# บทที่ 5

## สรุปผลการวิจัย

5.1 การหาความไวต่อรังสีของฟิล์ม

จากผลการทดลองพบว่า ฟิล์มทดลองแต่ละชนิดมีความไวต่อรังสีไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความไวต่อแสงของฟิล์มชนิดนั้น ๆ กล่าวคือถ้ามีความไวต่อแสงสูงเท่าใดก็จะมีความไวต่อรังสีสูงเท่านั้น เช่น ฟิล์มที่มีความไว ASA 400 จะมีความไวต่อรังสีสูงกว่า ASA 200, หรือ 125 หรือ 32 เป็นต้น อย่างไรก็ตาม จากการทดลองพบว่า ความไวต่อรังสีของฟิล์มทดลองทุกชนิดมีลักษณะคล้ายกันอย่างเห็นได้ชัดอยู่ประการหนึ่งคือ จะมีความไวสูงสุดต่อรังสีที่มีพลังงานอยู่ในช่วง 30 - 50 keV เมื่อพลังงานเพิ่มขึ้นค่าความไวจะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ และมีค่าความไวอิ่มตัวต่ำสุดอยู่ที่ประมาณ 200 keV เป็นต้นไป

จงจินต์ ภัทรมนตรี[1] ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาออกแบบเครื่องวัดรังสีแบบแผ่นฟิล์มประจำตัวบุคคล พบว่าความไวต่อรังสีของฟิล์ม Kodak Radiation Monitoring Type 2 มีค่าสูงสุดอยู่ในช่วงพลังงาน 30 - 60 keV ซึ่งมีค่าความไวต่อรังสีที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของฟิล์มถ่ายรูปขาวดำซึ่งเป็นฟิล์มที่ใช้ในการทดลองนี้ การที่ฟิล์มทดลองและฟิล์มมาตรฐานมีค่าความไวต่อรังสีสูงสุดอยู่ในช่วงเดียวกันนั้น อาจอธิบายได้ว่า ฟิล์มทั้งสองประเภทนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยผลึก AgBr และผลึก AgBr นี้มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีสูงสุดอยู่ในช่วงพลังงาน 30 - 60 keV อย่างไรก็ตามเนื่องจากฟิล์มมาตรฐานเป็นฟิล์มที่ใช้งานเฉพาะด้านบันทึกปริมาณรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาซึ่งมีปริมาณของผลึก AgBr สูงกว่าของฟิล์มถ่ายรูปโดยทั่วไป ฉะนั้นความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ จึงสามารถเห็นได้ชัดเจนกว่า

---

[1] จงจินต์ ภัทรมนตรี "การศึกษาออกแบบเครื่องวัดรังสีแบบแผ่นฟิล์มประจำตัวบุคคล" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2510

จากการเปรียบเทียบความไวต่อรังสีของฟิล์มทดลองกับฟิล์มมาตรฐานพบว่าที่พลังงานเดียวกันฟิล์มมาตรฐานจะมีความไวสูงกว่าฟิล์มทดลองมากกล่าวคือ จากภาพที่ 4-21 หน้า 91 จะพบว่าที่ความหนาแน่นทึบแสง 0.5 ฟิล์มมาตรฐานและฟิล์มทดลอง Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) จะต้องได้รับรังสีพลังงาน 840 keV จาก $^{226}$Ra-Be จำนวน 300 และ 3600 มิลิเรินท์เกนตามลำดับ ดังนั้นความไวของฟิล์มมาตรฐานจึงมีค่าสูงกว่าฟิล์มทดลองชนิดที่มีความไวแสงสูงสุด (Kodak Tri-X-Pan, ASA 400) ถึง 12 เท่า

5.2 การจางหายของภาพแฝง

ผลจากการทดลอง ข้อ 4.3 พบว่าสำหรับกระบวนการล้างฟิล์มที่เหมือนกันทุกประการนั้น การจางหายของภาพแฝงขึ้นอยู่กับอิทธิพลของความชื้นและอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมเป็นส่วนใหญ่ และที่อุณหภูมิเท่ากัน บริเวณที่มีความชื้นสูงกว่า จะปรากฏการจางหายของภาพแฝงมากกว่า อนึ่งผลจากการทดลองนี้พบว่า การจางหายของภาพแฝงจะเกิดขึ้นไม่มากนักที่อุณหภูมิห้องปกติ (25-35°C ,40-70 % R.H) กล่าวคือในเวลา 3 เดือน จะจางหายเพียง 2.4 % เท่านั้น และที่ 20°C, 30-40 % R.H จะจางหาย 3.6 % แต่ที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูง การจางหายของภาพแฝงจะยิ่งมีค่าสูงขึ้นอย่างมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ คือ ที่ 3°C, 90-100 % R.H และ 20°C, 75-85 % R.H ภาพแฝงจะจางไปประมาณ 50 % ที่ 10°C, 85-100 % R.H จะจางหาย 65% และที่ 15°C, 80-90 % R.H จะจางหายไปเกือบ 100 % ทั้งนี้ภายในเวลา 3 เดือน เป็นที่น่าสังเกตว่า ที่ 15°C, 80-90 % R.H ปรากฏการจางหายของภาพแฝงสูงมากคือ จางไป 70 % ในเวลาเพียง 1 เดือน และจางหายไปเกือบทั้งหมดในเวลา 3 เดือน

จงจินต์ ภัทรมนตรี [1] ได้วิจัยเกี่ยวกับการจางหายของภาพแฝงจากฟิล์ม Kodak Radiation Monitoring Type 2 สรุปได้ว่า ที่อุณหภูมิห้องปกติจะมีการจางหายของภาพแฝงถึง 50 % ในเวลา 3 เดือน ซึ่งมีผลกระทบในงานด้านการบันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลมาก

---

[1] จงจินต์ ภัทรมนตรี "การศึกษาออกแบบเครื่องวัดรังสีแบบแผ่นฟิล์มประจำตัวบุคคล" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2510 (อัดสำเนา) หน้า 58-63

อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ฟิล์มถ่ายรูปในงานด้านการบันทึกปริมาณรังสีทั้งในด้านปริมาณรังสีเฉพาะแห่งและปริมาณรังสีที่บุคคลได้รับแล้ว ปัญหาด้านการจางหายของภาพแฝงจะมีน้อยมาก เพียงแต่เก็บฟิล์มไว้ในอุณหภูมิห้องปกติ (25-35°C) เท่านั้น

5.3 การเปรียบเทียบผลการวัดปริมาณรังสีของฟิล์มทดลองกับฟิล์มมาตรฐาน

ผลจากการทดลองข้อ 4.4 อาจจะแสดงได้ในรูปของเส้นกราฟ อย่างไรก็ตามเพื่อความสะดวกในการพิจารณาผลการเปรียบเทียบ อาจจัดรูปแบบการแสดงข้อมูลใหม่ ดังตารางในหน้า 96...

จากข้อมูลในตาราง สรุปได้ว่าเครื่องวัดรังสีมาตรฐานสามารถวัดอัตราปริมาณรังสีได้แม่นยำมาก เมื่อเทียบกับอัตราปริมาณรังสีที่คำนวนได้จาก $^{226}$Ra-Be คือ 200 มิลลิเรินท์เกนต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่ฟิล์มมาตรฐานและฟิล์มทดลองตามลำดับ กล่าวคือ เครื่องวัดรังสีมาตรฐานมีความคลาดเคลื่อนเพียง 2.9 % แต่ฟิล์มมาตรฐานคลาดเคลื่อนไป 34.4 % สำหรับฟิล์มทดลอง Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) ผลจากการทดลองคลาดเคลื่อนไป 44.3 % และผลจากการคำนวนจากสูตรมีความคลาดเคลื่อน 57.2 % ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนนี้นับว่าสูงมากอย่างไรก็ตามฟิล์มทดลองมีความคลาดเคลื่อนจากฟิล์มมาตรฐานเพียง 10-20 % เท่านั้น

มีสิ่งที่น่าสังเกตประการหนึ่ง ก็คือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นเนื่องมาจากผลการวัดที่ได้เกินความเป็นจริงทุกครั้ง ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้ฟิล์มถ่ายรูปในงานด้านการบันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลแล้ว อาจจะได้ขอมูลที่เกินความจริงไปบ้าง ประการนี้อาจเป็นผลกระทบถึงการวินิจฉัยเกี่ยวกับการประเมินผลอันตรายจากรังสีเพื่อความปลอดภัยแก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานได้มากขึ้น นั่นก็คือตัวผู้ปฏิบัติงานได้รับปริมาณรังสีน้อยกว่าปริมาณรังสีที่วัดได้เสมอ

