บทที่ 7 การประเมินอัตราการได้รับรังสีเนื่องจากก๊าซเรดอนและโทรอน

บทที่ 7
การประเมินอัตราการได้รับรังสีเนื่องจากก๊าซเรดอนและโทรอน

ในการประเมินถึงอัตราการได้รับรังสีเนื่องจากก๊าซเรดอนและโทรอนนั้นทางคณะผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการตรวจวัดที่ได้จากการสำรวจภาคสนามครั้งที่ 2 เพื่อใช้ในการประเมินค่าปริมาณรังสียังผล (effective dose) จากการได้รับธาตุลูกหลานเรดอนและโทรอน โดยใช้โปรแกรม LUDEP 2.6–Personal Computer Program for Calculating Internal Dose โดยใช้ ICRP Publication 66 Respiratory Tract Model ซึ่งในโปรแกรมนี้จะถือว่า อัตราปริมาณรังสีที่ได้รับจากก๊าซเรดอนหรือโทรอนนั้นแตกต่างกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคลูกหลานเรดอนหรือโทรอนที่เราหายใจเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งจากการเข้าสำรวจพื้นที่ภายในบริษัทไทยซาร์โกนั้น คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจวัดขนาดของอนุภาคลูกหลานเรดอนและโทรอนแบบ attached fraction พบว่า ปริมาณขนาดอนุภาคลูกหลานที่ตรวจวัดได้เป็นอนุภาคลูกหลานของเรดอน ดังนั้นทางผู้วิจัยจะทำการประเมินค่าปริมาณรังสียังผลของเรดอน หรือ effective dose from radon หรือที่รู้จักโดยทั่วไปคือ Dose conversion factor (DCF) ซึ่งค่า DCF ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะถือว่า ปริมาณรังสีที่ได้รับส่วนใหญ่นั้นขึ้นอยู่กับค่า unattached fraction (fp) และสามารถหาได้จากสมการด้านล่าง

$$DCF = DCF_{ae} + C_{f_p} \quad \text{.....(1)}$$

เมื่อ DCF_{ae} = DCF จากการประเมินค่า attached fraction

C = ค่าคงที่ของ DCF จากการประเมินค่าของ unattached fraction (DCF_{un})

จากการประเมินค่า DCF_{ae} **ของ** attached fraction นั้นทางคณะผู้วิจัย จะใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ คือค่า AMAD และ σg ในตารางที่ 6.5 ในการคำนวณ ส่วนพารามิเตอร์อื่น ๆ นั้นทางคณะผู้วิจัย ใช้จากเอกสารอ้างอิงของ Ishikawa et, al (2001) ซึ่งจากการคำนวณด้วยโปรแกรม LUDEP ค่าที่คำนวณได้ดังแสดงในตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 DCF_{ac} จากการคำนวณด้วยโปรแกรม LUDEP

Location	DCF_{ac} (nSv/(Bq h m^{-3}))
1.HSE office	22.0
2.Ore sampling area	31.1
3.Tantalum storage area	29.8

แต่เนื่องจากการสำรวจครั้งนี้มิได้ทำการตรวจวัดการกระจายตัวของ unattached fraction ทางคณะผู้วิจัยจึงขอใช้ค่าตัวอย่างการกระจายตัวโดยทั่วไปของสถานประกอบการอื่น (Ishikawa et, al: 2001) ที่มีลักษณะเทียบเคียงกับทางบริษัทไทยซาร์โก ซึ่งมีค่าการกระจายตัวของอนุภาค unattached fraction อยู่ที่ 1.1 nm และ σg เท่ากับ 1 ทำให้คำนวณค่า DCF_{un} ได้เท่ากับ 148.4 nSv/(Bq h m^{-3}) ดังนั้นตามหลักพื้นฐานของค่า DCF ในสมการที่ 1 ทำให้ได้สมการที่จะใช้ในการคำนวณค่า DFC ของแต่ละพื้นที่ภายในบริษัทดังต่อไปนี้

HSE office: DCF = 22.0 + 126.4*fp* nSv/(Bq h m^{-3}).....(2)

Ore sampling area: DCF = 31.1 + 117.3*fp* nSv/(Bq h m^{-3}).....(3)

Tantalum storage area: DCF = 29.8 + 118.6*fp* nSv/(Bq h m^{-3}).....(4)

เมื่อใช้สมการข้างต้นของแต่ละพื้นที่ และค่า *fp* ที่ตรวจวัดได้ในแต่ละพื้นที่ในตารางที่ 6.2 ในการคำนวณค่า DCF นั้น พบว่าค่า DFC (ดังแสดงในตารางที่ 7.2) ของแต่ละพื้นที่มีค่าแตกต่างกัน และค่าที่คำนวณได้ในพื้นที่ HSE office มีค่าเท่ากับค่าที่คำนวณได้เมื่อใช้ค่าพารามิเตอร์การกระจายตัวของลูกหลานเรดอนตามเอกสารอ้างอิง (AMAD=250 nm, σg=2.5)

