

มารู้จัก “ยูเรเนียม” กันเถอะ

เรียบเรียงโดย นิตยา ศุภฤทธิ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

หัวข้อเรื่อง

ตอนที่ 1

1. พันธกรณีระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับยูเรเนียม
2. ยูเรเนียม คืออะไร
3. มีปริมาณยูเรเนียมอยู่ในสิ่งแวดล้อมเท่าไร

ตอนที่ 2

4. ยูเรเนียมด้อยสมรรถนะ หรือ Depleted Uranium (DU) คืออะไร
5. การได้รับรังสีจากยูเรเนียมในธรรมชาติ
6. การป้องกันสุขภาพของมนุษย์
7. ยูเรเนียม และ DU มีอันตรายต่อประชาชนทั่วไปได้หรือไม่



ในตอนที่ 1 ผู้เขียนได้กล่าวถึงยูเรเนียมแล้วว่า ยูเรเนียมมีสัญลักษณ์ทางเคมี เป็น “U” และเป็นวัสดุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ประกอบด้วย 3 ไอโซโทป คือ U-234, U-235 และ U-238 ส่วนไอโซโทป U-232, U-233, U-236 และ U-237 ไม่ได้พบในธรรมชาติ เรามาทำความรู้จักยูเรเนียมในตอนที่ 2 หรือตอนสุดท้ายนี้กันต่อนะคะ โดยเริ่มต้นด้วยหัวข้อ 4 ต่อจากตอนที่ 1

4. ยูเรเนียมด้อยสมรรถนะ หรือ Depleted Uranium (DU) คืออะไร

การผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียร์เพื่อใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการทำอาวุธนิวเคลียร์ จะใช้ยูเรเนียมที่อยู่ในธรรมชาติไปผ่านกระบวนการที่ทำให้ปริมาณ U-235 เพิ่มขึ้นจาก 0.72% เป็น 2 - 94% โดยมวล เราเรียกว่ากระบวนการเสริมสมรรถนะ (enrichment) เนื่องจาก U-235 สามารถเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน (nuclear fission) ได้ แล้วทำให้เกิดพลังงานมหาศาล ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการ “enrichment” นี้ จะมีปริมาณ U-235 และ U-234 ลดลงจากที่มีอยู่ในธรรมชาติ เราเรียกผลผลิตที่ได้นี้ว่า “Depleted Uranium (DU)” หรือยูเรเนียมด้อยสมรรถนะ ซึ่งมีสัดส่วนของ U-235 น้อยกว่า 0.711% โดยน้ำหนัก การนำยูเรเนียมด้อยสมรรถนะไปใช้ในทางทหาร จะมีความเข้มข้นของยูเรเนียมเป็น 99.8%U-238, 0.2%U-235 และ 0.001%U-234 โดยใช้ เป็นกำบังเพื่อปกป้องรถถังและยังใช้ในส่วนของประกอบของกระสุนและอาวุธยุทโธปกรณ์ เนื่องจากยูเรเนียมมีความหนาแน่นสูงและเป็นโลหะหนัก และอาจใช้เป็นตัวกำบังรังสีที่มาจากต้นกำเนิดรังสีอื่นๆได้ด้วย

ตอนที่ 2



ยูเรเนียมด้อยสมรรถนะ “Depleted Uranium (DU)” ที่ใช้ในทางทหาร

(ภาพจาก http://www.publichealth.va.gov/exposures/depleted_uranium/

สืบค้นวันที่ 6 มี.ค. 2558)

ตาราง แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนไอโซโทปของยูเรเนียมที่มีอยู่ในธรรมชาติ
กับยูเรเนียมด้อยสมรรถนะที่ใช้ในทางทหาร

Isotope	Relative isotopic abundance			
	Natural Uranium		Depleted Uranium	
	By weight	By activity	By weight	By activity
U-238	99.28%	48.8%	99.8%	83.7%
U-235	0.72%	2.4%	0.2%	1.1%
U-234	0.0057%	48.8%	0.001%	15.2%

