บทที่ 1

บทนำ

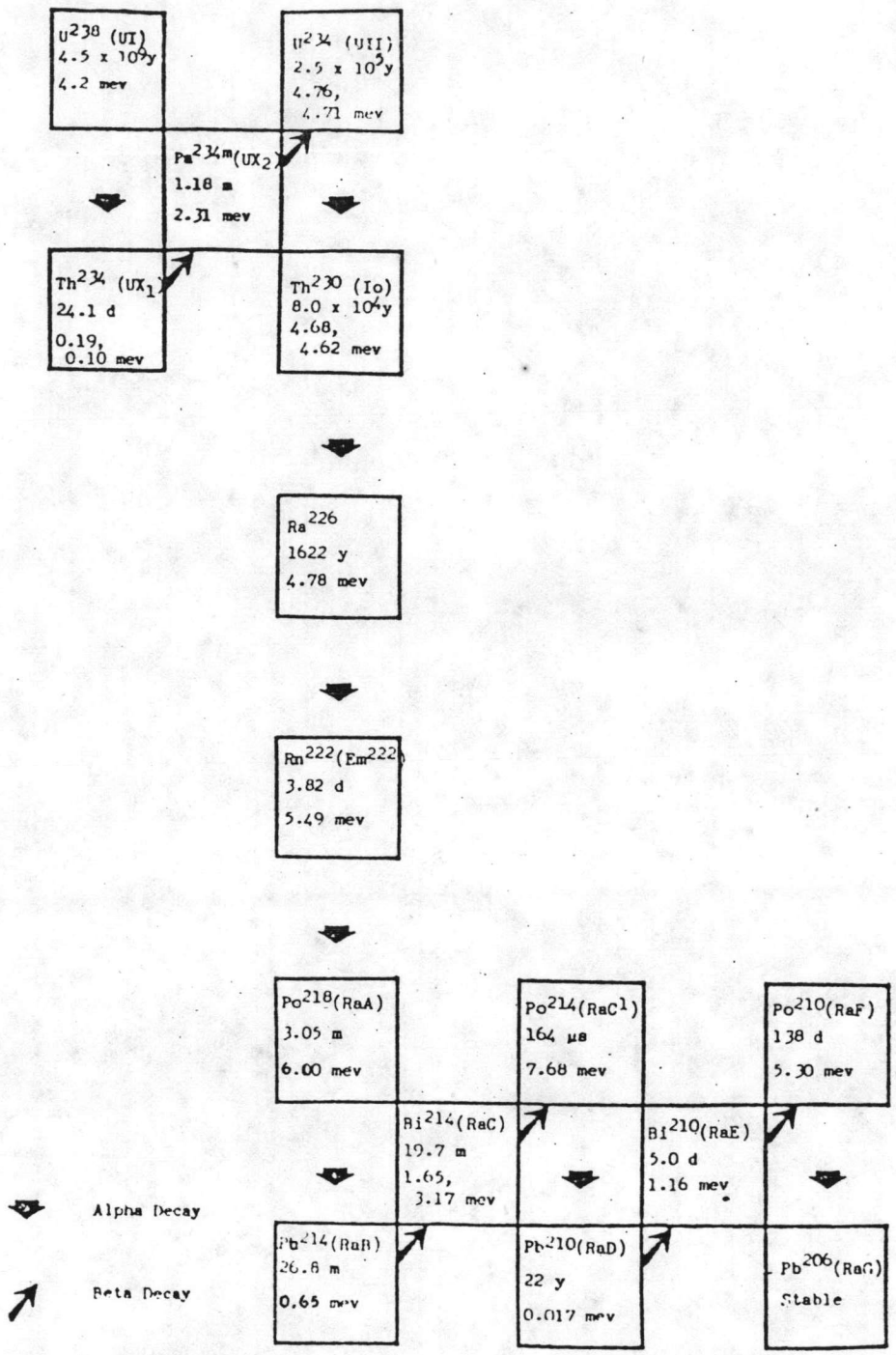
1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เรดอนเป็นแก๊ซกัมมันตรังสีธรรมชาติ มีสัญญลักษณ์ทางเคมีคือ "Rn" เรดอนที่มีเลขมวล 222 มีค่าครึ่งชีวิต 3.825 วัน (C.M.Lederer and V.S.Shirley , 1978) แพร่กระจายออกมาจากพื้นผิวโลก โดยการสลายตัวของธาตุเรเดียม-226 (Ra-226) ในอนุกรมยูเรเนียม (Uranium Series) ซึ่งมีธาตุกัมมันตรังสียูเรเนียม 238 เป็นตัวตั้งต้นอนุกรม โดยธาตุยูเรเนียม-238 จะสลายตัวให้ธาตุกัมมันตรังสีที่มีการเปลี่ยนแปลงและสลายตัวต่อไปเรื่อยๆถึง 14 ครั้ง แล้วจึงกลายเป็นธาตุตะกั่ว-206 (Pb-206) ซึ่งเป็นธาตุที่เสถียร (Stable) ดังปรากฏในตารางที่ 1.1 และ รูปที่ 1.1 (J.H.Harley ,1977) ธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติโดยทั่วไปรวมทั้งยูเรเนียม-238 และ เรเดียม-226 ที่เกิดจากการสลายตัวของอนุกรมยูเรเนียมจะมีปะปนอยู่ในทรัพยากรธรรมชาติประเภทต่างๆในปริมาณมากน้อยต่างๆกัน ดังปรากฏในตารางที่ 1.2 และ 1.3 (UNSCEAR , 1982)