อนึ่งฟิล์มทดลอง Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) นี้ถึงแม้ว่าความไวต่อรังสีจะน้อยกว่าฟิล์มมาตรฐานมากยังไม่สมควรจะนำมาใช้ในปัจจุบันนี้ก็ตามแต่ในกรณีที่มีความจำเป็นจริง ๆ เช่น กรณีฉุกเฉินทางรังสี, ภาวะสงครามธรรมดา และ

| Exposure time (min) | Victoreen | | | | Kodak RM Type 2 | | | | Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Experimental | | | | Calculated | | | |
| | Dose (mr) | Dose rate mr/min | average | Dose rate mr/mr | Dose (mr) | Dose rate mr/min | average | Dose rate mr/mr | Dose (mr) | Dose rate mr/min | average | Dose rate mr/mr | Dose (mr) | Dose rate mr/mim | average | Dose rate mr/mr |
| 30 | 101 | 3.37 | | | 120 | 4.00 | | | 150 | 5.00 | | | 161.5 | 5.38 | | |
| 60 | 205 | 3.42 | | | 270 | 4.50 | | | 225 | 3.75 | | | 244.9 | 4.08 | | |
| 90 | 310 | 3.44 | 3.43 | 205.8 | 390 | 4.33 | 4.48 | 268.8 | 500 | 5.55 | 4.81 | 288.6 | 551.1 | 6.12 | 5.24 | 314.4 |
| 120 | 416 | 3.47 | | | 610 | 5.08 | | | 590 | 4.92 | | | 643.1 | 5.36 | | |

ตารางที่ 5-1 แสดงผลการวิเคราะห์ผลการอัตปริมาณรังสีของฟิล์มทดลองเทียบกับฟิล์มมาตรฐาน

ภาวะสงครามนิวเคลียร์อาจจะสามารถนำมาใช้งานด้านการบันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลหรือปริมาณรังสีเฉพาะแห่งได้เป็นอย่างดี เช่น ในภาวะสงครามนิวเคลียร์อาจอาศัยข้อมูลจากฟิล์มถ่ายรูปในบริเวณห่างจากตำแหน่งระเบิดมากพอประมาณนั้นมาคำนวนปริมาณรังสีตามตำแหน่งนั้น ๆ และบุคคลที่อยู่ใกล้เคียงได้โดยใช้สูตรการคำนวนที่เสนอไว้ดังกล่าวแล้ว เป็นส่วนประกอบกับการวัดปริมาณรังสีโดยวิธีอื่น ๆ ด้วยเป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

(1) ในการนำฟิล์มถ่ายรูปขาวดำ มาทำเป็นฟิล์มบันทึกรังสีประจำตัวบุคคลนั้น จำเป็นจะต้องคำนึงถึง ความไวต่อรังสีพลังงานต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้แผนกรองรังสีเพื่อกำจัดการขึ้นอยู่กับค่าพลังงานออกไป อันเป็นผลให้การวัดปริมาณรังสีด้วยฟิล์มมีความถูกต้องยิ่งขึ้น จากการทดลองนี้ พบว่าฟิล์ม Kodak Tri-X-Pan (ASA 400) มีความไวต่อรังสีมากกว่าชนิดอื่น ๆ แต่เมื่อเทียบกับความไวของฟิล์มมาตรฐาน Kodak Radiation Monitoring Type 2 แล้ว ปรากฏว่ามีค่าต่ำกว่ามาก อย่างไรก็ตามสมควรที่จะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการออกแบบแผนกรอง เพื่อพร้อมที่จะนำฟิล์มถ่ายรูปมาใช้งานด้านการบันทึกปริมาณรังสีประจำตัวบุคคลในภาวะที่มีความจำเป็นในอนาคต

(2) สมควรที่จะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ฟิล์มถ่ายรูปขาวดำในงานด้านเรดิโอกราฟ (Radiography) เพื่อผลประโยชน์ด้านอุตสาหกรรมและเทคนิคการปฏิบัติงานอื่น ๆ ทั้งนี้ตามความเหมาะสมทั้งทางด้านเศรษฐกิจและการปฏิบัติงาน

(3) การวิจัยเกี่ยวกับฟิล์มถ่ายรูปนี้ กระบวนการที่สำคัญประการหนึ่งก็คือการล้างฟิล์ม เพื่อให้ผลงานสมบูรณ์ควรคำนึงถึงคุณภาพของน้ำยาเคมีที่ใช้ด้วย น้ำยาเคมีควรเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ปฏิบัติการล้างฟิล์ม หรือต้องเก็บรักษาไว้อย่างดีตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น การใช้น้ำยาเก่าที่หมดอายุการใช้งานแล้ว จะทำให้ผลการวัดความหนาแน่นทึบแสงคลาดเคลื่อนได้มาก