หมายเหตุ : ข้อมูลจาก www.iaea.org

ทั้งนี้ Depleted Uranium (DU) มีค่ากัมมันตภาพรังสีต่ำกว่ายูเรเนียมในธรรมชาติ เพราะมีปริมาณ U-234 และ U-235 ต่อน้ำหนักใน DU น้อยกว่ายูเรเนียมในธรรมชาติ อีกทั้งนิวไคลด์ลูกของ U-234 และ Th-231 ถูกกำจัดออกไปในกระบวนการสกัดแยกทางเคมีก่อนเข้าสู่กระบวนการ “enrichment” โดยที่ค่ากัมมันตภาพของยูเรเนียมใน DU และยูเรเนียมในธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 14.8 Bq/mg และ 25.4 Bq/mg ตามลำดับ เมื่ออัตราการสลายตัวของนิวไคลด์รังสีเท่ากับอัตราการเกิดของนิวไคลด์รังสีนั้นๆ ในห่วงโซ่ของการสลายตัว เราเรียกว่าถึงสภาวะสมดุล (radioactive equilibrium) ซึ่งต้องใช้เวลาานานมาก ตัวอย่างเช่น การสลายตัวของ U-234 ได้นิวไคลด์ลูกของ Th-230 จนถึงสภาวะสมดุล ต้องใช้เวลาานานเกือบ 1 ล้านปี เป็นต้น

5. การได้รับรังสีจากยูเรเนียมในธรรมชาติ

ประชากรทั่วไปได้รับรังสีจากยูเรเนียมที่มีอยู่ในธรรมชาติโดยการกลืนกินหรือจากการหายใจเข้าไปในแต่ละวันในปริมาณที่น้อยมาก โดยสามารถหายใจฝุ่นละอองในอากาศหรือการบริโภคน้ำและอาหาร ข้อมูลจาก UNSCEAR 2000 ได้ประมาณการว่า คนเราจะกลืนกินยูเรเนียมเฉลี่ยวันละ 1.3 ไมโครกรัม หรือได้รับค่ากัมมันตภาพ 0.033 Bq ต่อวัน ดังนั้นคนเราจะได้รับค่ากัมมันตภาพจากยูเรเนียมโดยการกลืนกินเฉลี่ยปีละ 11.6 Bq และคนเราจะหายใจยูเรเนียมเข้าไปประมาณ 0.6 ไมโครกรัมต่อปี (15 mBq ต่อปี) โดยเฉลี่ยคนเราจึงได้รับปริมาณรังสีจากยูเรเนียมที่มีอยู่ในธรรมชาติโดยการกลืนกินและหายใจในอัตราที่ต่ำกว่า 1 μ Sv ต่อปี นอกจากนี้ยังได้รับปริมาณรังสีจากนิวไคลด์ลูกของยูเรเนียมเข้าสู่ร่างกายเฉลี่ยคนละประมาณ 120 μ Sv ต่อปี เช่น จาก Ra-226 รวมทั้งนิวไคลด์ลูกหลาน (progeny) ในน้ำ จาก Rn-222 ในบ้านเรือน และ Po-210 ในบุหรี่ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการดื่มสุราที่ทำมาจากแหล่งที่มีปริมาณยูเรเนียมค่อนข้างสูง ทำให้คนเราได้รับปริมาณรังสีที่มาจากน้ำดื่มสูงกว่าจากการกินอาหารได้ ตัวอย่างเช่นประชากรในบางส่วนของประเทศฟินแลนด์ ได้รับยูเรเนียมจากการบริโภคน้ำและอาหารสูงถึง 10 ไมโครกรัมต่อปี

ร้อยละ 99 ของยูเรเนียมในน้ำและอาหารที่คนเรากินเข้าไป จะถูกขับถ่ายออกมาในอุจจาระ ส่วนที่เหลือจะเข้าสู่กระแสเลือด การดูดซึมของยูเรเนียมในกระแสเลือดจะถูกกำจัดโดยไต และถูกขับถ่ายออกมาในปัสสาวะภายในไม่กี่วัน แต่ยูเรเนียมส่วนที่เหลือเพียงเล็กน้อยในกระแสเลือด จะไปเกาะอยู่ที่กระดูกเป็นเวลานานหลายปี การหายใจฝุ่นละอองที่มียูเรเนียมเข้าไป หากเป็นยูเรเนียมที่ละลายน้ำได้ยากจะไปฝังอยู่ที่ปอดเป็นเวลานาน ดังนั้นปอดจึงได้รับรังสีอยู่ตลอดเวลา เมื่อยูเรเนียมค่อยๆละลาย ก็จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด ส่วนยูเรเนียมที่ละลายน้ำได้ดีจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้อย่างรวดเร็ว ประมาณ 10% ของยูเรเนียมเท่านั้นที่จะไปสะสมอยู่ที่ไต ดังนั้นปริมาณยูเรเนียมที่เข้าไปในร่างกาย สามารถวิเคราะห์ได้ในเลือด ปัสสาวะ และอุจจาระ