เนื่องจากเรดอนมีคุณสมบัติเป็นแก๊ซเฉื่อย จึงไม่รวมตัวหรือทำปฏิกิริยากับธาตุใดๆ แต่จะลอยปะปนอยู่กับอากาศรอบๆตัว และสลายตัวหมดไปตามค่าครึ่งชีวิตของตัวเอง เรดอนสลายตัวให้ธาตุกัมมันตรังสีครึ่งชีวิตสั้นในธรรมชาติหลายตัว แต่ที่สำคัญๆ คือ โพโลเนียม-218 (Polonium-218 หรือ Radium A หรือ RaA) และโพโลเนียม-214 (Polonium-214 หรือ RaC') ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิตเป็น 3.05 นาที และ 1.64×10^{-4} วินาที ตามลำดับ (C.M.Lederer and V.S.Shirley,1978) ธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติสองตัวนี้จะสลายตัวให้อนุภาคแอลฟา ซึ่งมีรายงานว่าคนงานในเหมืองแร่ใต้ดินที่ทำงานในบริเวณที่มีเรดอนสูงกว่า 100 พิโคคูรี่ต่ออากาศ 1 ลิตร หรือ 3.7 เบคเคอเรล

ตารางที่ 1.1 ธาตุกัมมันตรังสีในอนุกรมยูเรเนียม

Common name or symbol	Isotope	Half life	Principal radiations	Alpha energy (MeV)	Gamma-ray quanta per disintegration	Average gamma-ray energy (MeV)
Uranium I	^{238}U	4.49×10^9 yr	α	4.18		
Uranium X_1	^{234}Th	24.1 days	β			
Uranium X_2	^{234}Pa	1.17 min	β			
Uranium II	^{234}U	248,000 yr	α	4.76		
Ionium	^{230}Th	80,000 yr	α	4.68 (75%) 4.61 (25%)		
Radium	^{226}Ra	1,602 yr	α	4.78 (94.3%) 4.69 (5.7%)		
Radon	^{222}Rn	3.825 days	α	5.486		
Radium A	^{218}Po	3.05 min	α	5.998		
Radium B	^{214}Pb	26.8 min	β			
			γ		0.82	0.295
Radium C	^{214}Bi	19.7 min	β			
			γ		1.45	1.050
Radium C′	^{214}Po	164 μsec	α	7.68		
Radium D	^{210}Pb	22 yr	β			
			γ		1.0	0.047
Radium E	^{210}Bi	5.02 days	β			
Radium F	^{210}Po	138.3 days	α	5.298		
Radium G	^{206}Pb	Stable	Stable			



รูปที่ 1.1 แผนผังการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีในอนุกรมยูเรเนียม

แหล่งที่มา : J.H.Harley (Editor) HASL Procedure Manual (1977)

ตารางที่ 1.2 ปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติในถ่านหินในประเทศต่างๆ

(หน่วย: เบคเคอเรล ต่อ กิโลกรัม)

