บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมเป็นที่สนใจของนักวิชาการและประชาชนทั่วไป ปริมาณรังสีในธรรมชาติซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนก็เป็นปัญหาหนึ่งที่หลาย ๆ หน่วยงานให้ความสนใจ [1] โดยเฉพาะ ทอรอน-220 (Rn-220) เป็นนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากดิน ทอรอน-220 สลายตัวมาจากอนุกรมทอเรียม ซึ่งเป็นอนุกรมหนึ่งในอนุกรมการสลายของธาตุกัมมันตรังสีบนผิวโลกที่มีอยู่ทั้งหมด 4 อนุกรม ได้แก่ อนุกรมทอเรียม (Thorium series) อนุกรมเนปจูเนียม (Neptunium series) อนุกรมยูเรเนียม (Uranium series) และอนุกรมแอคทิเนียม (Actinium series) [2]

อนุกรมเนปจูเนียมมีครึ่งชีวิตน้อยกว่าอายุโลกถึง 10^3 y ดังนั้นจึงไม่สามารถตรวจพบได้บนโลกเป็นระยะเวลานานมาแล้ว ส่วนอนุกรมแอคทิเนียมมีอยู่บนพื้นผิวโลกน้อยมาก เพราะฉะนั้นธาตุกัมมันตรังสีที่สำคัญจริง ๆ จึงอยู่ในสองอนุกรมเท่านั้น คือ อนุกรมทอเรียม และอนุกรมยูเรเนียม ซึ่งอนุกรมที่กล่าวถึงนี้จะให้ธาตุลูกที่อยู่ในสภาพแก๊ส ลอยปะปนอยู่ในอากาศ ได้แก่ อนุกรมยูเรเนียมที่จะให้เรดอน และอนุกรมทอเรียมที่จะให้ทอรอน [3]

ทอรอนเป็นสมาชิกในอนุกรมทอเรียมที่เป็นผลผลิตของทอเรียม-232 คล้ายกับเรดอนที่เป็นสมาชิกในอนุกรมยูเรเนียมที่เป็นผลผลิตของยูเรเนียม-238 ทอรอนมีสถานะเป็นแก๊สและไม่เสถียร ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศทั่วไปและปะปนอยู่ตามหิน ดิน ทรายที่อยู่ในวัสดุก่อสร้าง ทอรอนสลายตัวจะให้รังสีแอลฟา ที่มีพลังงาน 6.28 MeV โดยมีครึ่งชีวิตของการสลายที่ 55.6 s แล้วได้ผลิตผลเป็น พอโลเนียม-216 (Po-216) และ พอโลเนียม-212 (Po-212) ซึ่งเป็นผลิตผลที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ทั้งสองนิวไคลด์นี้เมื่อสลายตัวให้รังสีแอลฟาแล้วจะทำให้เกิดการสะสมอยู่ในอวัยวะการหายใจคือเนื้อเยื่อปอด และสร้างความเสียหายแก่เนื้อเยื่อ ก่อให้เกิดโรคมะเร็งที่ปอดได้ [4]

จากหลักฐานการค้นคว้าและวิจัยการวัดค่าความเข้มข้นแก๊สทอรอนในประเทศญี่ปุ่นและในประเทศจีน พบแก๊สทอรอนอยู่ในอาคารที่พักอาศัยค่อนข้างมาก จากการวิจัยในประเทศจีนพบว่าทั่วทั้งประเทศมีค่าความเข้มข้นแก๊สทอรอนถึง 80 $Bq \cdot kg^{-1}$ โดยบ้านที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันบ้านที่ทำด้วยอิฐหรือดินเหนียวมีค่าความเข้มข้นแก๊สทอรอนถึง 63 $Bq \cdot kg^{-1}$ และบ้านที่ทำด้วยคอนกรีตมีค่าความเข้มข้นแก๊สทอรอน 38 $Bq \cdot kg^{-1}$ นอกจากนี้ยังได้มีการวิจัยในอีกหลายประเทศที่

พบปริมาณทอรอนที่มีระดับความเข้มข้นสูง ซึ่งหากร่างกายได้รับแก๊สทอรอนเข้าไปสะสมอยู่ในร่างกายจำนวนมาก อาจมีอันตรายต่อสุขภาพของคนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น [5]

