

๒-๓ ฟุต เท่านั้นก็เป็นได้

แหล่งแร่ที่สำคัญ ๆ ของโลกได้แก่เหมือง Sinkolowe ในประเทศแชนร์ Port Radium ในแคนาดา ซึ่งทั้งสองแห่งได้เอาแร่ออกมาหมดแล้ว นอกจากนี้ เหมืองขนาดปานกลางได้แก่เหมือง Joachimov ในเชคโกสโลวาเกียและเหมือง Schwartzwalder ในรัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา สำหรับเหมืองใหญ่ ๆ ที่ยังเปิดการทำเหมืองอยู่ในปัจจุบันคือเหมือง Beaverlodge Saskatchewan และเหมือง Bancroft ในแคนาดา เป็นต้น

๒. แบบที่เกิดอยู่ในหินชั้น (Deposits in Sedimentary Rocks)

แร่ยูเรเนียมที่เกิดแบบนี้จะพบเกิดอยู่ในหินทราย, หินดินดาน, ถ่านหินชนิดต่าง ๆ และดินฟอสเฟต แหล่งแร่ยูเรเนียมที่สำคัญและมีชื่อเสียงของโลกในปัจจุบันนี้ได้แก่แหล่งแร่ยูเรเนียมที่เกิดในหินทราย แร่ยูเรเนียมที่เกิดในหินชั้นชนิดต่าง ๆ นั้นมีทั้งแร่ชนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิ แร่ชนิดปฐมภูมิที่สำคัญคือแร่ยูเรนิไนท์ และคอปฟิไนท์ ส่วนแร่ชนิดทุติยภูมิที่สำคัญที่สุดคือแร่คาร์โนไทท์ นอกจากนี้ก็มีแร่ยูเรเนียมชนิดอื่น ๆ อีก

๒.๑ แบบที่เกิดในหินทราย

แหล่งแร่ยูเรเนียมแบบนี้จะพบเกิดอยู่ในหินทรายที่มีอายุตั้งแต่ Late Paleozoic จนถึง Tertiary แต่บางบริเวณจะพบว่าแหล่งแร่มักจะเกิดอยู่ในหินทรายเฉพาะใน Formation เดียวเท่านั้น

ลักษณะที่สำคัญสำหรับแหล่งแร่ยูเรเนียมแบบนี้ก็คือแร่ยูเรเนียมจะเกิดอยู่ในหินทรายที่มีลักษณะเป็นเลนส์สลับกับหิน Mudstone ซึ่งมีพวก Volcanic ash เกิดปนอยู่ทั่ว ๆ ไป สำหรับหินทรายนั้นเป็นพวก Quartzose (หินทรายที่มีปริมาณ Quartz สูง) และ Arkosic (หินทรายที่มีปริมาณเฟลสปาร์อย่างน้อย ๒๕ เปอร์เซ็นต์หรืออาจจะมากกว่าเกือบเท่าปริมาณ Quartz) แต่ส่วนมากมักจะเป็น Quartzose ในชั้นหินทรายที่กล่าวถึงนี้จะมีพวกซากพืชหรือ carbonized plant matter ซากกระดูกและไม้กลายเป็นหินปนอยู่กับแร่เป็นช่วง ๆ

แร่ยูเรเนียมที่สำคัญซึ่งเกิดแบบนี้คือแร่ยูเรนิไนท์ คีอฟฟิไนท์ และคาร์โนไทท์ แร่เหล่านี้จะพบเกิดอยู่ในช่องว่างในหินทราย (pore filling) เกิดแบบแทนที่ (Replacement) เม็ดทรายหรือเนื้อไม้ ตลอดจนพวก Carbonaceous matter หรืออาจจะพบเกิดเป็นตัวประสานระหว่างเม็ด Quartz และตามรอยแตกต่าง ๆ เพื่อนแร่ที่พบเสมอคือ แร่พวกควาเนไซต์ บางแห่งอาจมีทองแดงเกิดร่วมอยู่ด้วยซึ่งอาจจะเป็นแร่พลอยได้ของยูเรเนียม