Origin	^{40}K	^{238}U decay series				^{232}Th decay series	
		^{238}U	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po	^{232}Th	^{228}Ra
Australia			30- 48				
Brazil	370		100			67	
Canada	440		30			26	
Czechoslovakia			4.1- 13				
China			7				
Germany, Fed. Rep. of							
Bituminous coal		< 40	20	25	30	< 20	
Brown coal		15	< 10	10	10	< 7	
Hungary			1.5				
India			25				35
Italy							
Lignite from central Italy		15-25	4-15	25-50		70-110	
Lignite from Sardinia		250					
Poland							
Average	290	38				30	
Range	37-760	2-140				7-110	
South Africa	110		30			20	
USSR							
Average	120	28			22		
United Kingdom							
Average	120	17				17	
Range		11-23	7.4-94			2.4-19	
United States							
West	110	20	16	17		13	13
Illinois and Kentucky	44	27				8.5	
Alabama, Tennessee, Kentucky	120		8.9			27	
Wyoming 1			0.52	10			
Wyoming 2		18		31	41		
Applachia, Illinois, Montana, Pennsylvania, and Wyoming	70	16	14			8.9	
Country average a/	52	18				21	
Venezuela	110		< 20			< 20	

a/ Arithmetic mean activity concentrations of 910 samples of coal originating form several United States mines. The results, give in Beck,H.L.,C.V.Gololak, K.M.Miller et al.,1980 , are complied form data contained in Farmer,B.M., C.E.Styron,C.A.Phllips et al.,1977 and Swanson,V.E., J.H.Medlin, J.R.Hatch et al.,1976

แหล่งที่มา : UNSCEAR (1982) หน้า 124

ตารางที่ 1.3 ปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติในเถ้าถ่านหินในประเทศต่างๆ (หน่วย: เบคเคอเรล ต่อ กิโลกรัม)

Type of ash and origin		^{40}K	^{238}U decay series				^{232}Th decay series		
			^{238}U	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po	^{232}Th	^{228}Th	^{228}Ra
BOTTOM ASH (slag)									
Australia				250					
Germany, Fed.Rep.of	(1)			130				96	
	(2)	520		170 a/				140	
Japan									
Central				4	740			560	44
Southern				37	300			90	20
Northern				20	3900			250	55
Poland									
Average		500	48				44		
Range		280-1200	17-100				15-120		
USSR		370		78		7.4	70		
United States									
West		240	81	81	30		67		67
Ill. and Kent.		480	180				59		
Pennsylvania		480	67	59			52		
Wyoming 1				20	37				
Wyoming 2			93		210	190			
FLY-ASH (collected)									
Germany, Fed.Rep.of									
Bituminous coal			300	200	2000	2000	100		
Brown coal			70	40	60	100	30		
India				100					130
Italy									
Central			80-100	40-70	44-330		300		
Sardinia			1000						
Poland									
Average		730	97				74		
Range		180-1500	44-170				33-130		
United States									
Appalachia 1				140			96		89
Appalachia 2		780		70			52		
Appalachia 3		410		100			44		44
Appalachia 4		700	96	90			89		
Ill. and Kent.		590	130				81		
Pennsylvania		700	85	85			78		
Wyoming 1				30	370	480			
Wyoming 2			160		210	200			
West		260	110	100	78		81		81
Appalachia, Midwest and West		480	89				170		
FLY-ASH (escaping)									
Australia				520					
Germany, Fed. Rep. of									
Bituminous coal			300	300	3000	5500	100		
Brown coal			100	70	200	300	40		
Hungary				20-560					
United States									
West b/		260-270			160-630			100-120	100-160
Wyoming 1				15	630	700			
Wyoming 2 c/			200		410	250			

a/ Derived from the assumption that radium-228 is in radioactive equilibrium with thorium-228.

b/ Range of values obtained for four different size fractions (2.4 to 18.5 μm mass median diameter).

c/ Derived from the assumption that the enrichment between collected and escaping fly-ash is equal to 1.3 for uranium-238.

ต่ออากาศ 1 ลิตร ตายด้วยโรคมะเร็งปอดกันมาก (V.E.Archer, E.P.Radford and O.Axelson, 1979) ตามความเป็นจริงแล้วเรดอนไม่ได้เป็นตัวที่ทำให้เกิดมะเร็งปอด แต่ตัวที่ทำให้เกิดมะเร็งปอดคือไอโซโทป 2 ตัวของอนุภาคโพโลเนียม-218 และโพโลเนียม-214 (W.F.Bale,1951 and J.H.Harley,1952) ดังนั้นถ้าในอากาศที่เราหายใจมีอนุภาคแอลฟาทั้งสองตัวนี้ปนอยู่มาก ก็จะทำให้ผู้ที่หายใจอยู่ในบริเวณนั้นนานๆมีโอกาสเป็นมะเร็งปอดได้ ด้วยเหตุนี้ในบริเวณที่มีเรดอนปนอยู่ในอากาศมากจะจัดได้ว่าเป็นบริเวณที่ไม่ปลอดภัย เช่น อากาศในเหมืองใต้ดิน เพราะถ้าการทำเหมืองนั้นมีการระบายอากาศภายในไม่ดีพอ จะทำให้เกิดการสะสมเพิ่มปริมาณของเรดอนให้มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งก็เท่ากับว่าเป็นการเพิ่มธาตุกัมมันตรังสีครึ่งชีวิตสั้นที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพให้มากขึ้นด้วย ถ้าการสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆอาจทำให้เกิดมะเร็งปอดได้ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