นอกจากนั้นยังมีการค้นคว้าหลักฐานที่เป็นผลกระทบจากแก๊สกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้นอื่นๆ โดยการทดลองกับสัตว์ในห้องทดลองและการศึกษาวิจัยจากเหมืองที่เมืองสกีนเบอร์กและเมืองโจว์ซีมสตัล [6] เมื่อประมาณ ค.ศ. 1920 มีรายงานว่าร้อยละ 50 ของกรรมกรเหมืองที่เสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งปอด [7] และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีรายงานว่ากรรมกรเหมืองแร่ยูเรเนียมในอเมริกาประมาณร้อยละ 16 เสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งที่ปอด หลังจากทำงานในเหมืองยูเรเนียมติดต่อกันเป็นเวลา 18 ปี [8] และในประเทศแคนาดาก็มีรายงานการเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งปอดของกรรมกรเหมืองแร่ในอัตราสูงเช่นเดียวกัน จากหลักฐานดังกล่าวทำให้หลายประเทศทั่วโลกให้ความสนใจศึกษาปริมาณความเข้มข้นของแก๊สทอรอนเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งในประเทศไทยก็มีการศึกษาในเรื่องนี้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน [9]

ความเข้มข้นของปริมาณแก๊สทอรอนในอากาศมีปริมาณที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่สถานที่ และที่น่าสนใจคือในอาคารบ้านเรือน เนื่องจากมีปริมาณความเข้มข้นของแก๊สทอรอนสูงกว่าอากาศภายนอกอาคาร ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของทอรอนในอาคาร มีดังนี้

1. ปริมาณของทอเรียม-232 จากชั้นดินที่จะสลายตัวให้แก๊สทอรอนซึมผ่านเข้ามาภายในอาคาร
2. ทอรอนที่มีแหล่งกำเนิดจากแหล่งน้ำ
3. ทอรอนที่เกิดมาจากวัสดุที่ใช้สร้างอาคาร
4. สภาพภูมิอากาศและอัตราการระบายอากาศของอาคาร [10]

ดังนั้นการวัดปริมาณความเข้มข้นของแก๊สทอรอนในอาคารจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ทราบถึงปริมาณความเข้มข้นของแก๊สทอรอน เพื่อระมัดระวังอันตรายที่จะมีต่อสุขภาพของมนุษย์หรือเพื่อค้นหาแหล่งแร่ทอเรียม ซึ่งการตรวจวัดที่ทำในงานวิจัยนี้จะเป็นการตรวจวัด โดยจะใช้แผ่นพลาสติก CR-39 เป็นตัวตรวจจับอนุภาคและพัฒนาวิธีการตรวจวัดวิธีนี้ไปด้วย [11]

1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการวัดระดับความเข้มข้นของแก๊สทอรอนที่มีอยู่ในอาคารบ้านเรือน
2. เพื่อทำการปรับเทียบมาตรฐานการตรวจวัดแก๊สทอรอนโดยวิธีการบันทึกรอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นพลาสติก

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของแก๊สทอรอนในบรรยากาศด้วยวิธีบันทึกรอยอนุภาคแอลฟา (Alpha track detector) โดยอาศัยแผ่นพลาสติก CR-39 เป็นตัวตรวจจับอนุภาคแอลฟา ซึ่งเกิดจากการสลายของแก๊สทอรอน โดยขั้นตอนการศึกษาเริ่มต้นจากการศึกษาวิธีการปรับเทียบมาตรฐานการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของแก๊สทอรอนโดยวิธีการบันทึกรอยอนุภาคแอลฟาและทำการปรับเทียบในแชมเบอร์ (Chamber) จากนั้นนำผลจากการปรับเทียบไปคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของแก๊สทอรอนในอาคารบ้านเรือนในเขตกรุงเทพมหานครและเขตจังหวัดใกล้เคียง โดยการนำตลับ CR-39 วางตามบ้านประชาชนเป็นเวลา 6-9 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมและเกิดรอยของอนุภาคแอลฟามากพอที่จะทำให้การวิเคราะห์แม่นยำ

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เกรย์ (Gy) คือ หน่วยวัดปริมาณของการดูดกลืนรังสี โดย 1 เกรย์ มีค่าเท่ากับ 1 จูลต่อกิโลกรัมของมวลสาร

2. ซีเวิร์ต (Sv) คือ ขนาดกำหนดของกัมมันตภาพรังสี โดย 1 ซีเวิร์ต มีค่าเท่ากับ 100 เรม (rem)

