# บทที่ 5

## สรุปผล วิจารณ์ ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ การประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสีที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์จากรังสีและสารกัมมันตรังสีในประเทศไทยในอนาคต ตลอดจนการเสนอแนะแนวปฏิบัติและกรรมวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสีจากผลปริมาณกากกัมมันตรังสีที่ประเมินได้จากการวิจัยนี้ การประเมินข้อมูลดังกล่าว กระทำโดยการออกแบบสอบถามสถานภาพของการใช้สารกัมมันตรังสีและปริมาณกากกัมมันตรังสีชนิดต่างๆ ของหน่วยงานที่มีการใช้ประโยชน์จากรังสีและสารกัมมันตรังสีในประเทศไทยระหว่างปีพ.ศ 2533 - 2536 และนำข้อมูลที่ได้รับมาจัดสร้างฐานข้อมูลของการใช้สารกัมมันตรังสีและการจัดการกากกัมมันตรังสีภายในประเทศ

### สรุปผลการวิจัย

#### 1. การใช้สารกัมมันตรังสี

การใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตรังสี สามารถจำแนกได้ตามลักษณะกิจกรรมดังนี้

1.1. การใช้สารกัมมันตรังสีในการแพทย์ แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

ก. การใช้ในงานตรวจวินิจฉัยโรค สารกัมมันตรังสีที่ใช้ในกลุ่มงานนี้ได้แก่ H-3, Cr-51, Ga-67, Tc-99m, I-131, I-125 และ Tl-201

ข. การใช้ในงานรักษาโรค สารกัมมันตรังสีในกลุ่มได้แก่ Co-60, Cs-137, Ir-192และRa-226

1.2 การใช้สารกัมมันตรังสีในการศึกษาวิจัยวิทยาศาสตร์ อาทิเช่นด้านชีววิทยา มีการใช้สารกัมมันตรังสีใช้เป็นตัวติดตาม เป็นต้น สารกัมมันตรังสีที่การใช้มากได้แก่ H-3, C-14 เนื่องจากสามารถติดฉลากได้ง่าย อย่างไรก็ตามการใช้สารกัมมันตรังสีในกลุ่มนี้มีปริมาณไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับโครงการศึกษาวิจัยที่กำหนดขึ้นเป็นครั้งคราว

อนึ่งมีการใช้เทคนิคนิวตรอนแอคติเวชันในการศึกษาวิจัยวิทยาศาสตร์หลายด้านซึ่งมีผลทำให้เกิดกากกัมมันตรังสีหลากหลายชนิด แต่มิได้นับรวมในการสำรวจข้อมูลครั้งนี้ ทั้งนี้โดยพิจารณาว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ซึ่งนอกเหนือจากขอบเขตของงานวิจัยนี้

1.3 การใช้สารกัมมันตรังสีในอุตสาหกรรม จะใช้งานเกี่ยวพันกับขบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นต้น สารกัมมันตรังสีที่ใช้มักเป็นชนิดของแข็งหรือก๊าซบรรจุในภาชนะผนึกสนิท โดยมีอายุการใช้งานเฉลี่ย 1-2 เท่าของค่าครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี ได้พบว่าปัจจุบันมีการใช้งานในกลุ่มนี้เพิ่มสูงมาก

1.4 การใช้สารกัมมันตรังสีในกิจการเกษตร จะมีการใช้สารกัมมันตรังสีในงานวิจัยเกี่ยวกับ ดิน ปุ๋ย และในการวิจัยเพื่อปรับปรุงพันธุ์พืช, สัตว์ และมีปริมาณการใช้สารกัมมันตรังสีค่อนข้างน้อย

2 กากกัมมันตรังสีจากการใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตรังสี

ปริมาณกากกัมมันตรังสีจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณสารกัมมันตรังสีที่ใช้งานและชนิดของงานที่ใช้สารกัมมันตรังสีนั้นด้วย จากการประมาณการของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าปริมาณกากกัมมันตรังสีของแข็งเพิ่มขึ้น ร้อยละ 6.39 และของเหลวเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.68 ต่อปี ทั้งนี้กากกัมมันตรังสีส่วนใหญ่เกิดจากการใช้งานทางการแพทย์ โดยที่กากกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นมักเจือปนด้วยสารกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้น อาทิGa-67,Cr-51,Tc-99m,I-131 และ Tl-201เป็นต้น โดยมีอัตราการเพิ่มสำหรับกากกัมมันตรังสีของเหลวและของแข็ง ร้อยละ23.24 และ22.73ตามลำดับ

กากกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นจากการใช้งานทางการวิจัยวิทยาศาสตร์ ด้านชีววิทยาส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตยาวคือ H-3 ซึ่งกากของเหลวที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นสารละลายอินทรีย์และซินติลแลนต์ต่างๆ ปริมาณกากกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นไม่แน่นอน

กากกัมมันตรังสีจากการใช้งานทางอุตสาหกรรม ประกอบด้วยสารกัมมันตรังสีในภาชนะผนึกสนิทที่เลิกใช้แล้ว(used radiation source) กากกัมมันตรังสีพวกนี้จะมีวัสดุกำบังรังสีห่อหุ้มอยู่จึงทำให้มีน้ำหนักและปริมาตรสูงขึ้น ซึ่งอาจเพิ่มความยุ่งยากในการจัดการกากกัมมันตรังสีบ้าง นอกจากนั้นยังมีกากกัมมันตรังสีบางส่วนมาจากการใช้งานในการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย(Non Destructive Testing) จากการสำรวจพบว่ากากกัมมันตรังสีในกลุ่มนี้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

3 การจัดการกากกัมมันตรังสี

จากการสำรวจข้อมูลการเลือกวิธีการจัดกากกัมมันตรังสีพบว่า หน่วยงานผู้ใช้สารกัมมันตรังสีร้อยละ 67.81ส่งกากไปรับการบำบัดและจัดการ ณ กองจัดกากกัมมันตรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ โดยมีหน่วยงานบางส่วน คือประมาณร้อยละ 32.19 มีแผนงานที่จะจัดการกากกัมมันตรังสีด้วยตนเอง

หน่วยงานที่จัดส่งกากกัมมันตรังสีเข้ารับการจัดการที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ นั้นมีทั้งหน่วยงานราชการและเอกชน ส่วนใหญ่เป็นสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์และสถาบันการศึกษา ที่มีที่ตั้งของหน่วยงานอยู่ภายในกรุงเทพมหานคร

หน่วยงานที่ดำเนินการจัดการกากกัมมันตรังสีด้วยตนเองนั้น ส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานทางการแพทย์และดำเนินการจัดกากเฉพาะกากกัมมันตรังสีในลักษณะเป็นกากที่เจือปนด้วยสารกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้น และเป็นสารละลายของน้ำเป็นส่วนใหญ่ สำหรับกากกัมมันตรังสีนอกเหนือจากนี้ จะนำส่งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติทำการบำบัดต่อไป

หน่วยงานที่จัดการกากฯโดยการส่งสารกัมมันตรังสีกลับไปยังบริษัทผู้ผลิตในต่างประเทศนั้น มีทั้งหน่วยงานราชการและหน่วยงานเอกชนเช่นกัน ส่วนใหญ่เป็นกากกัมมันตรังสีชนิดของแข็งผนึกสนิทที่มาจากการใช้งานทาง อุตสาหกรรมและการใช้งานการฉายรังสีรักษาโรค อาทิ ต้นกำเนิดรังสี Co-60 Ir-192 โดยกากกัมมันตรังสีที่ใช้วิธีนี้มีอัตราการเพิ่มขึ้นทุกปี

4 <u>การประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสีในอนาคต</u>

การประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสี ที่มาจากการใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตรังสีด้านต่างๆ ในปี พ.ศ 2566 กระทำโดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจข้อมูลดังได้กล่าวแล้ว และใช้วิธีการประเมินด้วยกัน 2 วิธีคือ

ก. การประเมินปริมาตรกากกัมมันตรังสีจากสมการถดถอยแบบเส้นตรงได้ผลสรุปเป็นปริมาณกากกัมมันตรังสีในปีพ.ศ 2566 ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กากกัมมันตรังสีรวม
กากกัมมันตรังสีของแข็ง มีปริมาตรประมาณ 70 ลบ.เมตร
กากกัมมมันตรังสีของเหลว มีปริมาตรประมาณ 33 ลบ.เมตร

