1. บทนำ

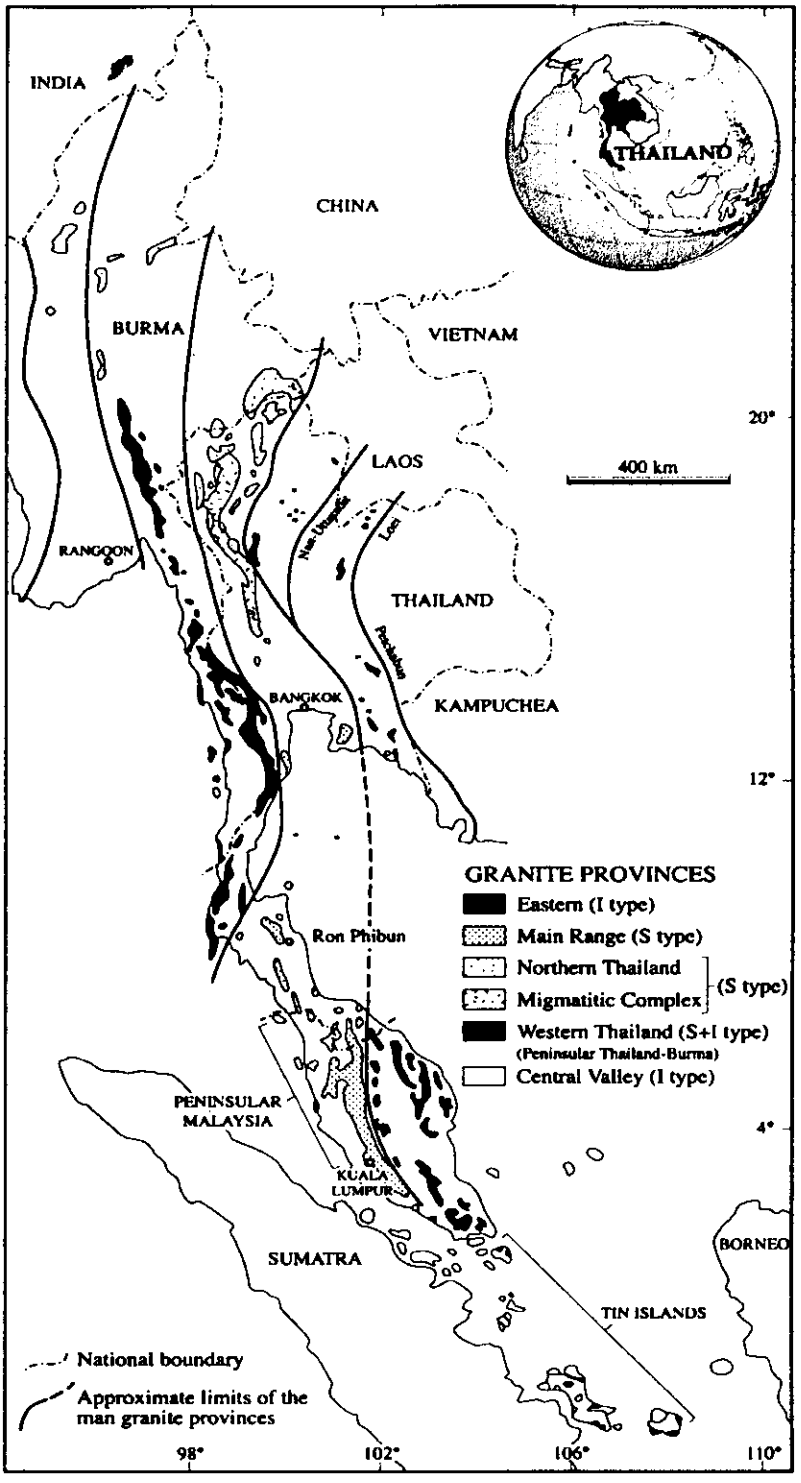
การปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อมสามารถพบได้ในรูปแบบของสารประกอบสารหนูในอากาศ ในน้ำผิวดิน ในน้ำบาดาล ในดิน และในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต การปนเปื้อนอาจจะมีสาเหตุมาจาก การทำเหมืองแร่ ขบวนการตามธรรมชาติที่กระทำต่อหินหรือดิน และการทิ้งกากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อมได้ถูกนำเสนอจากหลายๆประเทศ อาทิ อินเดีย (Chatterjee et al., 1999), ญี่ปุ่น (Kondo et al., 1999), แอ่งเบงกอลในอินเดียและบังกลาเทศ (Acharyya et al, 2000), ภาคตะวันออกของมลรัฐเคนตักกี้ สหรัฐอเมริกา (Hower et al., 1997), มลรัฐมิชิแกน สหรัฐอเมริกา (USGS, 1999), เม็กซิโก (Carrillo-Cha'vez et al., 2000), กานา (Golow et al., 1996), สเปน (Carbonell-Barrachina et al., 1997), และ โปแลนด์ (Marszalek and Wasik, 2000)

ในประเทศไทยปัญหาการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นในพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งอยู่ทางด้านล่างของคาบสมุทรไทย ปัญหาดังกล่าวได้รับรู้มาเป็นเวลากว่า 10 ปี

อำเภอร่อนพิบูลย์ตั้งอยู่บนคาบสมุทรไทย (รูปที่ 1-1) ซึ่งอยู่ในโซนที่มีการแทรกตัวของหินแกรนิตเป็นแนวยาวระหว่างประเทศพม่าและอินโดนีเซีย ทำให้เกิดแนวสายแร่ดีบุกเป็นระยะทางประมาณ 4000 กิโลเมตร นับเป็นแหล่งแร่ดีบุกประวัติศาสตร์ของโลก เนื่องจากในอดีตสามารถส่งผลผลิตแร่ดีบุกสู่ตลาดโลกถึงร้อยละ 70 (Williams et al, 1996) พื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์จึงอุดมไปด้วยแร่ดีบุก มีทั้งแหล่งแร่ปฐมภูมิ (Primary deposit) พบอยู่บนเทือกเขาร่อนนา – สรวงจันทร์ อยู่ทางทิศตะวันตกของตัวเมืองร่อนพิบูลย์ ในรูปแบบของสายแร่ควอร์ตที่นำแร่ดีบุก (Cassiterite ; SnO_2) และแร่วุลแฟรม (Wolframite ; (Fe, Mn) WO_4) โดยมีแร่อาร์เซโนไพไรต์ (Arsenopyrite ; FeAsS) และ แร่ไพไรต์ (Pyrite ; FeS_2) เกิดร่วมอยู่ด้วย ในอดีตการทำเหมืองเจาะงันและเหมืองอุโมงค์โดยใช้แรงคนขุดและระเบิดไปตามสายแร่ถูกนำมาใช้กับแหล่งแร่บริเวณนี้ ผลจากการทำเหมืองด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้เกิดกองเศษหิน เศษแร่ กระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ปัจจุบันเหมืองมากกว่า 20 แปลง ที่เคยเปิดดำเนินการก่อนจะเกิดวิกฤตการณ์ราคาแร่ดีบุกตกต่ำในปี 2528 ได้หยุดดำเนินการและหมดอายุลง นอกจากนี้ยังมีแหล่งแร่ทุติยภูมิ (Secondary deposit) ซึ่งเกิดจากการผุพังสลายตัวของสายแร่บนเทือกเขาร่อนนา-สรวงจันทร์แล้วถูกพัดพาไปสะสมตัวยังที่ราบตะกอนเชิงเขาและที่ราบตะกอนน้ำพัดพา เมื่อหลายสิบปีที่ผ่านมาแหล่งแร่บริเวณนี้มีการทำเหมืองโดยใช้เรือขุดและเหมืองสูบ

เดือนกันยายน 2530 โรงพยาบาลมหาราช จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้รับผู้ป่วยจากอำเภอร่อนพิบูลย์ ที่มีอาการผิดปกติทางผิวหนัง โดยมีตุ่มตามฝ่ามือและฝ่าเท้า มีสีผิวคล้ำผิดปกติ จากการวินิจฉัยของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ จากสถาบันโรคผิวหนัง กระทรวงสาธารณสุข ระบุว่าเป็นโรคมะเร็งผิวหนังเนื่องจากพิษสารหนูเรื้อรัง ซึ่งชาวบ้านเรียกโรคนี้ว่า "โรคไข้ดำ" และจากการสอบสวนโรคในพื้นที่พบผู้มีความผิดปกติดังกล่าวเป็นจำนวนมาก ในเบื้องต้นสันนิษฐานว่า ผู้ป่วยได้รับสารหนูเรื้อรังจากการบริโภคน้ำและอาหารที่มีสารหนูเจือปน ผลการศึกษาวิจัยถึงรูปแบบ ขอบเขต และอาการของโรคจากพิษสารหนูโดยกระทรวงสาธารณสุขในปี 2531 ระบุว่าราษฎรมากกว่า 1,000 คน มีความผิดปกติทางผิวหนัง และพบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่หมู่ที่ 12, 1 และ 13 (ชูประภาวรรณ, 1994) ในปี 2535 มีการสำรวจทางการแพทย์โดยความร่วมมือกับรัฐบาลญี่ปุ่น ระบุว่านักเรียน 2400 คน มีความเข้มข้นของสารหนูในเลือดเกินมาตรฐานร้อยละ 87 และ ร้อยละ 22 แสดงอาการผิดปกติทางผิวหนัง (Paijitprapaporn and Ramnarong, 1994) จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้หน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและเอกชน ได้ร่วมมือกันเพื่อศึกษาวิจัยและดำเนินการแก้ปัญหา ทั้งการป้องกันและรักษาผู้ป่วย การจัดหาแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคและบริโภค การประชาสัมพันธ์ให้ข้อมูลความรู้แก่ประชาชนในพื้นที่ การป้องกันและแก้ปัญหาทางการเกษตร การศึกษาอุทกธรณี