การนำเอาทรัพยากรธรรมชาติประเภทต่างๆมาใช้ เช่น การขุดถ่านหินมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า หรือการทำเหมืองแร่ชนิดต่างๆจะทำให้ระดับแก๊ซกัมมันตรังสีเรดอนแพร่กระจายออกมาจากใต้ดินได้เร็วขึ้น ดังนั้นการขุดเจาะและการระเบิดก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ปริมาณเรดอนเพิ่มมากขึ้นด้วย ในสภาพปกติทั่วๆไปของการทำเหมืองแบบเปิด เรดอนจะลอยออกมาตามช่องว่างหรือรูพรุนภายในจนถึงผิวหน้าของทรัพยากรธรรมชาตินั้น แล้วจึงแพร่กระจายออกจากพื้นดินลอยออกมาปะปนกับอากาศเหนือบริเวณนั้นและจะถูกเจือจางลงอย่างรวดเร็วด้วยมวลอันมหาศาลของอากาศรอบๆ ดังนั้นระดับเรดอนในบริเวณเหมืองจะขึ้นอยู่กับ ความสามารถในการผ่านออกมาของเรดอนจากก้อนแร่ด้วย ซึ่งความสามารถในการผ่านออกมาของเรดอนจากก้อนแร่นั้น เรียกว่า " ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนจากแร่ " (Emanation Coefficient) ค่าดังกล่าวนี้จะเปรียบเทียบได้ในแร่แต่ละชนิดเมื่อทำให้แร่นั้นๆมีขนาดใกล้เคียงกัน

ในปัจจุบัน ลิกไนต์เป็นแร่ที่ใช้ป้อนเข้าสู่โรงงานผลิตไฟฟ้า ที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปางและจังหวัดกระบี่ ส่วนโมนาไซต์และตะกรันดีบุกเป็นที่น่าสนใจว่าในอนาคตอันใกล้นี้อาจจะมีการนำเอาแร่ทั้งสองนี้ มาแปรสภาพให้เป็นแร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง ดังนั้นความสามารถในการเล็ดลอดออกมาจากแร่ของเรดอนหรือ ค่าสัมประสิทธิ์การ

ปล่อยเรดอนจากแร่ชนิดต่างๆดังกล่าวนั้น จะเป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อไป

1.2 <u>วัตถุประสงค์</u>

1.2.1 เพื่อหาปริมาณเรดอนที่ถูกปล่อยออกมาจากแร่โมนาไซต์ ตะกรันดีบุก ลิกไนต์ เถ้าลอยและเถ้าจมลิกไนต์ (Fly ash and Bottom ash)

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนจากแร่โมนาไซต์ ตะกรันดีบุก ลิกไนต์ เถ้าลอยและเถ้าจมลิกไนต์

1.3 <u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

1.3.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยเรดอน กับ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างชนิดต่างๆ

1.3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวอย่าง (กิโลกรัม) กับ อัตราการปล่อยเรดอน

1.3.3 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนของตัวอย่างแต่ละชนิด

1.3.4 ศึกษาค่าเรดอนฟลักซ์ของตัวอย่างแต่ละชนิด

1.4 <u>ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย</u>

1.4.1 ค้นคว้าศึกษาและรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวกับการวิจัย

1.4.2 เตรียมซินทิลเลชันเซลล์ (Alpha Scintillation Cell)

1.4.3 เตรียมตัวอย่างและดำเนินการวัดตามขั้นตอน

1.4.4 คำนวณ และ เตรียมข้อมูล

1.4.5 สรุป และ เขียนรายงานผลการวิจัยพร้อมทั้งวิจารณ์

1.5 <u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1.5.1 ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยเรดอน กับ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างนั้นๆ

1.5.2 ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวอย่าง กับ อัตราการปล่อยเรดอน

1.5.3 ได้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยเรดอนของตัวอย่าง

1.5.4 ได้ค่าเรดอนฟลักซ์ของตัวอย่าง

1.5.5 ได้ข้อมูลพื้นฐานซึ่งอาจจะนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับตัวอย่างเหล่านี้

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย