวิธีเดียวกัน โดยถ้าใช้ค่าเควีสูงขึ้นจะทำให้ Log E ที่ต่างกันน้อยลง และในทางกลับกัน ถ้าใช้ค่าเควีต่ำลงจะทำให้ค่า Log E ที่ต่างกันสูงขึ้น

ข การใช้ สเตฟเวดจ ที่ผ่านการแคลลิแบท แล้ว

๑ ทำการเอ็กซโพสฟิล์มที่ทราบค่าแล้ว

๒ ทำการเอ็กซโพสฟิล์มที่ต้องการหา

๓ ล้างฟิล์ม

๔ เปรียบเทียบระดับความดำที่เท่ากันของฟิล์มทั้งสอง

๕ นับจำนวนขั้นที่ต่างกันของฟิล์มทั้งสอง

๖ คำนวณ Log E ต่อขั้นสำหรับค่าเควีที่ใช้ในขณะนั้น

๗ นำจำนวนขั้นที่ต่างกันคูณด้วยค่า Log E ต่อขั้น จะเท่ากับ Log E ที่ต่างกันทั้งหมด

๘ หาค่าแอนตี้ล็อกของ Log E ที่ได้ ค่านี้จะเป็นเอ็กซโพเฉอะ แฟคเตอร์

๔. คูณหรือหารค่า เอ็ม เอ เอส (MAS) ที่ใช้ ถ้าเดิมมีค่าต่ำกว่าก็ใช้วิธีคูณ ถ้าค่าเดิมสูงเกินไปก็ใช้วิธีหาร

ค. <u>การเปลี่ยนค่าเอ็กซโพเฉอะโดยใช้แคแรคเตอริสติคเค้อบ</u>

๑. ลองทำการเอ็กซโพสฟิล์มตามตารางการใช้ฟิล์มชนิดนั้น ๆ

๒. อ่านความดำที่บริเวณที่ต้องการ

๓. หาจุดบนแคแรคเตอริสติคเค้อบของฟิล์มนั้น ๆ ที่ให้ความดำตามที่วัดได้ ลากเส้นจากจุดบนเค้อบนั้นลงมาบนแกน Log E

๔. หาจุดความดำที่ต้องการ แล้วลากจากจุดนั้นบนเค้อบลงมาบนแกน Log E

๕. หาค่าแตกต่างกันบนแกน Log E แล้วหาค่าแอนตี้ล็อกนั้น

๖. ค่าแอนตี้ล็อกที่หาได้เป็นค่าเอ็กซโพเฉอะแฟคเตอร์

๗. ถ้าค่าความดำที่ต้องการ ณ บริเวณนั้น ๆ สูงกว่าที่วัดได้ก็เอาค่าเอ็กซโพเฉอะแฟคเตอร์คูณด้วยค่า เอ็ม เอ เอส ที่ใช้ ในการกลับกัน ถ้าค่าความดำต่ำกว่าที่วัดไว้ก็นำเอาค่า เอ็กซโพเฉอะแฟคเตอร์หารด้วยค่า เอ็ม เอ เอส ที่ใช้

๒. <u>ไลทเซนซิโตมิเตอร์</u> เป็นเครื่องมือที่ใช้ทำเซนซิโตเมทตริก เอ็กซ-โพเฉอะสติป สำหรับฟิล์มชนิดสกรีนฟิล์ม โดยเครื่องดังกล่าวนี้จะมีแสงจากหลอดไฟทังสเตน แสงนี้จะผ่านการกรองจากฟิลเตอร์ โดยให้มีแสงสีน้ำเงินหรือสีเขียว ตามแต่จะปรับเพื่อใช้กับฟิล์มที่ไวต่อแสงสีน้ำเงินหรือสีเขียว และอนุกรมระดับความดำที่ปรากฏบนแผ่นฟิล์มเกิดขึ้นจาก ความหนาที่แตกต่างกันของแผ่นฟิลเตอร์ที่วางขวางทางเดินของแสงจากหลอดไฟทังสเตน ซึ่งระดับความดำของแต่ละขั้นที่อยู่ติดกันนั้นจะต่างกัน มีค่า ๐.๓ ซึ่งหมายความว่า ความเข้มของแสงที่ทะลุผ่านไปถึงแผ่นฟิล์มต่างกันด้วย แฟคเตอร์ ๒ ดังนั้น Log E จากขั้นหนึ่งไปยังอีกขั้นหนึ่งจะมีค่า ๐.๓ ถ้านำความดำที่วัดได้ในแต่ละขั้นไปสร้างกราฟ โดยสัมพันธ์กับระดับขั้น