จากผลการศึกษาในขั้นต้นทำให้ทราบว่ามี 2 สาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารหนู 1) จากกระบวนการตามธรรมชาติ ได้แก่ การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การชะล้าง ของดินหรือหินที่มีส่วนประกอบของแร่อาร์เซโนไพไรต์ ฯลฯ 2) จากกิจกรรมการทำเหมืองแร่ การแต่งแร่ตามโรงแต่งแร่ การร่อนแร่ของชาวบ้าน แล้วทิ้งกากแร่กระจัดกระจายไว้ทั่วไป ทำให้แร่อาร์เซโนไพไรต์ทำปฏิกิริยากับน้ำและอากาศ ถูกชะล้างพัดพาไปสะสมตัวและปนเปื้อนในแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคและบริโภคของประชาชน (Suwanmanee, 1991)



รูปที่ 1-1 Regional setting of Ron Phibun District, showing the major granite province of SE Asia.

(modified after Cobbing and others 1992, from William et al.,1996)

ตลอดระยะเวลาเกือบ 12 ปี นับตั้งแต่โรคพิษสารหนูได้อุบัติขึ้น ส่งผลให้หลายหน่วยงานได้ทำการศึกษาวิจัย วิธีการหลายวิธี เช่น Soil gas technique (วงษ์ศานุ, 1997), Hydrogeochemistry method (Williams, 1996), Isotope technique (มิลินท วิสมัย, 1997) ฯลฯ ถูกนำมาใช้ในการศึกษาการปนเปื้อน และการแพร่กระจายของสารหนูในพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ ทั้งในดิน ชั้นน้ำผิวดิน ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น ชั้นน้ำใต้ดินระดับลึก ตะกอนท้องน้ำ พืชน้ำและสัตว์น้ำ ฯลฯ ผลการศึกษาวิจัยได้รับการตี

พิมพ์ทั้งในวารสารต่างประเทศ และวารสารภายในประเทศ อีกทั้งถูกนำเสนอในการประชุมวิชาการ ทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหา ความรุนแรงของการปนเปื้อน ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาและการวางแผนในการจัดการ ดังจะเห็นได้จากรายงานของกองสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี ที่ระบุว่าปริมาณความเข้มข้นของการปนเปื้อนของสารหนูในสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มลดลง (ไพจิตรประภาภรณ์, 1997) อย่างไรก็ตามจากการประชุมวิชาการ เรื่อง การศึกษาและวิจัยโลหะมีพิษในลุ่มน้ำปากพนังและลุ่มน้ำปัตตานี ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (17 ตุลาคม 2540) มีคำถามที่น่าสนใจว่า surface soil contamination มาจากไหน กระทั่งบัดนี้ก็ยังระบุแน่ชัดไม่ได้เพราะการศึกษาโครงสร้างทางธรณีวิทยาใต้ผิวดินยังไม่สมบูรณ์ แผนภาพภาคตัดขวางทางธรณีวิทยาของพื้นที่ที่ปนเปื้อนสารหนูที่ได้จากบ่อเจาะสำรวจ (อินทรสูตร, 1988) ให้ภาพโครงสร้างของชั้นดินอย่างเคร่าๆ แต่ยังขาดรายละเอียด เนื่องจากบ่อเจาะสำรวจไม่มากพอและห่างกันมากกว่า 400 เมตร (บางตำแหน่งห่างกันมากกว่า 1 กิโลเมตร) และน่าสนใจที่ว่าการปนเปื้อนของสารหนูในอำเภอร่อนพิบูลย์ได้ถูกศึกษาวิจัยด้วยวิธีการหลายวิธี แต่ไม่ปรากฏว่าวิธีธรณีฟิสิกส์ถูกนำมาใช้ในพื้นที่ดังกล่าว วิธีธรณีฟิสิกส์สามารถที่จะหาความลึกของชั้นหินฐาน จำแนกชั้นดินโดยอาศัยความแตกต่างกันของคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดิน (physical properties) เช่น ค่าความหนาแน่น ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า ค่าความเร็วคลื่นไหวสะเทือน ค่าคงที่ไดอิเลคตริค ฯลฯ แผนภาพคุณสมบัติทางกายภาพของดิน อาจจะช่วยบ่งชี้พื้นที่ที่ปนเปื้อนสารหนู และอาจจะช่วยตอบคำถามข้างต้นได้เมื่อสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารหนูและสมบัติทางกายภาพของดิน นอกจากนี้วิธีธรณีฟิสิกส์สามารถจำแนกชั้นดินเหนียวออกจากชั้นดินชนิดอื่นๆ ชั้นดินเหนียวจะเป็นตัวกั้นการปนเปื้อนสารหนูจากชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับลึก ผลการวิเคราะห์น้ำจากบ่อน้ำบาดาลที่มีชั้นดินเหนียวกั้นระหว่างชั้นกรวดทรายให้น้ำระดับตื้นและชั้นอัคนีผุ้มน้ำตอนล่างที่เจาะโดยกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี พบว่ามีการปนเปื้อนของสารหนูในระดับต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม ส่วนในบ่อที่ไม่มีชั้นดินเหนียวกั้นจะมีการปนเปื้อนของสารหนูในระดับที่เกินมาตรฐานน้ำดื่ม (ไพจิตรประภาภรณ์, 1997) ดังนั้นถ้าทราบความลึก ตำแหน่ง รูปแบบการวางตัวของชั้นดินเหนียวในพื้นที่ ก็จะเป็นประโยชน์ในการหาแหล่งน้ำใต้ดินระดับลึกซึ่งมีการปนเปื้อนของสารหนูต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำดื่มมาใช้สำหรับอุปโภคและบริโภค

ในปี 1998-1999 Japan International Coorpertion Agency (JICA) ได้ทำการเจาะบ่อสำรวจในพื้นที่ตำบลร่อนพิบูลย์ที่คาดว่ามีการปนเปื้อนสารหนูทั้งในระดับลึกถึงชั้นน้ำบาดาล (18 บ่อ) และระดับตื้นน้อยกว่า 5 เมตร (> 300 บ่อ) และวัดค่าความเข้มข้นของสารหนูจากตัวอย่างดินและน้ำ จากผลการศึกษาพบว่าการปนเปื้อนสารหนูจำกัดอยู่ในบางบริเวณและในบางบริเวณเท่านั้นที่พบการสะสมตัวของสารหนูในปริมาณค่อนข้างสูง จึงเป็นไปได้ว่าลักษณะโครงสร้างธรณีวิทยาภายใต้ผิวดินและทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินน่าจะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการปนเปื้อนดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีธรณีฟิสิกส์ได้แก่ วิธีวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า วิธีวัดคลื่นไหวสะเทือนชนิดหักเห วิธีเรดาร์หยั่งลึก วิธีวัดค่าสนามโน้มถ่วง วิธีวัดศักย์ไฟฟ้าตามธรรมชาติ และวิธีวัดค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็ก เพื่อหาลักษณะโครงสร้างธรณีวิทยาภายใต้ผิวดินและทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน และเพื่อเลือกใช้คุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เหมาะสมระบุพื้นที่ที่ปนเปื้อนสารหนูเมื่อพบว่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์นั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนอยู่ในชั้นดินและชั้นน้ำ

วิธีธรณีฟิสิกส์สามารถทำการวัดบนผิวดินโดยไม่จำเป็นต้องทำการเจาะสำรวจ แต่การแปลความหมายข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์จะให้ความแม่นยำมากขึ้น เมื่อทราบข้อมูลทางกายภาพของดินที่ระดับความลึกต่างๆ จากบ่อเจาะสำรวจในพื้นที่ ดังนั้นข้อมูลจากการเจาะสำรวจของ JICA จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการแปลความหมายทางธรณีฟิสิกส์ หากการแปลความหมายทางธรณีฟิสิกส์มีความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากบ่อเจาะ พื้นที่แหล่งอื่นๆ ที่มีปัญหาการปนเปื้อนของของเสียในชั้นดินก็สามารถนำเอาวิธีธรณีฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งจะช่วยร่นระยะเวลาในการตรวจสอบพื้นที่ที่มีการปนเปื้อน ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการเจาะบ่อสำรวจ (ลดจำนวนบ่อเจาะ) และช่วยในการวางแผนแก้ปัญหาในพื้นที่นั้นๆ ได้