ลักษณะของแหล่งแร่มีลักษณะที่เด่นชัด ๒ แบบคือ Tabular bodies ซึ่งวางตัวขนานหรือเกือบขนานกับชั้นของหินทราย และ Roll bodies ซึ่งวางตัวตัดชั้นหินทราย อย่างไรก็ตามแร่ยูเรเนียมส่วนมากจะพบเกิดเป็นช่วง ๆ และรูปร่างไม่แน่นอน อาจจะหนาเพียง ๒-๓ นิ้ว จนถึงหลายสิบฟุต และยาวเป็นพัน ๆ ฟุตก็ได้

แหล่งแร่ยูเรเนียมที่เกิดแบบนี้ที่สำคัญ ๆ ของโลกอยู่ในบริเวณที่ราบสูงโคโลราโดในสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ ๑๕๐,๐๐๐ ตารางไมล์ กลุ่มบริเวณตะวันตกของรัฐโคโลราโด ด้านตะวันออกของรัฐยูทาห์ และรัฐอริโซนา และด้านตะวันตกเฉียงเหนือของรัฐนิวเม็กซิโก

แหล่งแร่ยูเรเนียมส่วนใหญ่จะเกิดอยู่ใน Chinle Conglomerate และ Shinarump Formation ยุค Triassic ใน Morrison Formation ยุค Jurassic และในหินทรายยุค Tertiary บริเวณรัฐไวโอมิง สำหรับแหล่งแร่ยูเรเนียมขนาดใหญ่แบบ Tabular type นั้นอยู่ในบริเวณ San Juan Basin รัฐนิวเม็กซิโก และ Uravan Mineral Belt ในรัฐโคโลราโด ส่วนแบบ Roll type นั้นพบแหล่งแร่ขนาดใหญ่ในบริเวณ Shirley Basin รัฐไวโอมิงและในบริเวณ Texas Coastal Plain แหล่งแร่เหล่านี้มีความเข้มข้นของยูเรเนียมออกไซด์ (U_3O_8) ในสินแร่ ๐.๑๐-๐.๕๐ เปอร์เซ็นต์

๒.๒ แบบที่เกิดใน Quartz-pebble conglomerates

แหล่งแร่ยูเรเนียมแบบนี้พบเกิดในชั้นหินกรวดมนที่เรียกว่า Quartz-pebble conglomerates ของยุค Precambrian ซึ่งจะเป็นแหล่งแร่ขนาดใหญ่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจแบบหนึ่ง โดยที่แหล่งแร่แบบนี้มักจะพบยูเรเนียมเกิดร่วมกับทอง ฉะนั้นยูเรเนียมจึงอาจจะเป็น co-product หรือ by-product ของทอง

ชั้นหินกรวดมนที่มีแร่ที่ประกอบด้วย

๑. ควอตซ์ก้อนใหญ่ขนาด ๒-๖ ซม. เป็นส่วนมาก
๒. แร่ซิลไฟด์ต่าง ๆ ที่สำคัญคือ ไพไรท์
๓. Sericite-chlorite
๔. Matrix quartz

แร่ยูเรเนียมที่เกิดแบบนี้ได้แก่ยูเรนิไนท์ พิตซ์เบลล์ไนต์ และแบรอนเนอร์ไรท์ (Uranium-titanium oxide) ซึ่งจะพบเกิดอยู่ใน matrix เพื่อนแร่ที่สำคัญคือ ไพไรท์ ทอง เซอริไรท์ คลอไรท์ และโมนาไซต์

แหล่งแร่ที่สำคัญได้แก่ Blind River-Elliot Lake district ในแคนาดา ซึ่งชั้นหินกรวดมน หนา ๕-๒๕ ฟุต ซึ่งมียูเรเนียมไนท์และแบรอนเนอไรท์หนา ๗-๑๕ ฟุต และมีความยาวไปตามมุมเทของหินกรวดมน มากกว่า ๖๐๐ ฟุต มีปริมาณสินแร่มากกว่า ๕ ล้านตัน แร่ยูเรเนียมมีความเข้มข้นของยูเรเนียมออกไซด์ (U_3O_8) ๐.๑๒-๐.๑๖ เปอร์เซ็นต์ และมีทองแดง ๐.๐๒-๐.๐๓ ออุนซ์ต่อตัน นอกจากทองแดงก็มีอะริยมเกิดปนอยู่เป็น ผลผลิตพลอยได้ อัตราส่วนของยูเรเนียมและอะริยมเท่ากับ ๑:๔ ถึง ๑:๓