ยูเรเนียมมีส่วนเกี่ยวข้องมากในวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (Nuclear fuel cycle) ซึ่งเริ่มตั้งแต่การทำเหมืองแร่ยูเรเนียม แล้วผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อสกัดยูเรเนียมให้บริสุทธิ์ขึ้น การเสริมสมรรถนะยูเรเนียม (uranium enrichment) โรงงานผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ การเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ หรือการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย การแปรสภาพเชื้อเพลิงใช้แล้วและการจัดการกากกัมมันตรังสี คมนงานที่ทำงานอยู่ในกระบวนการวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์เหล่านี้มีความเสี่ยงสูงในการเป็นมะเร็งปอด ปัจจุบัน(พ.ศ. 2558)ประเทศไทยมีส่วนเกี่ยวข้องเรื่องการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยเท่านั้น จึงเป็นความโชคดีของประเทศไทยที่ประชากรมีส่วนเกี่ยวข้องกัวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์น้อยมาก

6. การป้องกันสุขภาพของมนุษย์

สหรัฐอเมริกามีหลายหน่วยงานที่กำหนดค่าขีดจำกัดของยูเรเนียมที่คนเราควรได้รับ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับสุขภาพของมนุษย์ไว้ ได้แก่ หน่วยงานมาตรฐาน EPA (Environmental Protection Agency) ได้กำหนดระดับสูงสุดของการปนเปื้อน (contaminant level) ของยูเรเนียมในธรรมชาติกับ DU รวมกันในน้ำดื่ม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.03 mgU/L สำหรับหน่วยงาน OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ได้กำหนดการได้รับรังสีจากยูเรเนียมของผู้ปฏิบัติงานที่ทำงาน 8 ชม./วัน โดยขีดจำกัดของยูเรเนียมที่ละลายน้ำได้ในอากาศมีค่าเท่ากับ 0.05 mgU/m³ และสำหรับยูเรเนียมที่ละลายน้ำไม่ได้มีค่าขีดจำกัดเท่ากับ 0.25 mgU/m³ ส่วนหน่วยงาน NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) ได้กำหนดการได้รับรังสีจากยูเรเนียมของผู้ปฏิบัติงานที่ทำงาน 10 ชม./วัน โดยขีดจำกัดของยูเรเนียมที่ละลายน้ำได้ในอากาศมีค่าเท่ากับ

ตอนที่ 2

0.05 mgU/m^3 และสำหรับยูเรเนียมที่ละลายน้ำไม่ได้มีค่าขีดจำกัดเท่ากับ 0.2 mgU/m^3 และมีข้อเสนอว่าการได้รับรังสีจากยูเรเนียมที่ละลายน้ำได้ต้องเข้มข้นไม่เกิน 0.6 mgU/m^3 ในการทำงานนาน 15 นาที และหน่วยงาน NRC (Nuclear Regulatory Commission) ได้กำหนดค่าขีดจำกัดของปริมาณยูเรเนียมในอากาศและแต่ละไอโซโทปไว้ เพื่อกำหนดการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานและการปลดปล่อยรังสีออกจากสถานปฏิบัติการ

7. ยูเรเนียม และ DU มีอันตรายต่อประชาชนทั่วไปได้หรือไม่

เมื่อยูเรเนียมเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ในปริมาณมาก จะมีอันตรายเช่นเดียวกับ โปรท แคลเซียม และโลหะหนักอื่นๆ เนื่องจากเป็นสารพิษทางเคมีเหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะมีผลต่อการทำงานของไต ในกรณีที่ยูเรเนียมเข้าไปในร่างกายในปริมาณสูง ทางทางการแพทย์จะมองว่าอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากยูเรเนียมเป็นสารพิษทางเคมีก่อนที่จะคิดว่ายูเรเนียมให้รังสีออกมา เพราะยูเรเนียมในธรรมชาติให้รังสีที่มีกัมมันตภาพต่ำ แม้ว่ารังสีสามารถไปกระตุ้นอวัยวะต่างๆ ได้ก็ตาม