กลุ่มที่ 2 กากกัมมันตรังสีที่นำส่งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
กากกัมมันตรังสีของแข็ง มีปริมาตรประมาณ 50 ลบ.เมตร
กากกัมมมันตรังสีของเหลว มีปริมาตรประมาณ 8 ลบ.เมตร

ข. การประเมินปริมาณกากฯจากค่าเฉลี่ยของการเพิ่มขึ้นต่อปี ได้ผลลัพท์ว่ามีปริมาตรกากกัมมันตรังสีในปีพ.ศ 2566 คือ

กลุ่มที่ 1 กากกัมมันตรังสีรวม

กากกัมมันตรังสีของแข็ง มีปริมาตรประมาณ 165 ลบ.เมตร

กากกัมมันตรังสีของเหลว มีปริมาตรประมาณ 134 ลบ.เมตร

กลุ่มที่ 2 กากกัมมันตรังสีที่นำส่งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

กากกัมมันตรังสีของแข็ง มีปริมาตรประมาณ 120 ลบ.เมตร

กากกัมมมันตรังสีของเหลว มีปริมาตรประมาณ 20 ลบ.เมตร

เมื่อคำนึงถึงห้วงเวลาซึ่งยาวนานถึง 30 ปี จะเห็นได้ว่าค่าตัวเลขตามวิธีประเมินจากสมการถดถอยแบบเส้นตรง มีแนวโน้มที่จะคลาดเคลื่อนจากความจริงมากกว่าการประเมินตามวิธีที่สอง ทั้งนี้เนื่องมาจากการประมาณการของผู้ให้ข้อมูลมีลักษณะไม่แน่นอนและสภาพข้อมูลที่สำรวจได้เพียง 4 ปี อาจจะไม่พอเพียงสำหรับการแทนค่าในสมการมาตรฐานเช่นนั้น ดังนั้นจึงเห็นสมควรเลือกใช้ผลจากการประเมินปริมาณปริมาณกากฯที่เพิ่มขึ้นตามแบบที่ 2 เป็นข้อมูลบ่งชี้ปริมาณกากกัมมันตรังสีในอนาคต

5 การประเมินพื้นที่เก็บกากกัมมันตรังสีในอนาคต

จากปริมาตรกากกัมมันตรังสีดิบที่ประเมินได้ในปีพ.ศ 2566 จากบทที่ 4 โดยใช้สมการถดถอยแบบเส้นตรงคือกากกัมมันตรังสีของแข็งประมาณ 50 ลบ.เมตร และของเหลว 8 ลบ.เมตร ผู้วิจัยได้นำปริมาตรของกากกัมมันตรังสีเหล่านั้นมาประเมินหาปริมาตรรวมของกากกัมมันตรังสีที่ผ่านขบวนการบำบัดและการแปรสภาพกากกัมมันตรังสีตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ในบทที่ 3 โดยวิธีสมการถดถอย(ดูภาคผนวก ข) พบปริมาตรรวมของผลิตภัณฑ์กากกัมมันตรังสีที่จะทำการทิ้งมีปริมาตรทั้งหมดประมาณ 220 ลบ.เมตร. และผลของการประเมินจากกากกัมมันตรังสีดิบที่ได้จากการใช้วิธีทวีคูณร้อยละ พบว่าปริมาตรกากกัมมันตรังสีรวมที่จะทำการทิ้งมีจำนวนประมาณ 300 ลบ.เมตร

พื้นที่สำหรับสถานที่ทิ้งกากกัมมันตรังสีในอนาคตทั้งหมดประมาณ 30 ไร่ประกอบด้วยบริเวณที่เป็น buffer zone ประมาณ 25 ไร่ และบริเวณที่ทิ้งกากกัมมันตรังสี 5 ไร่

6 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้งในสิ่งแวดล้อม

จากการเก็บตัวอย่างน้ำจากลำคลองสาธารณะที่เป็นทางผ่านของ น้ำทิ้งบริเวณสถานปฏิบัติการทางรังสี มาตรวจวัดปริมาณรังสีด้วยวิธีวัดกัมมันตภาพ รังสีบีตารวม ผลปรากฏว่าตัวอย่างที่เก็บมาตรวจวัดทั้งหมด 6 ตัวอย่างนั้น มีค่าความแรงรังสีบีตารวมต่ำกว่าค่ามาตรฐาน(ดูจากภาคผนวก ง) ของการปล่อยน้ำทิ้งซึ่งกำหนดโดยสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

สรุปได้ว่าการระบายน้ำทิ้งทางรังสีจากหน่วยงานต่างๆ รวมทั้งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ไม่มีผลให้ประชาชนได้รับความเสี่ยงจากกัมมันตภาพรังสี แต่อย่างใด

## วิจารณ์ผล

1. หน่วยงานผู้ใช้สารกัมมันตรังสียังมีการเก็บข้อมูลของสารกัมมันตรังสีและกากกัมมันตรังสียังไม่สมบูรณ์พอ จึงทำให้การเก็บข้อมูลมีความยุ่งยาก

2. หน่วยงานผู้ใช้สารกัมมันตรังสีบางหน่วยงานมีการขออนุญาตครองครองสารกัมมันตรังสีแต่ไม่ได้มีการครอบครองที่แท้จริง จึงทำให้การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกิดอาจจะข้อผิดพลาดได้

3. การสร้างสมการพยากรณ์ผู้วิจัยได้ตัดข้อมูลส่วนที่มีผิดปกติออก เพื่อความแม่นยำของการพยากรณ์ของข้อมูล

4. ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่ได้จากการประมาณโดยผู้รับผิดชอบทางรังสีของหน่วยงานที่เก็บข้อมูล

5. ผลการประเมินประมาณกากกัมมันตรังสีในอนาคต อาจจะมีความคลาดเคลื่อนบาง เพราะข้อมูลที่นำมาใช้นั้นมีระยะเวลาเพียง 8 ปี แต่นำไปใช้ในการประเมินถึง 30 ปี

## ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ประสบความยากลำบากในเบื้องต้น เนื่องจากการรวบรวมข้อมูลการขออนุญาตมีไว้ในครอบครองและใช้สารกัมมันตรังสี ในประเทศไทย ยังไม่สมบรูณ์และหน่วยงานผู้ใช้สารกัมมันตรังสีบางแห่งยังขาดความรับผิดชอบในด้านการป้องกันอันตรายจากรังสี ทำให้ไม่ใส่ใจในการจัดเก็บและจัดการกากกัมมันตรังสี ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่นสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ควรจะต้องพิจารณาปรับปรุงทัศนคติของผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสีให้คำนึง ถึงความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งอาจจะต้องออกกฎระเบียบในเรื่องการป้องกันอันตรายจากรังสีเพิ่มเติมขึ้นอีก และกำหนดมาตรการด้านกากกัมมันตรังสีให้ชัดเจน

ในส่วนการดำเนินการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. ควรทำการสำรวจข้อมูลอย่างต่อเนื่อง อย่างน้อยประมาณ 2-4 ปีต่อครั้ง เพื่อให้ทราบข้อมูลที่ถูกต้อง และทำให้สามารถใช้ประเมินปริมาณการใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตรังสีและโอกาสเกิดมีกากกัมมันตรังสีในอนาคต ได้ถูกต้องแม่นยำขึ้น

2. ควรทำการสำรวจข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นต้นกำเกิดรังสีอย่างอื่นด้วย เช่น เครื่องเอ็กซ-เรย์ทางการแพทย์ เครื่องเอ็กซเรย์ทางอุตสาหกรรม เป็นต้น

3. การประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสีสำหรับอนาคต ควรคิดรวมปริมาณกากกัมมันตรังสีที่เกิดจากการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยและโรงไฟฟ้า นิวเคลียร์ ตลอดจนกากกัมมันตรังสีจากการพัฒนาแยกแร่กัมมันตภาพรังสีด้วย

4. การประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสีสำหรับอนาคต ข้อมูลที่นำมาใช้ควรเป็นข้อมูลมากกว่า 8 ปี เพื่อความสมบูรณ์ของปริมาณกากกัมมันตรังสีที่ประเมินได้

5. ควรศึกษาเรื่องการเลือกสถานที่ทิ้งกากกัมมันตรังสีและการประเมินราคาการก่อสร้างสถานที่ทิ้งกากกัมมันตรังสี

7. การตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งควรมีการเก็บตัวอย่างน้ำมากขึ้น เพื่อความสมบูรณ์ของการสรุปผล

8. ข้อมูลด้านการใช้สารกัมมันตรังสีและการจัดการกากกัมมันตรังสี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย