วิเคราะห์ ~ ดาบน้ำพี้ ~ วท.

คำนำ — ศ.ดร. สมิทธิ์ คำเพิ่มพูล

เหล็กน้ำพี้ - เอกสารวิชาการ — รศ. มนัส สถิรจินดา

ดาบน้ำพี้ - สมบัติอารยธรรมไทย — ดร. มยูร วิเศษกุล

บทส่งท้าย - ดาบเหล็กน้ำพี้ — ศ. สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์

669.14.018.254
วจย
ฉ.2

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH

ศูนย์วิทยทรัพยากร (ศวร.)
KNOWLEDGE CENTRE (KLC)

019477

669.14.018.254

ว๓๗

ส.2

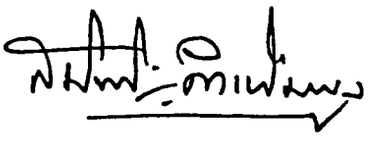
• ต.ค. 2555

คำนำ

รัฐบาลโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน ได้กำหนดให้การวิจัยด้านโลหะวิทยา (Metallurgy) เป็นหนึ่งใน 3 สาขาหลัก ซึ่งประกอบด้วย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ, สาขาอิเลคโทรนิคประยุกต์ และสาขาโลหะวิทยากับวัสดุศาสตร์ ที่จะต้องสร้างขอบข่ายความสามารถให้อยู่ขั้นแนวหน้าให้ได้ ทั้งนี้เพราะเห็นว่าปัจจุบันนี้เทคโนโลยีด้านโลหะวิทยาของประเทศยังไม่เจริญก้าวหน้าเท่าที่ควร และเป็นมูลเหตุประการหนึ่งที่ทำให้ประเทศต้องเสียดุลการค้าอย่างมากมาย ทั้งนี้เพราะต้องนำเข้าสินค้าประเภททุนซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรกลต่าง ๆ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐที่มีภารกิจโดยตรงในการวิจัยและพัฒนา ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยโดยได้รับความร่วมมือจากนักวิชาการในหลาย ๆ หน่วยงาน เพื่อการผลิตโลหะชนิดต่าง ๆ และจากการศึกษาที่ผ่านมาระยะหนึ่งพบว่ามีโลหะหลายชนิดมีแนวโน้มที่สามารถพัฒนาการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้ และมีความเชื่อมั่นว่าสามารถจะนำไปสร้างเครื่องจักรและเครื่องมือกลต่าง ๆ ได้อย่างดี ทั้งนี้นับว่าเป็นการสนองตอบนโยบายการพัฒนาด้านโลหะวิทยาและการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีของประเทศ

การพัฒนาเหล็กน้ำพี้เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้ศึกษาวิจัยและมีการกล่าวถึงกันมากในแง่มุมต่าง ๆ ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทวิเคราะห์ทางวิชาการด้านโลหะวิทยาฉบับนี้จะช่วยสร้างความเข้าใจในบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ไทยส่วนหนึ่งที่ได้ทำการวิจัยและพัฒนาเรื่องนี้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งต้องขอขอบพระคุณนักวิชาการผู้ทรงคุณวุฒิ คือ ศาสตราจารย์สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์ และ รองศาสตราจารย์มนัส สถิรจินดา ที่กรุณาให้รายละเอียดเชิงวิชาการไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง



(ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.สมิทธิ์ คำเพิ่มพูล)
ผู้ว่าการ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เหล็กน้ำพี้

*โดย รศ.มนัส สถิรจินดา**

จากที่เคยปรากฏเรื่องราวของเหล็กน้ำพี้ โดยการแพร่ข่าวทางโทรทัศน์เมื่อไม่นานมานี้ และจากข่าวนี้ได้มีเสียงวิพากษ์วิจารณ์ ทั้งในข่าวทางหน้าหนังสือพิมพ์และคอลัมนิสต์ ในทัศนะที่แตกต่างกันมาโดยตลอด ในฐานะที่ผู้เขียนมีบทบาทเกี่ยวข้องกับเหล็กน้ำพี้มาตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบันที่ทางสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ทำการผลิตดาบเหล็กน้ำพี้ขึ้นมา เพื่อสนองความต้องการของประชาชนผู้สนใจ จำนวนหนึ่งพันเล่ม** สิ่งหนึ่งที่ผู้เขียนใคร่ที่จะเผยแพร่ข้อมูลในเชิงวิชาการกับผู้สนใจถึงเรื่องราวของเหล็กน้ำพี้ เพื่อความเข้าใจถึงบทบาทของนักวิชาการกับการศึกษาค้นคว้า และนำไปพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรม สิ่งที่ผู้เขียนบทความนี้ตระหนักดีประการหนึ่ง ก็คือ การรื้อฟื้นเรื่องราวของเหล็กน้ำพี้ขึ้นมา ทั้ง ๆ ที่เป็นเรื่องราวที่เคยเกิดขึ้นและผ่านมา เป็นระยะเวลานานหลายร้อยปีมาแล้วนี้ นักวิจารณ์บางท่านให้ทัศนะไปในทางที่เป็นลบต่อการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ เพราะไปเน้นในเรื่องของเก่าโบราณ และเกี่ยวกับไสยศาสตร์ เป็นเรื่องของนานาทัศนะ สุดแต่ว่าใครจะคิดจะนึกกันตามถนัด แต่ในฐานะของผู้เขียน ซึ่งเป็นนักวิชาการด้านโลหะวิทยาที่ถนัดจะมองก็คงจะหนีไม่พ้นด้านวิชาการ และก็คงจะมองต่อไปถึงแนวทางที่จะประยุกต์และพัฒนาในอุตสาหกรรม เราปล่อยเรื่องราวของเหล็กน้ำพี้ให้กลายเป็นประวัติศาสตร์มาเป็นระยะเวลาถึงร้อยกว่าปี ทั้ง ๆ ที่ เทคโนโลยีที่บรรพบุรุษของเรามี และเพียงพอที่จะผลิตทั้งอาวุธและ

---

* รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับเชิญจากคณะสำรวจเหล็กน้ำพี้ ของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยให้เข้าร่วมงาน ในฐานะที่เป็นผู้เชี่ยวชาญทางโลหะวิทยา และมีความสนใจค้นคว้าเรื่องเหล็กน้ำพี้โบราณของไทย อดีตหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโลหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** เพื่อเป็นการแสดงคารวะในศิลปโบราณทางวิทยาการโลหะวิทยาที่ยอดเยี่ยมของบรรพบุรุษไทยและสามารถผลิตดาบซึ่งมีคุณภาพแข็งแกร่ง เหนียว คม ไว้ต่อสู้ข้าศึก ป้องกันชาติบ้านเมืองให้ลูกหลานไทยยังมีชีวิตอยู่อย่างสุขสมบูรณ์ในปัจจุบัน

อุปกรณ์เครื่องจักรกลการเกษตรได้ในขณะนั้น ถูกปล่อยทิ้งขาดการสืบทอดเทคโนโลยีขั้นพื้นฐานไป แต่กลับไปสนับสนุนเทคโนโลยีจากภายนอกประเทศ จนลืมของที่เรามีอย่างน่าเสียดาย ในช่วงร้อยปีที่ผ่านมา ถ้าการผลิตเหล็กน้ำพี้ได้กระทำติดต่อกันมาโดยตลอด ผู้เขียนเชื่อเหลือเกินว่า ประเทศไทยน่าจะเป็นประเทศที่เจริญด้วยอุตสาหกรรมเหล็กหรือโลหะมากกว่าที่จะมีสภาพเป็นประเทศเกษตรกรรม สภาพเศรษฐกิจคงจะดีกว่าที่เราเป็นอยู่ในขณะปัจจุบัน ถ้าจะเปรียบประเทศไทยเมื่อร้อยกว่าปี กับประเทศอื่น ๆ ประเทศไทยคงจะไม่น้อยหน้า เรามีเหล็กน้ำพี้ที่ทรงคุณภาพ เมื่อเทียบกับดาบซามูไรของญี่ปุ่น หรือ ดามัสกัสของประเทศกลุ่มอาหรับ หรือเชฟฟิลของอังกฤษ เราท่านลองมาทบทวนดูซิครับว่า เราขายข้าวกับเราขายเหล็ก ใครจะรวยกว่ากัน ปัจจุบันนี้ เราขายข้าวได้เกวียนหนึ่ง ราคาประมาณไม่เกิน 3,000.- บาท แต่เราต้องซื้ออุปกรณ์เครื่องยนต์ต้นกำลังเข้ามาใช้ในไร่นาเครื่องหนึ่ง ในราคาประมาณห้าหมื่นบาท ซึ่งคิดเป็นราคาต่อกิโลกรัมถึง 400-500 บาท ผู้เขียนเชื่อว่า ผู้บริหารประเทศถ้าไม่มุ่งแต่ประโยชน์ของพรรคมากเกินไป คงจะหูตาสว่างและมองเห็นแนวทางที่จะเปลี่ยนความคิดไปในทิศทางของเกษตรกรรม *มาสู่อุตสาหกรรมด้านโลหะบ้าง* เชื่อว่าคงมีแนวโน้มไปในทางที่ดี ถ้าคิดกันว่า เหล็กน้ำพี้มีคุณค่าเพียงพอต่อการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาให้เกิดประโยชน์อย่างจริงจังกับอุตสาหกรรม ซึ่งถ้าปล่อยให้จางหายไปอย่างในอดีตและอีกร้อยปีข้างหน้า ก็ขุดเอามาเคาะให้ดังกันเสียที แล้วก็ปล่อยให้เป็นประวัติศาสตร์ต่อไป ลูกหลานชาวนาที่ว่าจนอยู่ประมาณสิบล้านคน ก็คงจะต้องยากจนกันต่อไปอีก ทั้ง ๆ ที่เรามีทรัพยากรเพียงพอสำหรับพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กและโลหะ

ประวัติความเป็นมาของการศึกษาเหล็กน้ำพี้

จากบทความ เรื่อง “ร. 5 กับการท่องเที่ยว” ตอน “การเสด็จประพาสมณฑลฝ่ายเหนือ” จาก อนุสาร อ.ส.ท. ปีที่ 9 ฉบับที่ 3 เดือนตุลาคม 2511 หน้า 18 กล่าวว่า

“เมื่อออกจากเมืองพรหมพิรามแล้ว ได้แวะประทับแรมที่เมืองพิชัยคืนหนึ่ง แล้วจึงเสด็จถึง*เมืองตรอนตรีสินธุ์* ซึ่งปัจจุบันเป็นอำเภอตรอน ในจังหวัดอุตรดิตถ์ ทรงทอด-พระเนตรการตีเหล็กที่จัดมาถวาย และทรงซื้อมีดจากผู้แสดงทุกร้าน”

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น แสดงว่า ได้มีอาชีพช่างตีเหล็กอยู่ในรัชสมัยพระบาท-สมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5

และจากหนังสือเล่า เรื่อง ขุนช้างขุนแผน โดย กาญจนาคพันธ์ นายตำรา ณ เมืองใต้ พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2504 หน้า 102-103 ความว่า

"น้ำพี้ อยู่ที่เมืองตรอนดังกล่าวมาแล้ว เหล็กที่นั่นมีชื่อสองแห่ง คือบ่อพระแสง กับ บ่อน้ำพี้ บ่อพระแสงไม่มีใครกล้าเอามาทำอะไร เพราะถือว่าเป็นของหลวงสำหรับทำพระแสงอย่างเดียว เหล็กน้ำพี้นี้มีชื่อเสียงโด่งดังมาแต่โบราณ ที่อุตรดิตถ์ยังมีหาดเสี้ยวอีกแห่งหนึ่ง มีแร่เหล็กดีสำหรับตีดาบ"

จากหนังสือแถลงงานประวัติศาสตร์ เอกสารโบราณคดี ของคณะกรรมการพิจารณาและจัดพิมพ์เอกสารทางประวัติศาสตร์ สำนักนายกรัฐมนตรี ปีที่ 17 เล่ม 1 เดือนกรกฎาคม 2525 - ธันวาคม 2526 หน้า 65 ความว่า