ตารางที่ 7.2 ค่า DCF ที่ได้จากการคำนวณ

Location	DCF (nSv/(Bq h m^{-3}))	
	Real condition	Reference condition
1.HSE office	96.6	96.6
2.Ore sampling area	73.3	
3.Tantalum storage area	65.4	

ในการประเมินอัตราการได้รับรังสีเนื่องจากก๊าซเรดอนสำหรับพนักงานที่ทำงานในพื้นที่นั้น ๆ ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซเรดอน ทุก ๆ 3 เดือนเป็นระยะเวลารวม 9 เดือน ด้วย Alpha track-etch film ผลการตรวจวัดดังแสดงในตารางที่ 6.6 แต่เนื่องจากการประเมินปริมาณรังสีจากธาตุลูกหลานเรดอนต้องใช้ค่า Equilibrium equivalent Radon concentration (EECRn) คณะผู้วิจัยจึงคำนวณค่า EECRn จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นเรดอนเฉลี่ยตลอด 9 เดือน โดยใช้พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดแบบระยะสั้น คือ ใช้ค่าความเข้มข้นของเรดอนที่ตรวจวัดได้ในพื้นที่ด้วย RAD 7 (ตารางที่ 6.1) และค่าความเข้มข้นของลูกหลานเรดอนที่ตรวจวัดได้ด้วย WLx (ตารางที่ 6.2) ทำให้ได้ค่า equilibrium factor (F) ของแต่ละพื้นที่ดังแสดงในตารางที่ 7.3 และเมื่อใช้ค่า F ที่ได้คำนวณหาค่า EECRn จากการตรวจวัดแบบระยะยาว (ตลอด 9 เดือน) ทำให้ได้ค่า EECRn สำหรับใช้ในการประเมินปริมาณรังสีที่ได้รับ สำหรับพื้นที่ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่

7.4 และผลจากการประเมินอัตราการได้รับรังสีจากก๊าซเรดอนค่าที่ได้ดังแสดง ในตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.3 ค่า equilibrium factor (F) ที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละพื้นที่

Location	Equilibrium Factor (F)[a]
1.HSE Office	0.52
2.Ore sampling area	0.89
3.Tantalum storage area	0.79

[a] F is the equilibrium factor as a ratio of EECRn to radon concentration ซึ่งค่า F ที่แสดงในตารางได้คำนวณมาจากค่าความเข้มข้นเรดอนที่ตรวจวัดได้ในพื้นที่จากตารางที่ 6.1 และค่าความเข้มข้นของลูกหลานเรดอน (EECRn) ที่ตรวจวัดได้ในพื้นที่จากตารางที่ 6.2

ตารางที่ 7.4 ผลการประเมินอัตราการได้รับรังสีเนื่องจากก๊าซเรดอนของพนักงานในพื้นที่ต่าง ๆ

Location	EECRn[b] (Bq m^{-3})	The effective dose rate (mSv/9 months)	
		Real condition*	Reference condition*
1.HSE office	21.84	3.16	3.16
2.Ore sampling area	5.34	0.59	0.77
3.Tantalum storage area	13.43	1.31	1.95

[b] EECRn is the equilibrium equivalent concentration of radon, that was calculated using “Correction Factor (CF)”, and the CF was estimated assuming a certain activity concentration ratio: ^{218}Po, ^{214}Pb and ^{214}Bi = 1:1:1. However, in actual environment, the concentration ratio of ^{218}Po, ^{214}Pb and ^{214}Bi is always different from it. ในที่นี้คำนวณจากความเข้มข้นของเรดอนในตารางที่ 6.6 และค่า F จากตารางที่ 7.3

*หมายเหตุ: สำหรับบุคคลที่ทำงานทางด้านรังสีจะคิดเวลาในการทำงานเท่ากับ 2000 ชั่วโมง/ปี แต่เนื่องจากการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซเรดอนแบบระยะยาวนี้ทำไปเพียง 9 เดือน ดังนั้นผู้วิจัยจะคิดเวลาในการทำงานเท่ากับ 1500 ชั่วโมง

ตัวอย่างการคำนวณ The effective dose rate

For real condition at HSE office : EECRn(Bqm^{-3}) x DCF (nSv/(Bq h m^{-3})) x Working time (h)

= 21.84 x 96.6 x1500 = **3.16** mSv/9 months.

หมายเหตุ การประเมินอัตราการได้รับอันตรายจากรังสีเนื่องจากก๊าซเรดอนและโทรอนนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง แต่ปัจจัยหลักที่สำคัญคือ ความเข้มข้นของก๊าซเรดอนและโทรอน และขนาดของฝุ่นรังสีในบริเวณที่ทำการตรวจวัด ดังนั้นปริมาณรังสีที่ได้รับจึงไม่ได้ขึ้นกับปริมาณของฝุ่น แต่จะขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นรังสี (ปริมาณรังสีที่ได้รับแปลผกผันกับขนาดของฝุ่นรังสี) และปริมาณของก๊าซเรดอนในบริเวณนั้น ๆ