3. เบ็กเคอเรล (Becquerel, Bq) คือ หน่วยของความแรงรังสี โดย 1 เบ็กเคอเรล มีค่าเท่ากับการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีจำนวน 1 อะตอม ใน 1 วินาที หน่วยเบ็กเคอเรลตั้งขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแก่ผู้ค้นพบปรากฏการณ์กัมมันตภาพรังสี คือ อองรี เบ็กเคอเรล (Henri Becquerel) สัมพันธ์กับหน่วย คูรี่ (Ci) และรัทเทอร์ฟอร์ด (R) คือ 1 Ci = 3.7 X 10^{10} Bq และ 1 R = 10^{6} Bq [12]

4. ทอรอน (Rn-220) หมายถึง ผลิตผลของเรเดียม-232 อยู่ในสภาพแก๊ส

5. พลาสติก CR-39 หมายถึง พลาสติกโพลีอัลลิลไกลคอลคาร์บอเนต (Polyallyldiglycol carbonate) เป็นพลาสติกชนิดพิเศษที่มีคุณสมบัติในการบันทึกรอยอนุภาคแอลฟา เหมาะสำหรับการใช้งานภาคสนามโดยวางอุปกรณ์นี้ไว้ให้ได้รับแก๊สทอรอนเป็นเวลานาน ๆ เป็นเดือนเพื่อหาค่าเฉลี่ยของการวัดระยะยาวและต้องใช้กรดกัดเพื่อขยายรอยอนุภาคแอลฟา [13]

6. รอยอนุภาคแอลฟา (Alpha track) หมายถึง รอยที่ปรากฏบนแผ่นพลาสติก CR-39 ที่เกิดจากการชนของอนุภาคแอลฟาที่สลายมาจากทอรอน

7. เรดอน (Rn-222) หมายถึง ผลิตผลของยูเรเนียม-238 อยู่ในสภาพแก๊ส

8. **วิธีแทรค-เอทช์** (Track-etch method) **หมายถึง วิธีการกัดหารอยของอนุภาคแอลฟาที่ชนกับแผ่นพลาสติก** CR-39 **โดยใช้สารละลาย** NaOH **ที่มีความเข้มข้นและอุณหภูมิพอเหมาะที่จะเป็นตัวกัดผิว**

9. **อาคาร หมายถึง สิ่งก่อสร้างโดยมนุษย์** ซึ่งมักจะประกอบด้วยส่วนประกอบ**ทางสถาปัตยกรรมมากกว่าหนึ่งอย่างและมักตั้งอยู่บนพื้นดิน** อาคารในการวิจัยนี้ หมายถึง **อาคาร** บ้านเรือน **ที่พักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล**

1.5 ขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนของงานวิจัย มีดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสารและหนังสืออ้างอิงที่เกี่ยวข้อง
2. จัดระบบและภาพแบบการปรับเทียบแก๊สทอรอนและทดสอบประสิทธิภาพ
3. หาประสิทธิภาพของวิธีการกัดรอยพลาสติก CR-39
4. วัดค่าแก๊สทอรอนจากแหล่งกำเนิดทอรอน
5. ทดลองวัดแก๊สทอรอนในอาคารบ้านเรือนจริงในเขตกรุงเทพมหานครและพื้นที่ใกล้เคียง
6. วิเคราะห์ผล สรุป และเขียนเป็นเป็นวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยครั้งนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้ คือ

1. ทำให้ทราบค่าระดับมูลฐานของความเข้มข้นของแก๊สทอรอนที่**มีในอากาศตามธรรมชาติ** ภายในอาคารบ้านเรือนลักษณะต่างๆ

2. **ทำให้ทราบปริมาณรังสีที่ประชากรได้รับ** อันเนื่องมาจากแก๊สทอรอน ซึ่งเป็นไอโซโทปรังสีที่เกิดขึ้นและ**มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เพื่อเป็นแนวทางการประเมินจำนวนผู้เสียชีวิตด้วย**โรคมะเร็งปอด

3. นี้สามารถใช้เป็นแนวทางการสำรวจหาแหล่งทอเรียมทางอ้อม โดยอาศัยแก๊สทอรอนเป็นตัวชี้บอก เพราะแก๊สทอรอนนี้เป็นแก๊สกัมมันตรังสีที่อยู่ในอนุกรมการสลายของทอเรียม-232 โดยในการสำรวจจะทำการตรวจวัดแก๊สทอรอนตามอาคารบ้านเรือนตามจุดต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑลในช่วงเวลาประมาณสามเดือน แล้วนำผลการตรวจวัดไปทำแผนที่แสดงความเข้มข้นของแก๊สทอรอน