"ต่อมาในสมัยอยุธยา ปรากฏว่า นิยมขุดแร่เหล็กจากบริเวณเมืองตรอนขึ้นมาใช้มาก ทางราชการจึงได้ห้ามขุด ทั้งนี้เพื่อสงวนไว้สำหรับใช้ทำพระแสงราชศาสตราวุธของพระมหากษัตริย์โดยเฉพาะ ราษฎร์จึงพากันเรียกบ่อแร่เหล็กนั้นว่า บ่อพระแสง อีกชื่อหนึ่ง"

จากเอกสารอ้างอิงที่นำมากล่าวนี้ จึงเป็นหลักฐานพอที่จะเชื่อได้แน่ว่า เหล็กน้ำพี้นั้นมีมาแต่โบราณสมัยอยุธยา และแหล่งแร่เหล็กที่ใช้ในการทำดาบน้ำพี้ มาจากบ่อแร่เหล็กที่หมู่บ้านน้ำพี้ อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ ความเชื่อถือในคุณภาพ ถึงความแกร่ง ซึ่งหมายถึงมีความแข็ง และความเหนียวของดาบเหล็กน้ำพี้ มีมากเป็นที่เชื่อถือ จนมีโคลงกระทู้ ซึ่งได้อ้างบทพระราชนิพนธ์ของล้นเกล้าฯ รัชกาลที่ 6 จากบทความเรื่อง เหล็กน้ำพี้ โดยคุณบุญลือ ยาป่าคาย ครูใหญ่โรงเรียนมิตรภาพ อำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย

"หัว กูมีแก้วเกิด อยู่ใน
ล้าน จึงเลี่ยนเตียนไป ดั่งนี้
นอก สุกแต่ในใส สุกปราบ
ครู *ว่าชาตินำพี้ ของข้าวพระแสงทรง*"

สิ่งจูงใจที่มีผลให้ผู้เขียน สนใจเรื่องราวของเหล็กน้ำพี้ เริ่มมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2522 ผู้เขียนได้มีส่วนเป็นที่ปรึกษาร่วมในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่องของดาบโบราณ ของนิสิตปริญญาโทผู้หนึ่ง ของภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในฐานะที่ผู้เขียนศึกษามาทางด้านโลหะวิทยา เหมาะสมที่จะให้คำปรึกษาทางด้านโลหะวิทยาแก่นิสิตปริญญาโทผู้นั้นได้ โดยการศึกษาเรื่องดาบโบราณ มีเป้าหมายเพื่อการศึกษาอิทธิพลของธาตุ โดยเฉพาะ ทังสเตน ในดาบโบราณในครั้งนั้น ยังไม่ได้มุ่งเจาะจงไปที่

ดาบเหล็กน้ำพี้ หัวหน้าผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ คือ ศาสตราจารย์สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์ ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ดาบโบราณที่มีคุณภาพสูง น่าจะมีธาตุที่สำคัญ เช่น ทังสเตนผสมอยู่บ้าง เพราะโลหะทังสเตน เป็นธาตุที่ผสมในเหล็กกล้าความเร็วสูง (High-Speed Steel) ซึ่งมีทั้งความแข็งและเหนียว ใช้ในงานทำเครื่องมือตัดโลหะ ในกรรมวิธีการกลึง ไส และเจาะโลหะและอีกประการหนึ่ง แร่ทังสเตน ปรากฏพบภายในประเทศไทยหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในภาคเหนือ อีกด้านหนึ่งของวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้ ต้องการให้สืบค้นหาเรื่องราวของบ่อแร่เหล็กน้ำพี้ เพื่อหาทางศึกษาลักษณะของแร่เหล็ก และองค์ประกอบที่สำคัญของแร่

จากการศึกษาในเนื้อหาของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ไม่ปรากฏพบโลหะทังสเตนในดาบโบราณแม้ว่าจะนำตัวอย่างดาบหลายตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ทางด้านนิวเคลียร์ ซึ่งสามารถกระทำได้ในขณะนั้น การศึกษาในครั้งนั้น กระทำได้ส่วนใหญ่เพียงผิวเผิน โดยลักษณะการศึกษาโครงสร้างด้วยกล้องขยายแบบใช้แสง (Optical microscope) ส่วนเรื่องราวของบ่อแร่เหล็กน้ำพี้ พบข้อมูลจากเอกสารว่า มีชื่อหมู่บ้านน้ำพี้จริง อยู่ที่อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ ในขณะนั้น ไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้ เพราะยังเป็นเขตอันตราย ที่เราเรียกว่าพื้นที่สีชมพู การศึกษาในเรื่องนี้จึงหยุดดำเนินการต่อไประยะหนึ่ง เพราะไม่สามารถหาตัวอย่างเหล็ก และตัวดาบโบราณที่เจ้าของยอมให้ตัดหรือทำลายบางส่วนได้

ภายหลังเมื่อ ศาสตราจารย์ สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์ เกษียณอายุราชการ และได้ไปช่วยงานที่ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ทางด้านโครงการพิเศษ ร่วมกับ ดร.มยูร วิเศษกุล จึงได้ให้ความสนใจเรื่องราวของเหล็กน้ำพี้ขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง จากการเสาะแสวงหาข้อมูลที่จะนำไปถึงเรื่องราวของเหล็กน้ำพี้ ศาสตราจารย์ สุวรรณ์ฯได้มีโอกาสสัมผัสกับ *ปัญหาของช่างตีมีด* แห่งบ้านอรัญญิกเกี่ยวกับการผูกขาดของนายทุนที่ขายเหล็กสำหรับตีมีดให้กับช่างตีมีดอรัญญิก ทางคณะผู้ติดตามค้นคว้าเรื่องของเหล็กน้ำพี้ จึงต้องเบนความสนใจมายังเป้าหมายใหม่ ในอันที่จะช่วยแบ่งเบาปัญหาให้กับชาวอรัญญิก โดยหาทางผลิตเหล็กสำหรับตีมีดภายในประเทศ ส่งให้แก่ชาวบ้าน เป็นการแทรกตลาด และลดปัญหาการผูกขาดให้เบาลงบางส่วน ปกติ ช่างตีมีดอรัญญิกที่ผลิตมีดหลาย ๆ ชนิดออกสู่ตลาด จะได้วัตถุดิบมาจากบริษัทจัดจำหน่าย ซึ่งสั่งตรงมาจากต่างประเทศทั้งหมด แล้วส่งให้กับช่างตีมีดในราคาที่ไม่สู้จะเป็นธรรม มีช่างตีมีดหลายท่านที่ทราบว่าทางสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ให้ความสนใจด้านการผลิตเหล็กตีมีด ทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ ได้ขอให้ทาง วท. ผลิตเหล็กให้มีคุณภาพเทียบเท่าเหล็กน้ำพี้โบราณ เพราะถ้า

กระทำได้จะก่อให้เกิดผลดีทั้งในด้านคุณภาพของมีด และเป็นการอนุรักษ์สิ่งที่มีค่ายิ่งสำหรับประเทศชาติ ที่ถูกทอดทิ้งไว้เป็นประวัติศาสตร์อย่างน่าเสียดาย ผู้เขียนเองมีความรู้สึกว่า การศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้*ไม่น่าจะมีผลเสียประการใด* เพราะถ้าได้ข้อมูลจากการศึกษาเรื่องนี้มากขึ้นเท่าใด โดยเฉพาะบทบาทของธาตุที่ผสม และกลไกอันสำคัญในอันที่จะสามารถเปลี่ยนแปลงความแข็ง และความเหนียวให้กับเหล็กได้ เราอาจจะนำเอาความรู้นี้ไปประยุกต์ในขบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์จักรกลต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง คงไม่มีใครอุตริคิดว่า นักวิชาการกลุ่มนี้*กำลังจะเพี้ยนไปเล่นเรื่องราวของโลหะไสยศาสตร์* อย่างที่มีเสียงวิพากษ์วิจารณ์กันในหน้าหนังสือพิมพ์ จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้เกิดการร่วมมือประสานงานกันในลักษณะส่วนบุคคล เพื่อดำเนินโครงการนี้ ระหว่างคณะทำงานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) กับ อาจารย์ส่วนหนึ่งของภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การประสานงานในครั้งนี้ดำเนินมาระยะเวลาหนึ่ง ก่อนที่จะมีข่าวออกโทรทัศน์ เริ่มตั้งแต่เดินทางไปสำรวจ และเก็บตัวอย่างแร่ จากบ่อแร่น้ำพี้ นำมาศึกษาองค์ประกอบธาตุต่าง ๆ ตลอดจนนำมาทดลองถลุง ทดลองตีเป็นมีดเล็ก ๆ และทำการศึกษาโครงสร้าง ในหลาย ๆ ตัวอย่างที่ทดลอง ซึ่งจะกล่าวในโอกาสต่อไป

แนวทางการศึกษาเรื่องของเหล็กน้ำพี้

การศึกษาเรื่องของเหล็กน้ำพี้นี้ มีแนวทางในการศึกษา เริ่มตั้งแต่การเก็บตัวอย่างแร่จากบ่อน้ำพี้ ซึ่งปรากฏมีอยู่สองแหล่ง คือ บ่อพระแสง กับ บ่อพระขรรค์ การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของแร่ ใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ โดยเครื่อง x-rays fluorescence ซึ่งกระทำที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และที่กรม-วิทยาศาสตร์ทหารบก

สำหรับตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ ได้เสาะแสวงหาจากบุคคลที่เก็บเศษเหล็กน้ำพี้โบราณไว้ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเก็บรักษาไว้ในลักษณะวัตถุมงคล ตามความเชื่อถือแบบโบราณ มีความหวงแหน ยิ่งอยู่ในลักษณะเป็นดาบแล้ว ยิ่งไม่ยอมให้คณะผู้ศึกษาเหล็กน้ำพี้ขอยืมมาได้โดยง่าย แต่อย่างไรก็ตาม คณะผู้ทำงาน สามารถเก็บตัวอย่างมาได้ไม่มากนัก ประมาณ 4 ตัวอย่าง ที่ได้รับการคัดเลือกมาว่าเชื่อถือได้

แนวทางการศึกษา จะเริ่มตั้งแต่ทำการวิเคราะห์หาส่วนผสมทางเคมี โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Emission spectro-analyser ของศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศึกษาโครงสร้างของตัวอย่างเหล็ก ด้วยกล้องขยายโดยใช้แสงธรรมดา กระทำที่ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

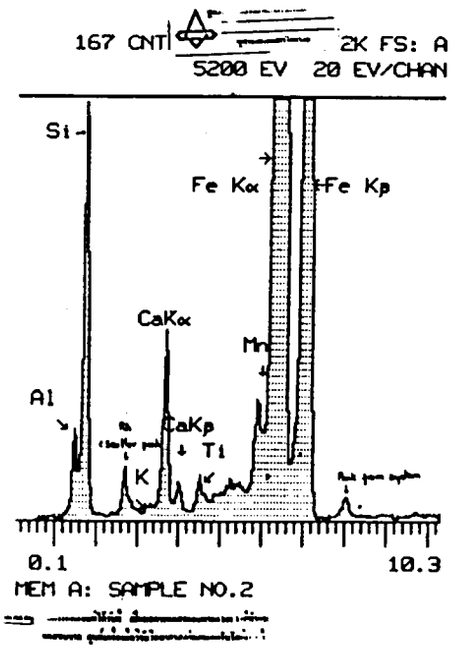
ศึกษาโครงสร้างด้วยกล้องขยายอีเล็คตรอน (Electron microscope) และทำการวิเคราะห์จุลภาค กระทำที่ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัดความแข็ง ทั้งในลักษณะรวม และในลักษณะไมโคร กระทำที่ ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

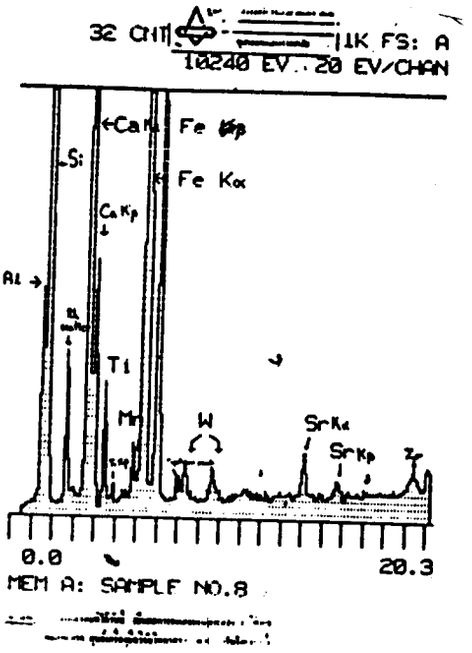
ผลของการศึกษาเรื่องของเหล็กน้ำพี้

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแร่เหล็ก ปรากฏว่า เป็นลักษณะแร่ที่มีองค์ประกอบกระจัดกระจาย มีธาตุต่าง ๆ เจือปนอยู่หลายชนิด แม้จะเป็นแร่ที่เก็บมาจากบ่อแร่เดียวกันก็ยังมีส่วนประกอบไม่เหมือนกัน ถ้าจะดูจากสีของก้อนแร่ จะพบมีสีต่าง ๆ เช่น มีสีดำน้ำตาล และสีเขียวอ่อน

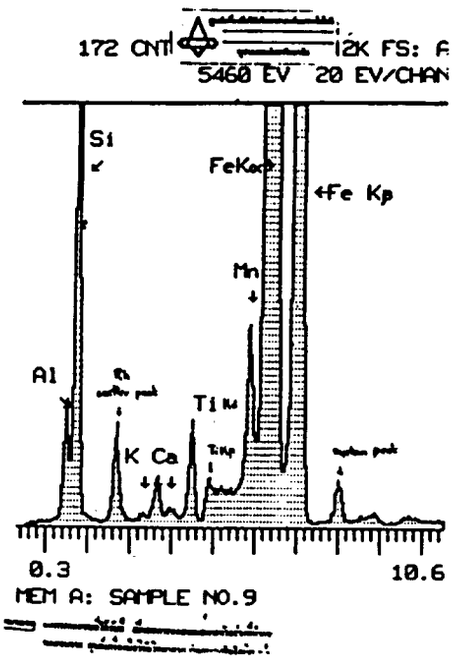
ธาตุสำคัญที่พบส่วนมากและเกือบจะทุกตัวอย่าง ได้แก่ เหล็ก ซิลิคอน แมงกานีส ไทเทเนียม อลูมิเนียม มีเฉพาะบางตัวอย่างที่พบทังสเตน เซอร์โคเนียม และสตรอนเตียม โดยเฉพาะแร่ที่เก็บจากบ่อพระแสง นอกจากธาตุที่มีผลต่อคุณสมบัติของแร่เหล็กแล้ว ส่วนใหญ่จะพบธาตุแคลเซี่ยม และโปแตสเซียม ธาตุที่คาดจะพบในแร่เหล็กน้ำพี้ เช่น โครเมียม นิเกิล วาเนเดียม หรือโมลิบดินัม ซึ่งเป็นธาตุที่มีบทบาทเพิ่มความแข็งและความเหนียวให้กับเหล็กแล้ว กลับไม่ปรากฏในแร่เหล็กที่เก็บมาทำการวิเคราะห์เลย แต่ปรากฏพบใน เหล็กน้ำพี้ตัวอย่างดังปรากฏในภาพแสดงการวิเคราะห์ตัวอย่างแร่



ภาพที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์แร่เหล็ก ด้วยอุปกรณ์ x-rays fluorescence แร่เก็บจาก แหล่งบ่อพระขรรค์



ภาพที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์ธาตุจากแร่เหล็กน้ำพี้ จากบ่อพระแสง ปรากฏธาตุทังสเตน (W) สตรอนเตียม (Sr) และเซอร์โคเนียม (Zr)



ภาพที่ 3 แสดงผลวิเคราะห์ธาตุจากแร่เหล็กน้ำพี้ในบริเวณใกล้เคียง มีองค์ประกอบใกล้เคียงกับแร่จากบ่อพระขรรค์

ผลการศึกษาตัวอย่างเหล็กน้ำพี้

จากที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องเกี่ยวกับการเสาะแสวงหาตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ ซึ่งเป็นของเก่า ผู้ศึกษาเก็บตัวอย่างมาได้เพียง 4 ตัวอย่างเท่านั้น จึงทำให้ผลการศึกษาไม่อาจจะกระทำได้ละเอียด เพราะจากการวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบจากตัวอย่าง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ Emission spectro-analyser ในตัวอย่างทั้ง 4 ปรากฏผลในลักษณะที่ไม่สู้จะสอดคล้องมากนักกับองค์ประกอบของแร่เหล็กน้ำพี้ที่วิเคราะห์จาก x-rays fluorescence ดังปรากฏในรายการแสดงผลวิเคราะห์ แต่จะสอดคล้องกันกับธาตุหลัก คือ เหล็ก ซิลิคอน แมงกานีส ไทเทเนียม และอลูมิเนียม

GROUP NO. 2 N 1	
SAMPLE NO. 1	
4/1	
DATE	1986 : 11:14
TIME	15:41
AN	026
FE	3.320
C	.1310
SI	.6331
MN	.1750
P	.1362
S	.0094
CU	.0018
NI1	.0184
CR1	.0000
MO	.0000
TI	.0255
V	.0143
AL	.0471
W	.2752
CO	.0000
NB	.0016
PB	.0362
SN	.0000
AS	.0000
B	.0004
ZR	.0000

ตัวอย่างหมายเลข 1

GROUP NO. 2 N 1	
SAMPLE NO. 2	
4/2	
DATE	1986 : 11:14
TIME	14:59
AN	025
FE	6.240
C	.8311
SI	6.329
MN	.1168
P	.1021
S	.0211
CU	.0712
NI1	.0024
CR1	.0356
MO	.0000
TI	.0815
V	.0088
AL	.0630
W	.0000
CO	.0000
NB	.0030
PB	.0075
SN	.0489
AS	.0000
B	.0156
ZR	.0000

ตัวอย่างหมายเลข 2

GROUP NO. 2	N 1
SAMPLE NO. 3	
DATE	1986 : 11:14
TIME	14:54
AN	018
FE	7.979
C	.0844
SI	.0154
MN	2.678
P	.0462
S	.0204
CU	.3183
NI1	.1509
CR1	.0723
MO	.0000
TI	.0011
V	.0096
AL	.0057
W	.0000
CO	.0267
NB	.0134
PB	.0725
SN	.0264
AS	.0292
B	.0013
ZR	.0072

ตัวอย่างหมายเลข 3

GROUP NO. 2	N 1
SAMPLE NO. 4	
DATE	1986 : 11:14
TIME	14:57
AN	022
FE	8.403
C	.1053
SI	.0131
MN	.5782
P	.0224
S	.0191
CU	.2625
NI1	.1342
CR1	.0788
MO	.0000
TI	.0003
V	.0000
AL	.0032
W	.0000
CO	.0139
NB	.0066
PB	.0202
SN	.0171
AS	.0123
B	.0008
ZR	.0036

ตัวอย่างหมายเลข 4

จากตัวอย่างหมายเลข 1 เป็นเหล็กที่มีคาร์บอนต่ำ 0.13% ซิลิคอน 0.63% แมงกานีส 0.175% ฟอสฟอรัส 0.136% นอกจากนั้น มีธาตุทังสเตน ติดมาด้วย 0.275%

ตัวอย่างหมายเลข 2 เป็นเหล็กมีคาร์บอนสูง 0.83% แต่มีซิลิคอนสูงถึง 6.329% ธาตุอื่น ๆ มีปริมาณต่ำ นอกจากธาตุโบรอน ซึ่งมี 0.0156% ซึ่งถือได้ว่ามีผลในด้านคุณ-สมบัติเชิงกลเป็นอันมาก

ตัวอย่างหมายเลข 3 เป็นเหล็กคาร์บอนต่ำ 0.08% แต่มีแมงกานีสสูง 2.678% นอกจากนี้ยังมีทองแดง 0.32% และนิเกิล 0.15% ส่วนธาตุอื่น ๆ นั้นอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งทั้งทองแดงและนิเกิล จะไม่ปรากฏพบในแร่เหล็กน้ำพี้เลย

ตัวอย่างหมายเลข 4 เป็นเหล็กกล้าคาร์บอน 0.105% แมงกานีส 0.58% ทองแดง 0.26% นิเกิล 0.13% นอกจากนั้น ยังมีธาตุอื่น ๆ อีกมาก แต่มีปริมาณต่ำ

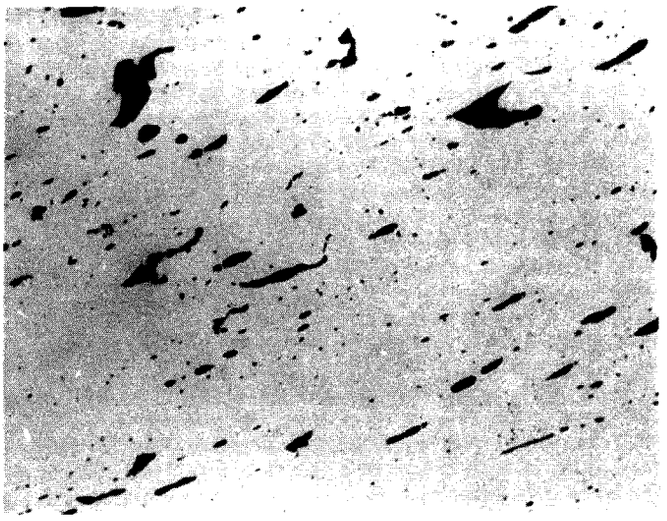
การศึกษาจุลโครงสร้าง (Microstructure)

การศึกษาโครงสร้างด้วยกล้องขยายลำแสงธรรมดา (Optical microscope) ซึ่งมีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การเตรียมผิวตัวอย่างด้วยการขัดบนกระดาษทรายละเอียด และขัดผิวเรียบขั้นสุดท้ายบนผ้าสักกะหลาด และฉีดผงขัดอลูมิน่า ที่มีความละเอียด ขนาด 0.05 ไมครอน จากนั้นจึงนำไปกัดด้วยสารละลายเอทชิ่ง ซึ่งเป็นกรดไนตริคเจือจางในแอลกอฮอล์ (4% Nital) จากนั้นจึงนำไปศึกษาผิวที่กัดด้วยกรดเจือจางดังกล่าวแล้วนั้น ด้วยกล้องขยายลำแสงธรรมดาต่อไป

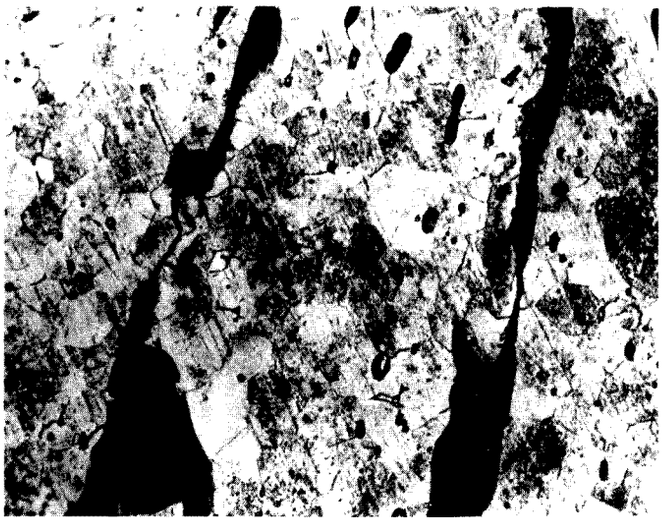
สำหรับการศึกษาโครงสร้างด้วยกล้องขยายลำแสงอิเล็คตรอน (Electron microscope) ซึ่งการศึกษาโครงสร้างเหล็กน้ำพี้นี้ จะใช้กล้องขยายอีเล็คตรอนแบบลำแสงกวาด (Scanning Electron Microscope) การเตรียมผิวตัวอย่าง มีขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่างเหมือนกับการเตรียมผิวตัวอย่างสำหรับลำแสงธรรมดา แต่การกัดผิวตัวอย่างด้วยกรดเจือจาง จะใช้เวลานานกว่าเล็กน้อย จากนั้นจึงนำไปเคลือบผิวตัวอย่างด้วยคาร์บอน ด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสมในห้องสูญญากาศ เพื่อเพิ่มความชัดเจนในขณะศึกษาโครงสร้าง ความแตกต่างของภาพถ่ายโครงสร้าง ระหว่างกล้องขยายออพติคและกล้องขยายอิเล็คตรอน จะปรากฏลักษณะตรงข้ามกล่าวคือ ถ้าปรากฏพื้นที่สีขาวในภาพ จากกล้องขยายออพติค จะกลับเป็นสีเทาแก่ในภาพถ่าย ดังปรากฏในภาพ

ตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ หมายเลข 1

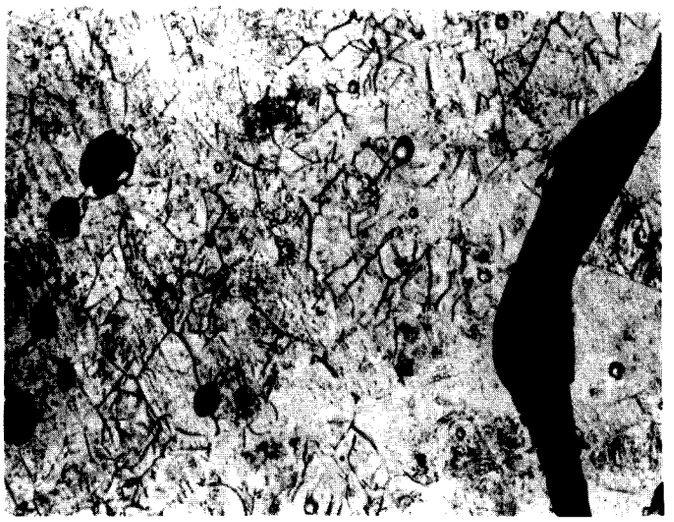
ปรากฏในภาพถ่ายโดยไม่ได้ทำการกัดด้วยกรดเจือจาง ในภาพหมายเลข 1 แสดงลักษณะของอินคลัสชัน (สีดำ) เป็นแนวยาวตามทิศทางของการตีขึ้นรูป ซึ่งมีอยู่ในปริมาณสูง อินคลัสชัน คือ สารเจือปนที่เกิดขึ้นในขณะทำการหลอมเหล็ก และฝังอยู่ในเนื้อเหล็ก



ภาพถ่ายหมายเลข 1 แสดงลักษณะอินคลัสชัน ที่กำลังขยาย 100 เท่า

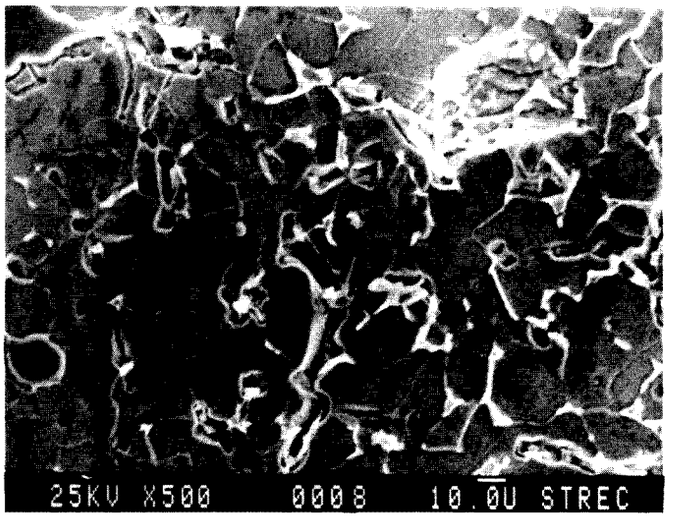


ภาพถ่ายหมายเลข 2 แสดงโครงสร้างที่ประกอบด้วยเฟอร์ไรท์ และลักษณะของเฟสที่สองปรากฏตามขอบเกรน ส่วนสีดำ คือ อินคลัสชัน ที่กำลังขยาย 200 เท่า

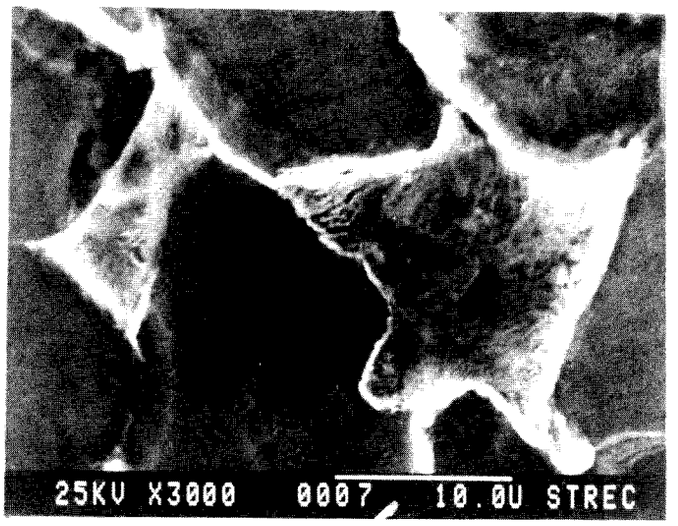


ภาพถ่ายหมายเลข 3 แสดงลักษณะของเฟอร์ไรท์และเฟสที่สอง ซึ่งจะจับอยู่ตามบริเวณขอบเกรน เป็นเส้นดำ และยังปรากฏมีจุดดำ ๆ ที่ตกผลึกอยู่ภายในเฟอร์ไรท์ ส่วนสีดำขนาดโต เป็นอินคลัสชัน ที่กำลังขยาย 500 เท่า

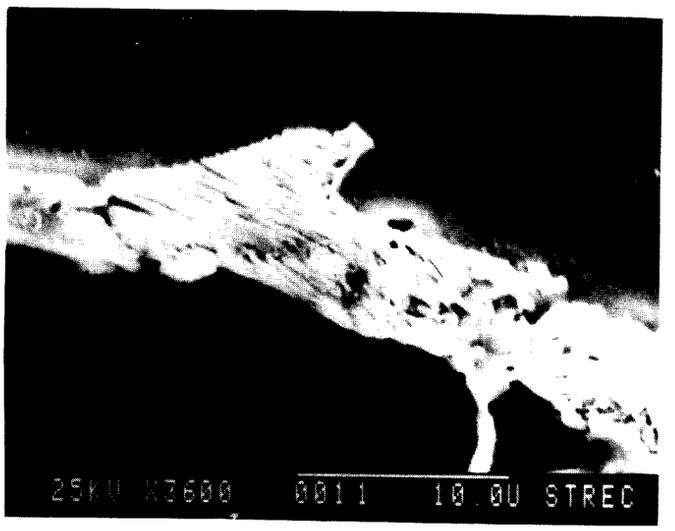
เมื่อนำตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ชิ้นเดียวกันนี้ มาศึกษาด้วยกล้องขยายอีเล็คตรอน เพื่อศึกษาให้ละเอียดมากขึ้น ทั้งยังทำการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในอินคลัสชัน ด้วยอุปกรณ์ Energy Dispersive Spectrum ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประกอบกับกล้องขยายอีเล็คตรอน สำหรับการวิเคราะห์ในลักษณะ Micro-analysis ซึ่งปรากฏผลดังนี้



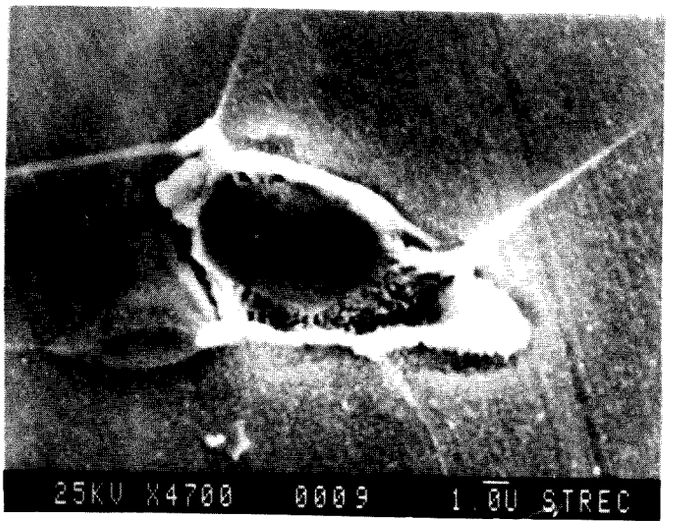
ภาพถ่ายหมายเลข 4 แสดงลักษณะโครงสร้างของเฟอร์ไรท์ อินคลัสชัน และเฟสที่สองตามบริเวณขอบเกรนซึ่งเป็นสีขาว ภาพถ่ายจากกล้องขยายอิเล็คตรอน ที่กำลังขยาย 500 เท่า



ภาพถ่ายหมายเลข 5 แสดงลักษณะของเฟสที่สอง ที่กำลังขยาย 3,000 เท่า ปรากฏเป็นลักษณะของเพิลไรท์ที่เล็กละเอียดมาก (Fine pearlite) ซึ่งควรจะเป็น ซอร์ไบท์ (Sorbite)

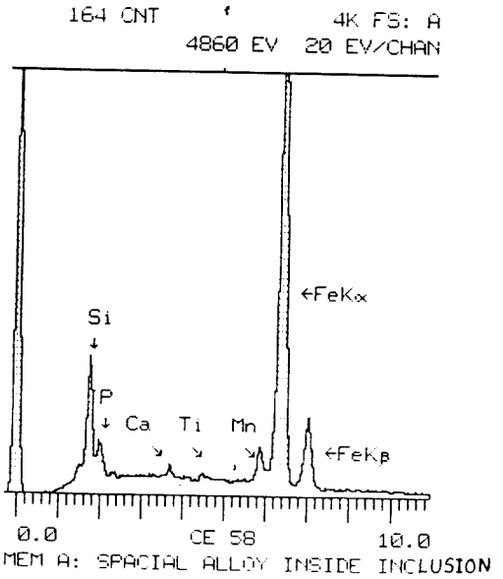


ภาพถ่ายหมายเลข 6 แสดงรายละเอียดของซอร์ไบท์ (Sorbite) ที่กำลังขยายสูง 3,600 เท่า โครงสร้างที่ละเอียดนี้ จะเป็นโครงสร้าง ที่ให้ความแข็งแรงสูงมาก



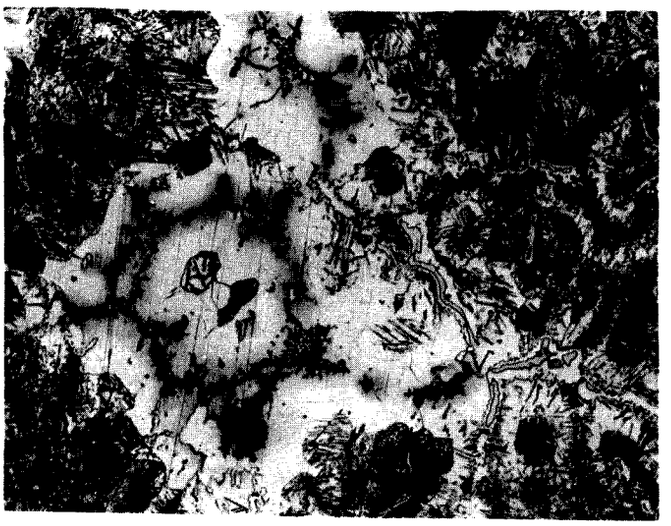
ภาพถ่ายหมายเลข 7 ภาพถ่ายจากกล้องอิเล็คตรอน ที่กำลังขยาย 4,700 เท่า แสดงตำแหน่งของอินคลัสชันที่ปรากฏมีอีกเฟสหนึ่งล้อมรอบ (สีขาว) ซึ่งไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นอะไร เพราะจากการตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ด้วยระบบไมโคร ไม่ให้ผลที่แตกต่างไปจากโครงสร้างพื้นฐาน (Matrix) สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นคาร์ไบด์ชนิดหนึ่ง

จากการวิเคราะห์ในลักษณะไมโคร บริเวณที่เป็นอินคลัสชัน ปรากฏว่ามีธาตุอยู่หลายชนิดรวมกันอยู่ เช่น ซิลิคอน แมงกานีส ไทเทเนียม นอกจากนั้น ยังปรากฏมีฟอสฟอรัสและแคลเซียม อยู่ด้วย ดังแสดงในภาพแสดงผลวิเคราะห์



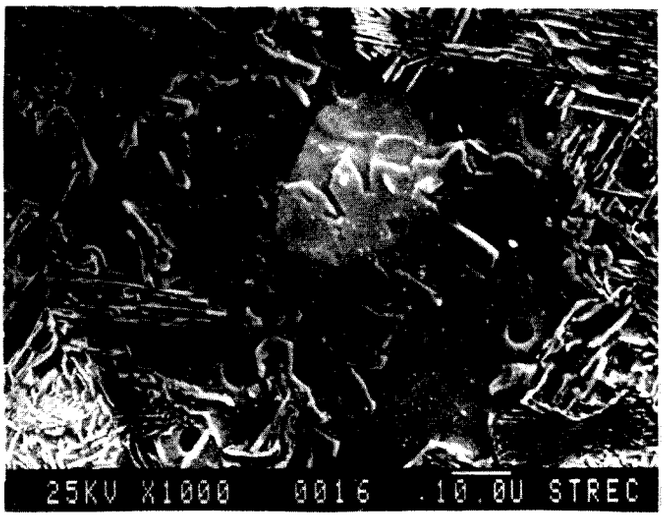
ตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ หมายเลข 2

จากผลการวิเคราะห์ส่วนผสม ปรากฏเป็นเหล็กคาร์บอนสูง ประมาณ 0.8% และมีซิลิคอนสูงถึง 6 เปอร์เซนต์ ทำให้ปรากฏในโครงสร้าง มี กร๊าฟไฟต์ เฟอร์ไรท์ ออสเตนไนท์ และโครงสร้างยูเท็คตอยด์ ดังแสดงในภาพ

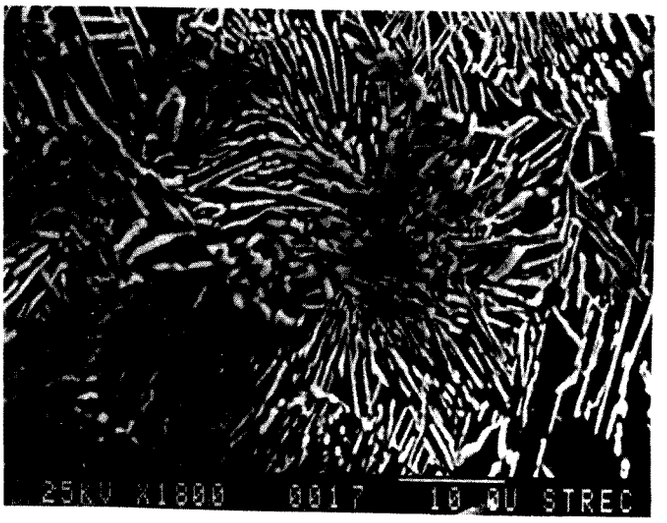


ภาพแสดงหมายเลข 8 แสดงลักษณะโครงสร้างที่ประกอบด้วย เฟอร์ไรท์ (สีขาว) เฟสสีเทา กร๊าฟ-ไฟต์ (สีดำ) และโครงสร้างยูเท็คตอยด์ ที่กำลังขยาย 100 เท่า

ภาพถ่ายหมายเลข 9 แสดงลักษณะโครงสร้าง เฟอร์ไรท์ เฟสสีเทา และยูเท็คตอยด์ ที่กำลังขยาย 500 เท่า



ภาพถ่ายหมายเลข 10 แสดงลักษณะโครงสร้างของเฟอร์ไรท์ *เฟสที่สงสัย* และยูเท็คตอยด์ โดยถ่ายจากกล้องขยายอีเล็คตรอน ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

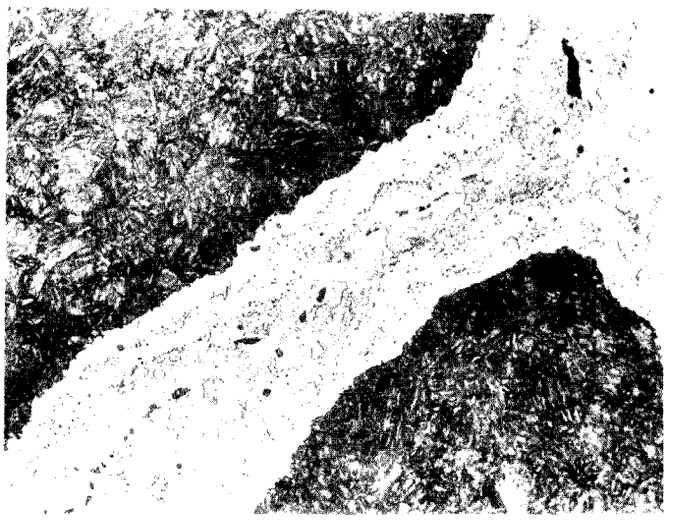


ภาพถ่ายหมายเลข 11 แสดงโครงสร้างยูเท็คตอยด์ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างไปจากเพิลไรท์ ของเหล็กกล้าคาร์บอน *ที่รู้จักกันทั่วไปในปัจจุบัน* คือ ไม่ปรากฏขอบเกรนที่ชัดเจน ถ่ายจากกล้องขยายอีเล็คตรอน ที่กำลังขยาย 1,800 เท่า

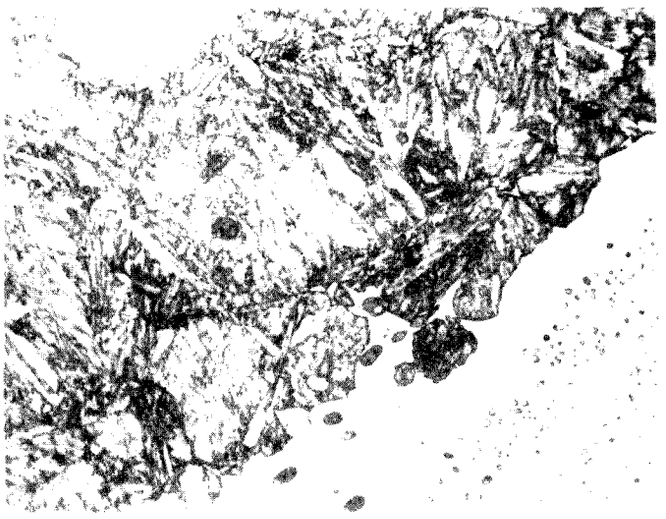
หมายเหตุ *เฟสสีเทาที่ปรากฏ* ไม่อาจจะบอกได้ในที่นี้ว่า คือเฟสของโครงสร้างอะไรแต่จากการวัดความแข็งไมโครบริเวณนี้ ได้ความแข็งสูงมาก ถึง 927 Hv_{50} หรือประมาณ $67H_{RC}$ สันนิษฐานว่า น่าจะเป็นคาร์ไบด์ของธาตุใดธาตุหนึ่ง ที่ยังไม่สามารถจะตรวจได้ว่าธาตุนี้คืออะไร

ตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ หมายเลข 3

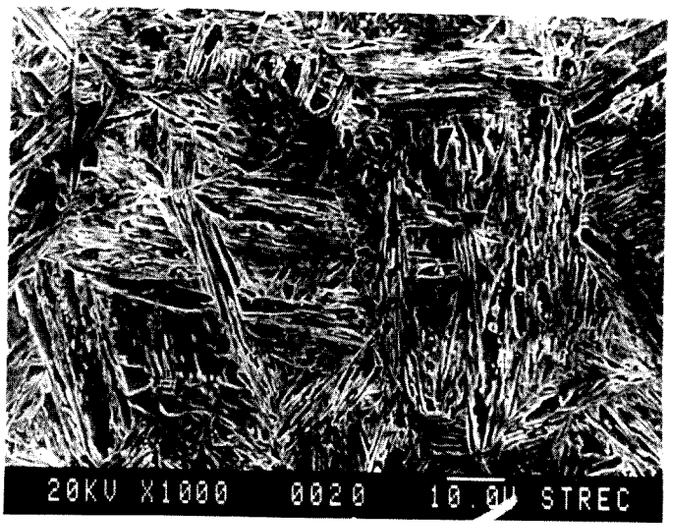
เป็นเหล็กคาร์บอนต่ำ (0.084%) มีแมงกานีส 2.68% นอกจากนี้ ยังมีทองแดง 0.32% และนิเกิล 0.15% จากการศึกษาโครงสร้างโดยทั่วไป โครงสร้างมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ คือ มีส่วนที่เป็นเฟอร์ไรท์ เป็นแถบยาว และบริเวณเฟอร์ไรท์ จะมีผลึกเล็ก ๆ ที่เป็นแมงกานีสและโครเมียมเกิดอยู่รวมกัน โครงสร้างในส่วนอื่น ๆ จะเป็นลักษณะของเบนไนท์ (Bainite) ซึ่งปรากฏดังแสดงในภาพ



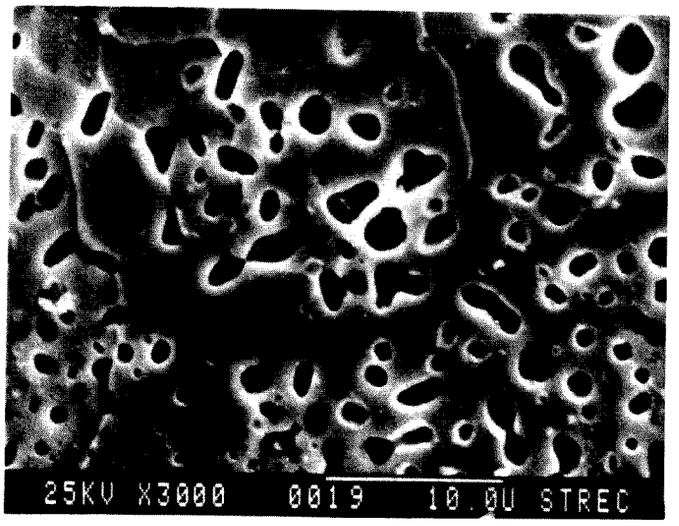
ภาพถ่ายหมายเลข 12 แสดงโครงสร้างที่เป็นเฟอร์ไรท์ (สีขาว) โดยมีผลึกเล็กสีดำ เกิดแทรกอยู่ทั่วไป โครงสร้างส่วนอื่นเป็นเบนไนท์ (สีดำ) ที่กำลังขยายสูง 100 เท่า



ภาพถ่ายหมายเลข 13 เป็นภาพเดียวกัน แสดงรายละเอียดของโครงสร้างเฟอร์ไรท์ และเบนไนท์ ที่กำลังขยายสูง 500 เท่า