หลายประเทศได้ใช้ค่าขีดจำกัดการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานสำหรับสารประกอบยูเรเนียมที่ละลายน้ำได้มีค่าเทียบเท่ากับความเข้มข้นสูงสุด $3 \text{ }\mu\text{gU/g}$ ของเนื้อเยื่อไต ค่าขีดจำกัดดังกล่าวสามารถป้องกันอันตรายกับคนงานในอุตสาหกรรมยูเรเนียมได้เพียงพอ เพื่อให้แน่ใจว่าเนื้อเยื่อไตไม่ได้รับยูเรเนียมสูงเกินกำหนด จึงต้องมีกฎระเบียบกำหนดว่า ในการทำงานติดต่อกันนาน 8 ชม. ความเข้มข้นของยูเรเนียมที่ละลายน้ำได้ในอากาศของห้องปฏิบัติการต้องไม่เกิน 0.2 mgU/m^3 และในกรณีทำงานระยะสั้นติดต่อกันนาน 15 นาที ต้องมียูเรเนียมที่ละลายน้ำได้ในอากาศของห้องปฏิบัติการเข้มข้นไม่เกิน 0.6 mgU/m^3

หน่วยงาน International Commission on Radiological Protection (ICRP) และมาตรฐานความปลอดภัยของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ได้กำหนดขีดจำกัดการได้รับปริมาณรังสีของประชาชนต้องไม่เกิน 1 mSv/Y และของผู้ปฏิบัติงานไม่เกิน 20 mSv/Y ซึ่งกฎกระทรวงกำหนดเงื่อนไข วิธีการขอรับใบอนุญาต และการดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุต้นกำลัง วัสดุพลอยได้ หรือพลังงานปรมาณู พ.ศ. 2550 ข้อ 29 และข้อ 31 ภายใต้ พ.ร.บ.พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504 ของประเทศไทย ก็ได้กำหนดค่าขีดจำกัดการได้รับปริมาณรังสีของผู้ปฏิบัติงานและประชาชนตามมาตรฐาน IAEA เช่นเดียวกัน ความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งจากการได้รับปริมาณรังสี 1 mSv นั้น มีค่าประมาณ 1 ใน 20,000 แต่ความเสี่ยงที่คนเราได้รับจากแสงแดดแล้วมีโอกาสเป็นมะเร็งมีค่า 1 ใน 5 และการเป็นมะเร็งอาจปรากฏขึ้นหลังจากที่ได้รับรังสีจากวัสดุกัมมันตรังสีมานานหลายปี

การประมาณค่าปริมาณยูเรเนียมด้อยสมรรถนะ (DU) ที่คนเราหายใจหรือกลืนกินเข้าสู่ร่างกาย แล้วทำให้ได้รับยูเรเนียม $3 \text{ }\mu\text{gU/g}$ ของเนื้อเยื่อไต (ขีดจำกัดความเป็นพิษทางเคมี) และได้รับปริมาณรังสีที่ขีดจำกัด 1 mSv ได้แสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้ (ข้อมูลจาก www.iaea.org) ค่าปริมาณ DU เหล่านี้ได้คำนวณจาก biokinetic models ที่แนะนำโดย International Commission on Radiological Protection (ICRP) โดยมีการคำนวณจากสารประกอบยูเรเนียม 2 ชนิด คือ สารประกอบยูเรเนียมที่ละลายน้ำปานกลาง ได้แก่ UO_3 และ U_3O_8 และสารประกอบยูเรเนียมที่ไม่ละลายน้ำ เช่น UO_2

ตอนที่ 2

ตารางแสดงปริมาณ DU ที่คนเราหายใจหรือกลืนกินเข้าสู่ร่างกายแล้วทำให้ได้รับยูเรเนียมถึงขีดจำกัดความเป็นพิษทางเคมี (3 $\mu\text{g/g}$ ของเนื้อเยื่อไต) และถึงขีดจำกัดการได้รับปริมาณรังสีของประชาชน (1 mSv)

Route of intake	Intake leading to a kidney Concentration of 3 $\mu\text{g/g}$		Intake leading to a dose of 1 mSv	
	Mass (mg)	Activity (Bq)	Mass (mg)	Activity (Bq)
Inhalation of reference 'moderately soluble' DU aerosol	230	3400	32	480
Inhalation of reference 'insoluble' DU aerosol	7400	110000	11	160
Ingestion of a reference 'moderately soluble' DU compound	400	5900	1500	22000
Ingestion of a reference 'insoluble' DU compound	4000	59000	8800	130000

จากตารางข้างบนแสดงให้เห็นว่า ยูเรเนียมที่เข้าสู่ร่างกายโดยการกลืนกิน DU เข้าไปจนถึงขีดจำกัดความเป็นพิษทางเคมีของยูเรเนียม (3 $\mu\text{g/g}$) ของเนื้อเยื่อไต จะมีปริมาณน้อยกว่ายูเรเนียมที่เข้าสู่ร่างกายจนถึงขีดจำกัดการได้รับรังสีของประชาชน 1 mSv ในทางกลับกันยูเรเนียมที่เข้าสู่ร่างกายโดยหายใจ DU เข้าไปจนถึงขีดจำกัดความเป็นพิษทางเคมีของยูเรเนียม จะมีปริมาณมากกว่ายูเรเนียมที่เข้าสู่ร่างกายจนถึงขีดจำกัดการได้รับรังสีของประชาชน 1 mSv

อันตรายของรังสีที่มาจากไอโซโทปยูเรเนียมยังมีความเสี่ยงร่วมกับนิวไคลด์รังสีอื่นๆที่เกิดจากการสลายตัวของยูเรเนียมด้วย ซึ่งสามารถพบในอาหารที่เรากินหรือในอากาศที่หายใจเข้าไป ข้อมูลในตารางข้างบนได้คำนวณจากนิวไคลด์รังสีที่อยู่ในร่างกายแต่ไม่รวมนิวไคลด์รังสีที่อยู่ในอาหารที่เรากินและในอากาศที่หายใจเข้าไป

ผลของอันตรายอื่นๆที่มาจากการได้รับรังสีภายนอกที่มาจากไอโซโทปยูเรเนียม รังสีที่ปลดปล่อยออกมาส่วนใหญ่คือ อนุภาคแอลฟา (นิวไคลด์ของฮีเลียม) หรือ ${}^4_2\text{He}$ โดยอนุภาคแอลฟาในอากาศเดินทางได้ในช่วง 1 ซม. แต่ในกรณีเนื้อเยื่อ อนุภาคแอลฟาจะทะลุทะลวงผ่านผิวหนังชั้นนอกได้ยาก ส่วนอนุภาคบีตา (อิเล็กตรอน) จะสามารถทะลุทะลวงเนื้อเยื่อได้ถึง 1 ซม. ในขณะที่รังสีแกมมา (โฟตอนพลังงานสูง) สามารถทะลุทะลวงผ่านร่างกายเราได้ ดังนั้นความเสี่ยงของการได้รับรังสีภายนอกที่มาจากไอโซโทปยูเรเนียมมีปริมาณต่ำมาก เว้นแต่การได้รับยูเรเนียมเข้าสู่ร่างกายโดยตรง เช่น ทางบาดแผล เป็นต้น ยิ่งกว่านั้น อนุภาคแอลฟาไม่สามารถเดินทางไปได้ไกลจากต้นกำเนิดรังสี อย่างไรก็ตามเราอาจได้รับรังสีบีตาและแกมมาจากนิวไคลด์รังสีที่ได้จากการสลายตัวของยูเรเนียมได้ ในกรณีของ DU มีรังสีบีตาที่ปลดปล่อยออกมาจาก Th-234 ,

ตอนที่ 2

Pa-234 m และ Th-231 นิวไคลด์รังสีเหล่านี้จะให้รังสีแกมมาที่มีความเข้มรังสีในระดับต่ำ ดังนั้นความเสี่ยงของการได้รับรังสีภายนอกร่างกายจาก DU อยู่ในระดับต่ำกว่าการได้รับรังสีจากยูเรเนียมที่มาจากธรรมชาติ

จากการศึกษากับผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับรังสีจากยูเรเนียมในโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ซึ่งมีผู้ปฏิบัติงานบางคนได้รับปริมาณยูเรเนียมค่อนข้างสูง พบว่ายังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่ายูเรเนียมในธรรมชาติหรือ DU เป็นสารก่อมะเร็ง และไม่มีหลักฐานว่าการเกิดมะเร็งปอดเกิดจากการหายใจยูเรเนียมเข้าไป อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัยไว้ก่อน ในการประเมินความเสี่ยงจะมีการตั้งค่าขีดจำกัดการได้รับปริมาณรังสีไว้ และให้ DU มีแนวโน้มว่าเป็นสารก่อมะเร็ง แต่ยังคงขาดหลักฐานที่แน่นอนว่าการได้รับรังสีจากยูเรเนียมมีความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง

จากการศึกษาในยูคนิวเคลียร์และมีการใช้ยูเรเนียมกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับเหมืองแร่ยูเรเนียม การแยก U-235 ให้เข้มข้นขึ้น (enrichment) และการผลิตแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ โรงงานต่างๆเหล่านี้ได้จ้างประชาชนมากมายมาทำงาน จึงทำให้มีการศึกษาสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานขึ้น ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในเหมืองแร่ยูเรเนียมมาจากการได้รับรังสีจากก๊าซเรดอน (หลักๆคือ Rn-222) และนิวไคลด์รังสีที่เกิดจากการสลายตัวของยูเรเนียม ผู้ปฏิบัติงานในเหมืองแร่ที่ติดตั้งเครื่องดูดอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำ มีโอกาสได้รับรังสีสูงจากก๊าซเรดอน และป่วยเป็นมะเร็งปอดได้มาก และมีความเสี่ยงเป็นมะเร็งสูงขึ้นเมื่อได้รับรังสีจากก๊าซเรดอนในปริมาณสูงชัน จากการศึกษากับผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับรังสีจากยูเรเนียมในกระบวนการวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (nuclear fuel cycle) มีรายงานบางฉบับกล่าวว่า มีผู้ปฏิบัติงานจำนวนมากที่เป็นมะเร็ง แต่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการได้รับปริมาณรังสี และยังพบอีกว่าสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานดีกว่าประชากรทั่วไปโดยเฉลี่ยอีกด้วย

เมื่อพิจารณาการได้รับรังสีจาก DU ก็จะมีการศึกษากับสุขภาพของทหารที่อยู่ในสงครามอ่าวเปอร์เซีย (Gulf War ปี ค.ศ. 1990-1991) และกรณีพิพาท Balkan (ปี ค.ศ. 1994-1999) พบว่ามีจำนวนทหารผ่านศึกเหล่านี้ไม่มากนักที่มี DU อยู่ในร่างกาย และมีปริมาณ DU ในปัสสาวะสูงขึ้น แต่ไม่ได้มีผลต่อสุขภาพแต่อย่างใด เมื่อเปรียบเทียบกับสุขภาพของประชาชนทั่วไปที่ไม่ได้อยู่ในสนามรบ ผลการศึกษาพบว่าทหารผ่านศึกมีอัตราการตายมากกว่าเล็กน้อย แต่จำนวนส่วนเกินที่ตายไปเกิดจากอุบัติเหตุมากกว่าเป็นโรค จึงสรุปไม่ได้ว่าการได้รับรังสีจาก DU มีผลเสียต่อสุขภาพหรือไม่

กิตติกรรมประกาศ : ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณสิริวิทย์ เสมสวรรค์ ที่ลงเผยแพร่บทความนี้ทางเว็บไซต์ให้

เอกสารอ้างอิง :

1. International Atomic Energy Agency Information Circular ; INFCIRC/140, Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, 22 April 1970.
2. International Atomic Energy Agency Information Circular ; INFCIRC/241, Agreement Between the Government of the Kingdom of Thailand and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, 16 May 1974.

ตอนที่ 2

3. น.ต. ม.ร.ว.โสภาคย์พงศ์ เกษมสันต์, อดีตเลขาธิการสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (พ.ศ. 2523-2525) เรื่อง “อาวุธนิวเคลียร์และสนธิสัญญาไม่แพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์” สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, 20 กุมภาพันธ์ 2537.
4. พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504
5. <http://www.world-nuclear.org/info/nuclear-fuel-cycle/introduction/what-is-uranium--how-does-it-work-/> สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธ.ค. 2557
6. <http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Introduction/Nuclear-Fuel-Cycle-Overview/> สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธ.ค. 2557
7. <http://www.iaea.org/NewsCenter/Focus/DU/> สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธ.ค. 2557
8. http://www.publichealth.va.gov/exposures/depleted_uranium/ สืบค้นวันที่ 6 มี.ค. 2558