แหล่งแร่ยูเรเนียมที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งซึ่งใหญ่กว่าแหล่งแรกแต่มีปริมาณยูเรเนียมต่ำกว่าก็คือแหล่ง Witwatersrand ในอาฟริกาใต้ มีความเข้มข้นของยูเรเนียมออกไซด์ (U_3O_8) ๐.๐๓-๐.๐๗ เปอร์เซ็นต์ ยูเรเนียมจึงเป็นผลพลอยได้ของทองคำ นอกจากนี้ก็พบที่บริเวณใกล้ ๆ Belo Horizonte ในบราซิล

๒.๓ แบบที่เกิดในหินฟอสเฟต (Uraniferous phosphatic rocks)

หินฟอสเฟตส่วนมากมียูเรเนียมในปริมาณเพียงเล็กน้อยเกิดปนอยู่ด้วย ปริมาณของ ยูเรเนียมในหินดังกล่าวนี้จะเพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับปริมาณฟอสเฟต (P_2O_5) ต้นกำเนิดที่สำคัญของ ฟอสเฟตก็คือ Marine Phosphorite ซึ่งจะมียูเรเนียมเกิดร่วมอยู่ด้วยและแผ่เป็นบริเวณกว้าง โดยทั่ว ๆ ไป ชั้นของ Marine Phosphorite จะมีความหนา ๕-๑๐ ฟุต และมีปริมาณยูเรเนียมออกไซด์ (U_3O_8) ๐.๐๐๗-๐.๐๗ เปอร์เซ็นต์

แหล่งแร่ฟอสเฟตที่มีชื่อเสียงในสหรัฐอเมริกาเช่นแหล่งแร่ Florida land-pebble ในรัฐ ฟลอริดา มีชั้นฟอสฟอไรท์ ซึ่งอยู่ใน Bone Valley Formation อายุ Pliocene หนา ๖-๗ ฟุต แผ่เป็น บริเวณกว้างหลายร้อยตารางไมล์ ชั้นฟอสฟอไรท์ดังกล่าวมีปริมาณยูเรเนียมออกไซด์ (U_3O_8) เฉลี่ย ๐.๐๑๒- ๐.๐๒๔ เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณฟอสเฟต (P_2O_5) ๒๐-๓๐ เปอร์เซ็นต์ สำหรับแหล่งแร่ฟอสเฟตที่พบทางแถบ ทะเลเมดิเตอร์เรเนียนตั้งแต่มอริออคโคถึงอิสซาวเอลันั้น แหล่งแร่บริเวณนี้มีปริมาณ U_3O_8 อย่างน้อย ๐.๐๑ เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ก็ได้แก่แหล่งแร่ฟอสเฟต Recife ในบราซิลซึ่งมี U_3O_8 ประมาณ ๐.๐๒ เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตามเนื่องจากยูเรเนียมที่พบเกิดแบบนี้มีปริมาณน้อย ยูเรเนียมที่ได้จึงเป็นผลผลิตพลอย ได้จากการผลิตกรดฟอสฟอริก

๒.๔ แบบที่เกิดในหินดินดาน

แหล่งแร่ยูเรเนียมที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจในหินดินดานนั้นส่วนมากจะพบเกิดอยู่ในหิน ดินดานสีดำ (Marine Black Shale) และในหิน Lignitic Shale โดยทั่ว ๆ ไปหินดินดานจะมีปริมาณ ความเข้มข้นของยูเรเนียม (U) ต่ำกว่าในหินชั้นชนิดอื่น ๆ แต่ก็มีความสมบูรณ์เฉพาะแห่งซึ่งนับเป็นแหล่งแร่ที่มี คุณค่าทางเศรษฐกิจ (Vine, 1962)

๒.๔.๑ เกิดในหิน Marine Black Shale

หินดินดานสีดำ Marine Black Shale มีกำเนิดในทะเลช่วงต้น ๆ บริเวณ

ไหล่ทวีป (Continental Shelf) ที่เรียกว่า Epicontinental Seas แร่ยูเรเนียมที่เกิดในหินชนิดนี้ มักจะแผ่ออกไปคลุมพื้นที่กว้างขวาง เช่นในสหรัฐอเมริกา Uraniferous black shale ที่เรียกว่า Chattanooga Shale อายุ Late Devonian และ Early Mississippian แผ่นลุ่มบริเวณรัฐเทนเนสซี ตอนกลางไปจนถึงรัฐเคนตักกีและอลาบามา หินดินดานชุดนี้มีความหนา ๑๒-๑๘ ฟุต มีปริมาณ U_3O_8 โดยเฉลี่ย ประมาณ ๐.๐๐๗ เปอร์เซ็นต์ และมี Shale Oil สูงถึง ๑๕ แกลลอนต่อตัน

นอกจากนี้ก็พบหินดินดานสีดำในประเทศสวีเดนซึ่งมีอายุ Late Cambrian และ Ordovician มีความหนา ๕-๑๘ ฟุตและมี U_3O_8 เฉลี่ยประมาณ ๐.๐๓ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งแร่ยูเรเนียมที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ

๒.๔.๒ เกิดใน Lignitic Shale

แหล่งแร่ยูเรเนียมที่เกิดในหินดินดานชนิดนี้มักจะเกิดเป็นแหล่งไม่ใหญ่นัก

แต่มีความสมบูรณ์มากกว่าแบบแรก แร่ยูเรเนียมจะพบเกิดเป็นช่วง ๆ และจะมีความเกี่ยวข้องกับลักษณะโครงสร้าง และชั้นหิน ส่วนมากจะพบแหล่งแร่ยูเรเนียมที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเกิดอยู่ในบริเวณหินที่ผุ มีความชื้นประมาณ ๕๐% และ ash content ประมาณ ๕๐% ธาตุที่เกิดขึ้นรวมอยู่ด้วยเสมอคือ โมลิบดีนัม

ลักษณะของหิน (Lithology) และการกำเนิดของแหล่งแร่ยูเรเนียมชนิดนี้จะพบเกิดอยู่ในช่วงที่มีการเปลี่ยนระหว่างแหล่งแร่ยูเรเนียมเปอร์เซ็นต์ต่ำขนาดใหญ่ที่เกิดใน Lignite และแหล่งแร่เปอร์เซ็นต์ต่ำขนาดใหญ่ที่เกิดใน Carbonaceous Shale อย่างไรก็ตามแหล่งแร่ยูเรเนียมแบบนี้พบว่ามีปริมาณยูเรเนียม (U) โดยเฉลี่ยสูงถึง ๐.๐๑ เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่านั้นก็มิ เช่นในบริเวณ Fort Union Lignite Region ซึ่งมี Lignitic Shale อายุ Paleocene แม้เป็นบริเวณกว้างขวางในรัฐดาโกต้า, โคโลราโด และ นิวเม็กซิโก ในสหรัฐอเมริกา

๒.๕ แบบที่เกิดในชั้นถ่านหิน

ปริมาณความเข้มข้นของยูเรเนียม (U) ในชั้นถ่านหินชนิดต่าง ๆ นั้น โดยทั่วไป จะมีปริมาณต่ำเช่นเดียวกับหินดินดานดังได้กล่าวมาแล้ว จากการวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียม (U) ในถ่านหิน จากประเทศต่าง ๆ ในยุโรปตอนกลาง (Vine, 1962) สรุปได้ว่า peat มีปริมาณยูเรเนียมต่ำสุดคือประมาณ ๐.๐๐๐๑ เปอร์เซ็นต์ Lignite ประมาณ ๐.๐๐๐๓ เปอร์เซ็นต์ และ Anthracite มีสูงที่สุดคือประมาณ ๐.๐๐๐๗ เปอร์เซ็นต์