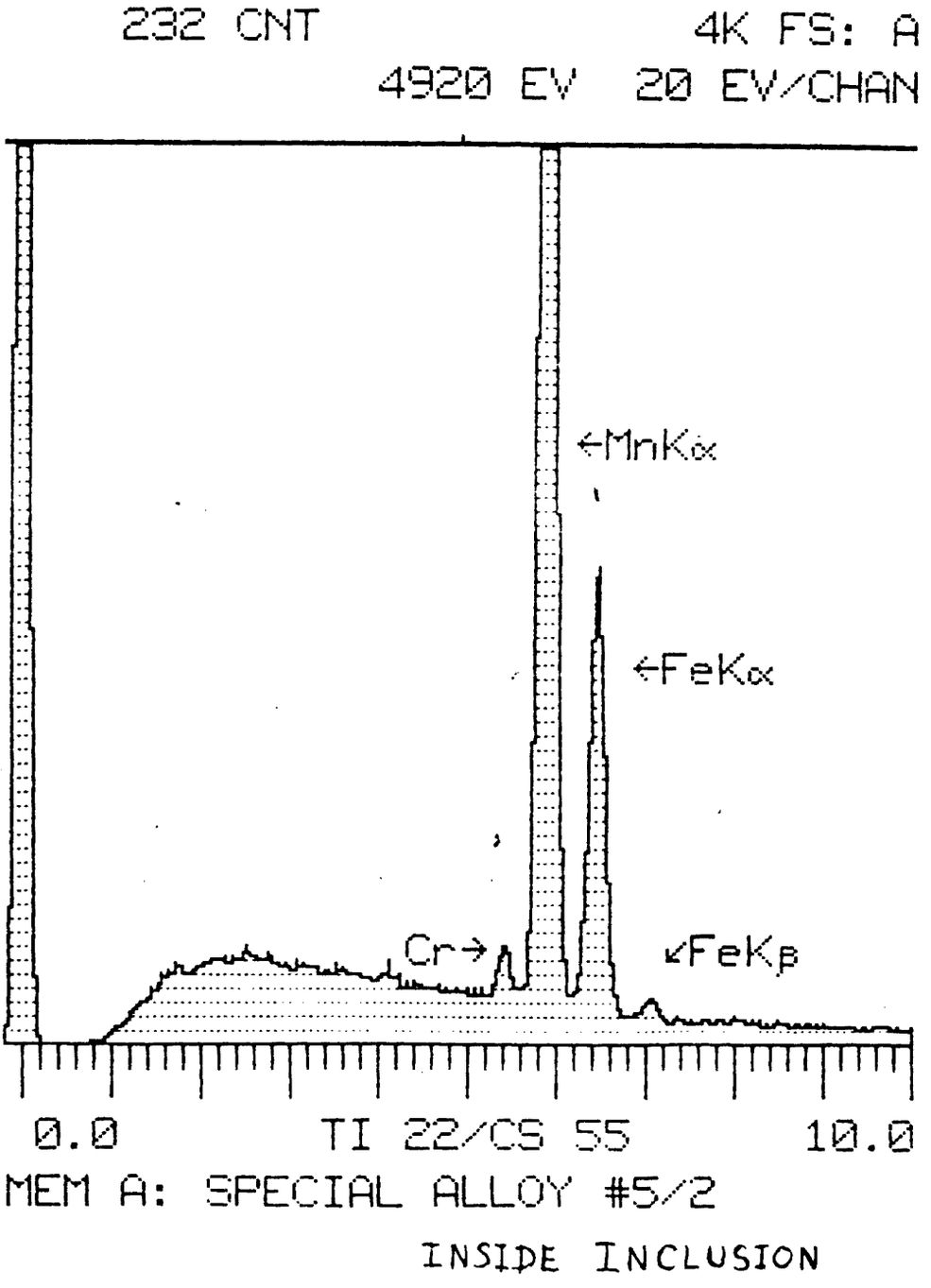


ภาพถ่ายหมายเลข 14 แสดงลักษณะของเบนไนท์ที่กำลังขยายสูง 1,000 เท่า ถ่ายด้วยกล้องขยายอีเล็คตรอน



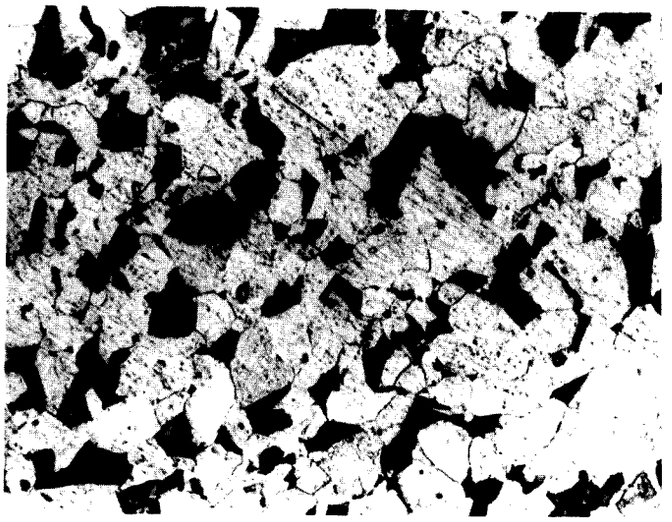
ภาพถ่ายหมายเลข 15 เป็นภาพแสดงลักษณะของผลึกที่จับกันอยู่กระจัดกระจายในโครงสร้างเฟอร์ไรท์ จะเห็นว่าผลึกจะกระจายอยู่ทั่วไปไม่อยู่ตามขอบเกรน และส่วนใหญ่จะมีเม็ดค่อนข้างกลม ซึ่งจะมีส่วนเสริมสร้างความแข็งให้กับเฟอร์ไรท์ ถ่ายจากกล้องขยายอิเล็คตรอน ที่กำลังขยาย 3,000 เท่า

จากการวิเคราะห์ในลักษณะไมโคร ด้วยระบบ E.D.S. ร่วมกับกล้อง S.E.M. ปรากฏว่าผลึกสีดำที่อยู่ทั่วไปในโครงสร้างของเฟอร์ไรท์ ประกอบด้วยธาตุ แมงกานีส กับโครเมียมเล็กน้อย ดังแสดงในภาพ

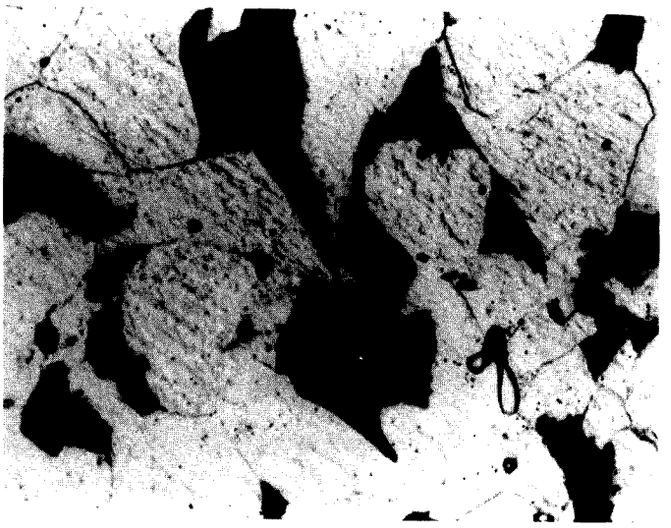


ตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ หมายเลข 4

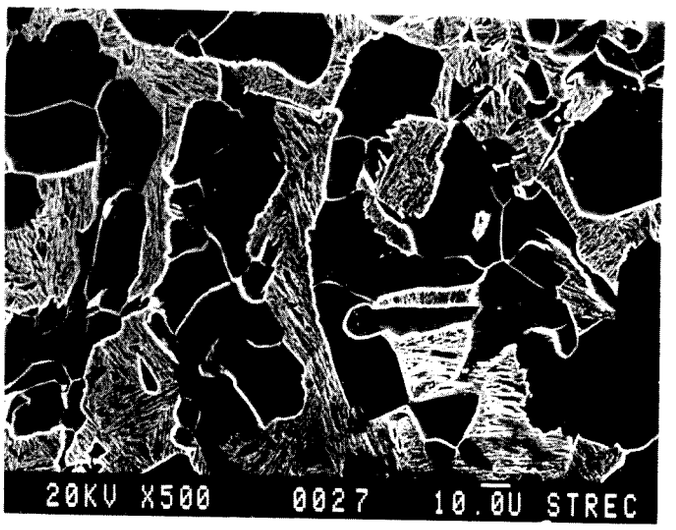
จากผลการวิเคราะห์ส่วนผสม เป็นเหล็กมีคาร์บอน 0.10% แมงกานีส 0.58% ทองแดง 0.26% นิเกิล 0.13% ธาตุอื่น ๆ ที่พบมีปริมาณต่ำ โครงสร้างทั่วไป ประกอบด้วยเฟอร์ไรท์กับเบนไนท์ ปริมาณใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ยังปรากฏพบผลึกอินคลัสชัน จับอยู่เป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า เป็นธาตุโครเมียม เป็นส่วนใหญ่ กับแมงกานีสอีกเล็กน้อย ดังปรากฏในภาพโครงสร้างและผลการวิเคราะห์ไมโคร (Micro-analysis) ในหน้า 23



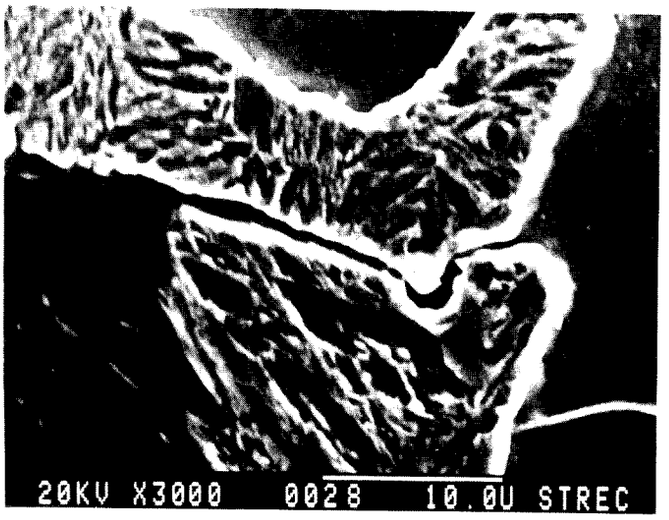
ภาพถ่ายหมายเลข 16 แสดงลักษณะโครงสร้างของเฟอร์ไรท์ (สีขาว) กับเบนไนท์ (สีดำ) ที่กำลังขยาย 100 เท่า



ภาพถ่ายหมายเลข 17 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างเฟอร์ไรท์ และเบนไนท์ ที่กำลังขยาย 500 เท่า

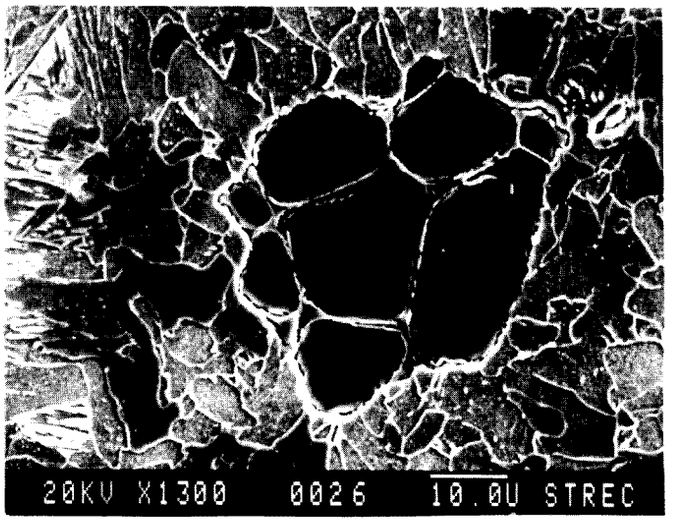


ภาพถ่ายหมายเลข 18 แสดงลักษณะของเฟอร์ไรท์ (สีดำ) กับเบนไนท์ (สีขาว) ถ่ายด้วยกล้อง S.E.M. ที่กำลังขยาย 500 เท่า



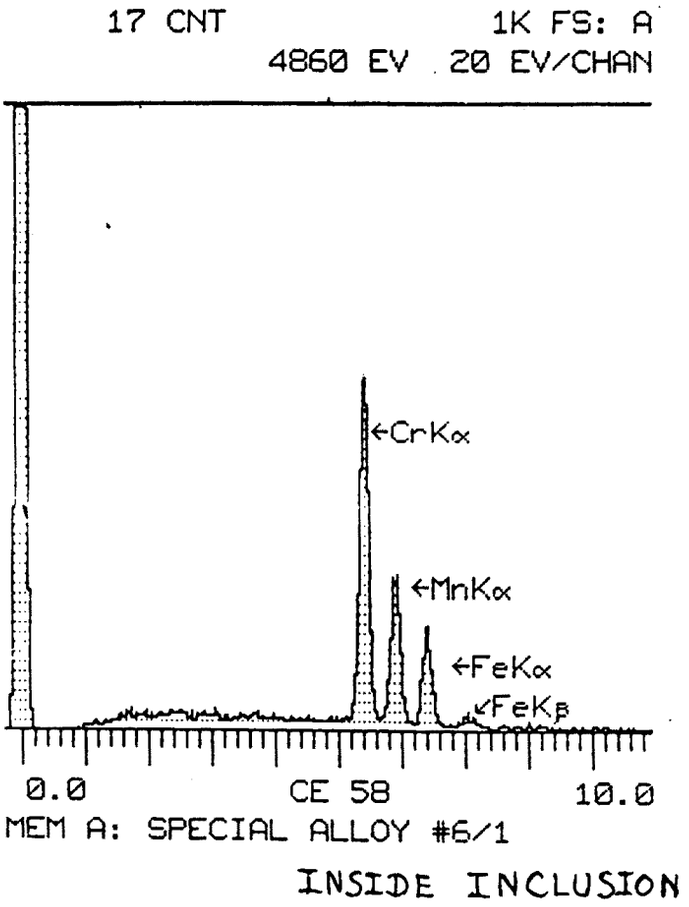
ภาพถ่ายหมายเลข 19 แสดงลักษณะของเบนไนท์ ที่กำลังขยายสูง 3,000 เท่า ถ่ายจากกล้อง S.E.M.

ภายถ่ายหมายเลข 20 แสดงลักษณะของผลึกอินคลัสชัน ของ โครเมียม และแมงกานิส ที่จับตัวแทรกอยู่ในบริเวณโครงสร้างเบนไนท์ ผลึกจะมีลักษณะกลมเป็นส่วนใหญ่ ถ่ายจากกล้อง S.E.M. ที่กำลังขยาย 1,300 เท่า



ภาพถ่ายหมายเลข 21 แสดงผลึกของโครเมียม-แมงกานีส จับตัวแทรกอยู่ในบริเวณโครงสร้างเฟอร์ไรท์ ถ่ายจากกล้อง S.E.M. ที่กำลังขยาย 1,300 เท่า

จากการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบของผลึกอินคลัสชันที่ปรากฏด้วยเครื่อง E.D.S. ร่วมกับกล้อง S.E.M. ปรากฏเป็นธาตุโครเมียมเป็นส่วนใหญ่ โดยมีแมงกานีสกับเหล็กเป็นส่วนประกอบดังแสดงในภาพ



ผลการทดสอบความแข็ง (Hardness)

ตัวอย่างหมายเลข 1	ความแข็งเฉลี่ย	50 HRA
ตัวอย่างหมายเลข 2	ความแข็งเฉลี่ย	40 HRC
ตัวอย่างหมายเลข 3	ความแข็งเฉลี่ย	20 HRC
ตัวอย่างหมายเลข 4	ความแข็งเฉลี่ย	40 HRA

จากผลการวัดความแข็ง ปรากฏว่า ตัวอย่างหมายเลข 1 และ 4 มีความแข็งต่ำมาก จึงต้องวัดความแข็ง ด้วย สเกล A (แต่จะสามารถชุบแข็งด้วยความร้อน ให้มีความแข็งเฉลี่ยระดับสเกล C ได้ ส่วนตัวอย่างหมายเลข 2 และ 3 ก็จะชุบแข็งด้วยความร้อนให้มีความแข็งเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นได้อีกเช่นเดียวกัน)

ส่วนตัวอย่างหมายเลข 3 ได้ความแข็งปานกลาง คือ 20 H_{RC}

มีข้อสังเกตจากการวัดความแข็งแบบไมโคร ในตัวอย่าง 1, 3 และ 4 ในบริเวณที่โครงสร้างเป็นเบนไนท์ จะได้ความแข็งสูงถึง 630 Hv_{50} (57 H_{RC}) และบริเวณที่มีโครงสร้างผสม ระหว่าง เฟอร์ไรท์ กับเบนไนท์ จะมีความแข็งสูง 280 Hv_{50} (27 H_{RC})

สำหรับตัวอย่างหมายเลข 2 ได้ความแข็งสูง 40 H_{RC} ซึ่งจากโครงสร้าง จะประกอบด้วยโครงสร้างยูเท็คตอยด์ เป็นส่วนใหญ่ และจากผลการวิเคราะห์ปรากฏเป็นเหล็กที่มีคาร์บอนอยู่ในเกณฑ์สูง นอกจากนี้ยังเป็นเหล็กที่มีโบรอนผสมอยู่ถึง 0.016% ซึ่งอาจจะมีส่วนที่ทำให้เกิดเป็นเหล็กโบรายด์ (FeB) ได้ จึงทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้นมาก และจากการวัดความแข็งไมโคร *บริเวณเฟสที่สงสัย* (สีเทา) ปรากฏได้ความแข็งมากถึง 927 Hv_{50} (67 H_{RC}) ซึ่งจัดว่าความแข็งสูงอยู่ในระดับของโลหะคาร์ไบด์ เช่น โครเมียมคาร์ไบด์ หรือ โมลิบดินัมคาร์ไบด์ แต่ผลจากการวิเคราะห์ธาตุทางเคมีของตัวอย่างเหล็กหมายเลข 2 พบโครเมียมเพียงเล็กน้อย แต่ไม่พบโมลิบดินัม จึงสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นเหล็กโบรายด์ (Iron Boride)

สรุปผลของการศึกษาเหล็กน้ำพี้

ประเด็นที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของแร่เหล็กน้ำพี้ ปรากฏว่าเป็นแร่ที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ มีธาตุต่าง ๆ ผสมอยู่ แตกต่างกันในแต่ละแหล่ง ธาตุที่ปรากฏชัดเจนและคล้ายคลึงกันเกือบทุกตัวอย่างได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ซิลิคอน อะลูมิเนียม และไทเทเนียม จะมีอยู่บ้างในบางตัวอย่างที่มี ทังสเตน การถลุงในสมัยโบราณเชื่อว่าคงเป็นไปในลักษณะใช้ก้อนแร่หลาย ๆ แหล่งมาผสมกัน จึงทำให้เหล็กที่ถลุงได้มีธาตุต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น แมงกานีส ซิลิคอน และทังสเตน ผสมกับเหล็กที่หลอมละลายออกมาจากเตาถลุง และนำมาตีเป็นมีด จะเห็นได้จากตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ที่เก็บมาศึกษา มีธาตุต่าง ๆ ผสมอยู่ไม่เหมือนกัน ส่วนใหญ่จะเป็นเหล็กคาร์บอนต่ำ มีแมงกานีสผสมอยู่เกือบทุกตัวอย่าง ธาตุที่ปรากฏพบอีกธาตุหนึ่ง คือ ซิลิคอน โดยเฉพาะในตัวอย่างที่สอง มีปริมาณสูงถึง 6% นอกจากนี้แล้ว ธาตุอื่น ๆ ที่พบปรากฏมีปริมาณน้อย โดยเฉพาะ ไทเทเนียม พบมีปริมาณน้อยในเกือบทุกตัวอย่าง พบทังสเตน ปริมาณ 0.28% ในตัวอย่างแรก และโบรอน 0.016% ในตัวอย่างที่สอง จากข้อมูลที่ได้รับ และเหตุผลหลายประการ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า

1. เหล็กน้ำพี้ที่มีความแข็งเหนียว ไม่ได้มีผลมาจากธาตุคาร์บอนเพียงธาตุเดียว เหมือนอย่างเหล็กกล้าคาร์บอนที่รู้จักกันในปัจจุบัน

2. โครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงสูง จะมาจากผลของธาตุแมงกานีส เพราะพบแมงกานีสในเหล็กน้ำพี้ทุกตัวอย่าง

3. การตกผลึก (precipitation) ทั้งในสภาพขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ที่ปรากฏเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เหล็กน้ำพี้มีความแข็ง (Hardness) อยู่ในเกณฑ์สูง

4. ความแข็งคมของเหล็กดาบน้ำพี้ น่าจะเป็นไปในลักษณะการชุบแข็งผิว อันเกิดจากการเผาด้วยถ่านไม้ และนำออกมาตีซ้ำแล้วซ้ำอีก โดยธาตุคาร์บอนจะแพร่ซึม (Diffuse) เข้าตามบริเวณผิว และมีผลทำให้เหล็กน้ำพี้มีความแข็ง ภายหลังการอบชุบความร้อน

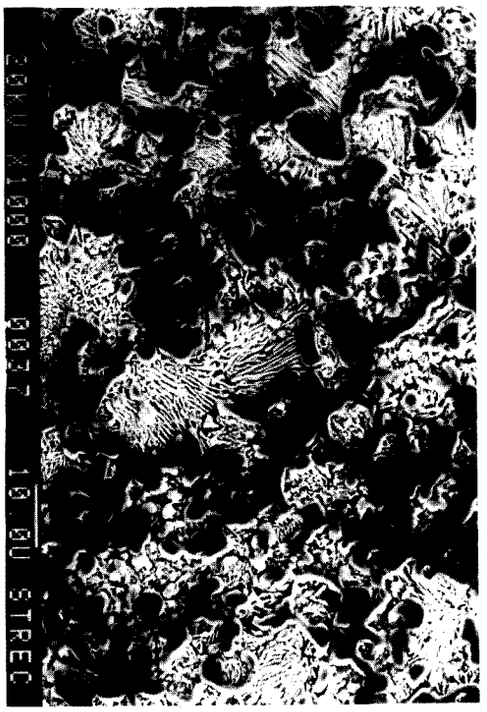
5. ผลของธาตุบางตัว เช่น โบรอน และไทเทเนียม เชื่อว่ามีบทบาทในการทำให้เหล็กมีความแข็งแรงสูง แต่เนื่องจากการศึกษาในด้านนี้ยังก้าวไปไม่ถึง เพราะขาดข้อมูลทางวิชาการ จึงไม่สามารถกล่าวยืนยันในที่นี้ได้

6. คุณสมบัติไม่เป็นสนิมของเหล็กน้ำพี้ และมีสีเขียวเหมือนปีกแมลงทับ เชื่อว่ามาจากการเกิดอ๊อกไซด์ของเหล็ก และธาตุบางตัวในเหล็กในขณะเผาแล้วตี เกิดผิวอ๊อกไซด์ที่หนาและป้องกันไม่ให้เกิดสนิมต่อไปได้อีก เช่น อะลูมิเนียมอ๊อกไซด์ และโครเมียม-อ๊อกไซด์ เป็นต้น

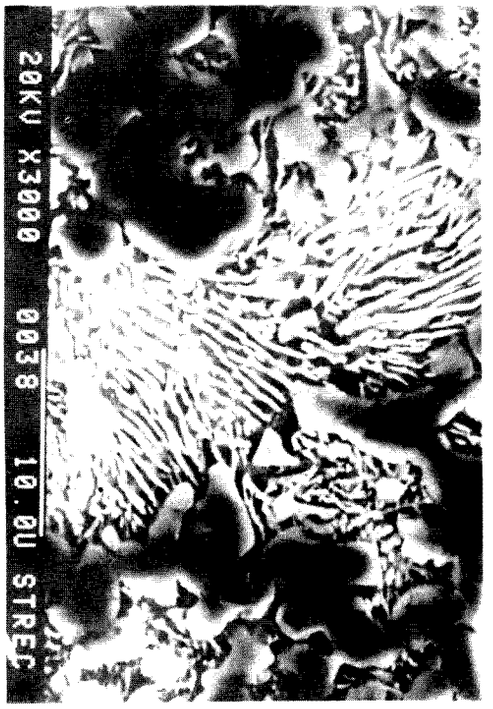
7. ธาตุโครเมียม ทองแดง และนิเกิล ไม่ปรากฏพบในแร่เหล็กตัวอย่าง แต่ปรากฏพบในเหล็กน้ำพี้ตัวอย่าง อาจเป็นไปได้ที่การเก็บตัวอย่างแร่เหล็ก กระทำในขอบเขตไม่กว้างขวางเพียงพอ หรือไม่ก็อาจเป็นไปได้ที่การถลุงแร่เหล็กน้ำพี้โบราณ ได้มีการนำเอาแร่เหล็กจากบริเวณอื่นมาผสมรวมกันก็เป็นได้

8. ข้อสรุปอีกประการหนึ่งที่เกี่ยวกับวิชาการ เรื่องของ Composite steel ที่กล่าวว่าเป็นเหล็กที่ประกอบด้วยโครงสร้างของเหล็กอ่อน ร่วมกับ โครงสร้างของเหล็กแข็ง แทรกตัวอยู่ร่วมกันมีผลทำให้เหล็กมีคุณสมบัติแข็งแรง และมีความเหนียว ซึ่งในปัจจุบันนี้ ได้อาศัยหลักการที่กล่าวนี้ ผลิตเหล็กกล้าที่มีคุณสมบัติพิเศษ โดยกรรมวิธีโลหะผง (Powder metallurgy technique) เช่นที่ปรากฏชื่อในทางการค้าว่า Ferro-Titanit จากบริษัท ไทเซ่น ของเยอรมันตะวันตก โดยเอา ผงเหล็กกล้าผสมกับผงไทเทเนียมคาร์ไบด์ มาอัดด้วยแรงสูง ให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ แล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิสูง (Sintering) เพื่อให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผงโลหะเหล็กกล้ากับผงไทเทเนียมคาร์ไบด์เป็นการเสริมความแข็งแรง ลักษณะ

เช่นนี้ อาจจะกล่าวได้ว่า เหล็กน้ำพี้โบราณของไทย ก็เป็น Composite steel ได้เช่นเดียวกัน เพราะประกอบด้วย เนื้อเหล็กอ่อน ผสมกับ ผงผลึกเล็ก ๆ ของ อินคลัสชัน ที่ประกอบด้วย แมงกานีส กับโครเมียม ดังปรากฏในตัวอย่างเหล็กน้ำพี้ที่หนึ่งกับสาม และสี่



ภาพถ่ายหมายเลข 22



ภาพถ่ายหมายเลข 23

ภาพถ่ายหมายเลข 22 - 23 แสดงลักษณะโครงสร้าง ของ Composite stell ของเยอรมัน ซึ่งประกอบด้วย ไทเทเนียมคาร์ไบด์ (สีดำ) แทรกอยู่ในเนื้อเหล็กเพิลไรท์ (ขาวสลับดำ) คุณสมบัติในสภาพอบนิ่ม (annealed) ความแข็ง 45 H_{RC} ภายหลังการชุบแข็ง ความแข็ง 75 H_{RC}

9. จากคุณลักษณะของดาบเหล็กน้ำพี้ ปรากฏมีลวดลายกระจัดกระจายอยู่ตามบริเวณผิว และภายในเนื้อเหล็ก ซึ่งปรากฏร่องรอยฝังอยู่ แม้จะขัดเนื้อเหล็กให้ลึกลงไป ที่เป็นเช่นนี้ น่าจะเป็นผลมาจากการมีอินคลัสชันขนาดโตแทรกอยู่ในเนื้อเหล็ก ซึ่งอินคลัสชันนี้ มาจากกรรมวิธีในการถลุงเหล็กแบบโบราณ

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในขั้นต่อไป

ประการแรก คือ เรื่องการเก็บตัวอย่างของเหล็กน้ำพี้ จะต้องแสวงหาตัวอย่างให้มีจำนวนมากกว่านี้ เพื่อผลการศึกษาให้ละเอียด ในเรื่องนี้ จะเป็นอุปสรรคอย่างมาก เนื่องจากดาบน้ำพี้โบราณ จัดเป็นวัตถุมงคลยากต่อการจัดหาหรือเก็บตัวอย่าง ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น

ประการที่สอง คือ การทดลองหาวิธีถลุงแร่เหล็กน้ำพี้ให้ได้เนื้อเหล็กจำนวนมากเพียงพอต่อการศึกษา ซึ่งขณะนี้ทางสถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กำลังร่วมมือกับ ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กระทำอยู่ในขอบเขตอันหนึ่ง เพื่อการสังเคราะห์เหล็กกล้าน้ำพี้ ให้ได้คุณภาพเทียบเท่า เพื่อวัตถุประสงค์ใหญ่ในการอนุรักษ์ของเก่า และส่งเสริมอาชีพช่างตีมีดให้แก่ ช่างตีมีดอรัญญิก และที่หมู่บ้านน้ำพี้ จังหวัดอุตรดิตถ์

ประการที่สาม คือ ทำการศึกษาค้นคว้า บทบาทของธาตุต่าง ๆ ที่จะมีผลในด้านทำให้เหล็กแข็งเหนียวให้กว้างขวาง โดยเฉพาะ ธาตุโบรอน เพราะโบรอนแม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย เมื่อผสมในเหล็กจะรวมกับเหล็ก ทำให้เกิดเป็น เหล็กโบรายด์ (Fe_2B และ FeB) ที่มีความแข็งสูงมาก (1,600 - 1,800 Hv) เป็นประโยชน์ในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องมือกล ที่ต้องการความแข็งสูง ดังปรากฏการใช้ธาตุโบรอนช่วยการชุบแข็งผิว ซึ่งเป็นเทคนิคพิเศษประการหนึ่ง ที่เรียกกันว่า Boron saturation ในปัจจุบัน ซึ่งอุตสาหกรรมเหล็กสมัยใหม่ของไทยยังไม่มีความรู้ Know-How ของเรื่องนี้ แต่ก็น่าจะสงสัยว่าจะปรากฏอยู่แล้วในเหล็กน้ำพี้โบราณ

ภาคผนวก

เพื่อให้ผู้อ่านเรื่องนี้ได้เห็นความแตกต่าง ระหว่างเหล็กน้ำพี้โบราณของไทย กับเหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดา ที่นักโลหะวิทยาสมัยใหม่ ได้ศึกษาเรียนรู้กันมาเป็นอย่างดีแล้วในยุคปัจจุบัน ซึ่งความจริงแล้ว ฝรั่งและญี่ปุ่นได้เริ่มต้นผลิตขึ้นมาจากเตาถลุง Blast Furnace ได้โลหะเหล็ก Pig Iron แล้วจึงใช้กรรมวิธีทำต่อให้เป็นเหล็กกล้าคาร์บอน และอื่น ๆ นั้น เพิ่งจะเกิดขึ้นเมื่อประมาณหนึ่งร้อยปีเท่านั้นเอง นี่คือวิทยาการที่นักวิทยาศาสตร์และโลหะวิทยาคนไทยไปถ่ายทอดความรู้มาจากฝรั่งหรือญี่ปุ่น (เดี๋ยวนี้อาจจะมีแปลกขึ้นมาอีกชนิดหนึ่ง ก็คือ เริ่มต้นผลิตจากเหล็กพรุน ที่เรียกว่า Sponge Iron เพื่อใช้แทน Pig Iron) ซึ่งแตกต่างกันมากกับกรรมวิธีถลุงแร่เหล็กน้ำพี้ ให้เป็นโลหะเหล็กน้ำพี้ และกรรมวิธีชุบเหล็กน้ำพี้ด้วยความร้อน ให้มีความเหนียวและแข็งคมได้ ผู้เขียนจึงได้นำภาพถ่ายโครงสร้างเหล็กกล้าคาร์บอนยุคปัจจุบันที่ประเทศไทยจำเป็นต้องสั่งซื้อเข้ามาใช้จากต่างประเทศ หรือมีโรงงานผลิตเหล็กเส้นก่อสร้างในประเทศอยู่บ้างแล้ว ซึ่งได้ถ่ายภาพด้วยกล้องขยายแบบอีเล็คตรอนชนิดลำแสงกวาด (Scanning Electron Microscope) จากเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณคาร์บอน 0.05, 0.07, 0.11, 0.23, 0.31, 0.40, 0.68, 0.80 และ 1.31 เปอร์เซ็นต์ และใคร่ขอแนะว่าให้ศึกษาโครงสร้างของเหล็กยุคปัจจุบัน คือ

เหล็กกล้าคาร์บอน 0.05 และ 0.07% เปรียบเทียบกับเหล็กน้ำพี้ตัวอย่าง หมายเลข 3 ซึ่งมีคาร์บอน 0.08%

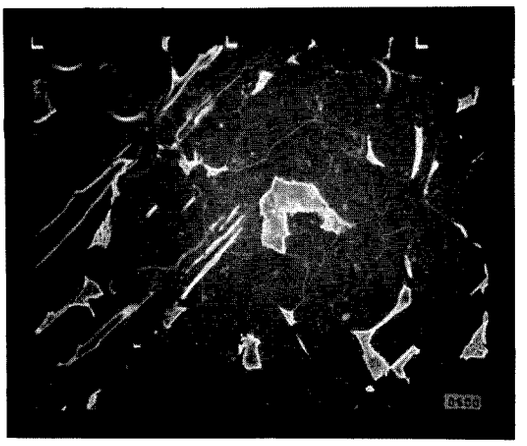
เหล็กกล้าคาร์บอน 0.11% เปรียบเทียบกับเหล็กน้ำพี้ตัวอย่าง หมายเลข 1 ซึ่งมีคาร์บอน 0.13%

เหล็กกล้าคาร์บอน 0.80% เปรียบเทียบกับเหล็กน้ำพี้ตัวอย่าง หมายเลข 2 ซึ่งมีคาร์บอน 0.83%

จะเห็นความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในบริเวณโครงสร้างเฟอร์ไรท์ของเนื้อโลหะเหล็กน้ำพี้ ซึ่งมีการกระจายตัวของผลึกอินคลัสชันอยู่ภายใน ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เหล็กน้ำพี้มีความแข็งสูง ทั้งนี้ จะผิดกันกับโครงสร้างเฟอร์ไรท์ของเหล็กกล้าคาร์บอนที่รู้จักกันในยุคปัจจุบัน ซึ่งจะปราศจากผลึกอินคลัสชัน หรือมีบ้างก็เพียงเล็กน้อยที่เกาะกลุ่มกันอยู่โดยไม่กระจายตัวและจะเห็นขอบเกรน (Grain Boundary) ปรากฏอยู่อย่างเชัดเจน

ภาพถ่ายโครงสร้างเหล็กกล้าคาร์บอน

ตัวอย่างเหล็กกล้าคาร์บอนที่นำมาศึกษาและถ่ายภาพโครงสร้างประกอบคำอธิบายเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณคาร์บอนต่างๆ กัน เป็นเหล็กที่ผ่านการรีด (as-rolled condition) โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว ถ่ายภาพขยายด้วยกล้องอีเลคตรอนไมโครสโคปชนิดลำแสงกวาด (Scanning Electron Microscope) โมเด็ล T20 ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



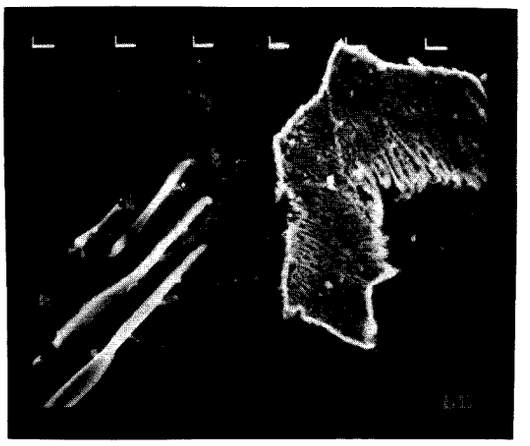
× 500

เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

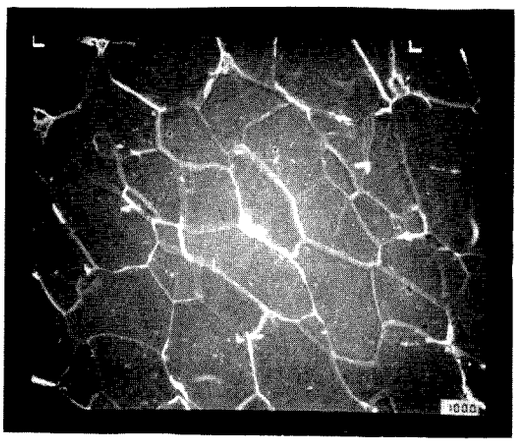
C	0.07 %
S	0.20 %
Mn	0.06 %
S	0.02 %
P	0.16 %

โครงสร้าง : เฟอร์ไรท์ + เพิร์ไลท์ และแถบยาวของสแลก

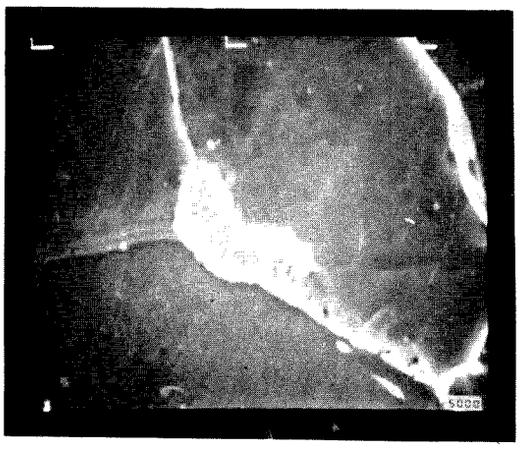
Etching : Nital 4 %



× 2000



× 1000



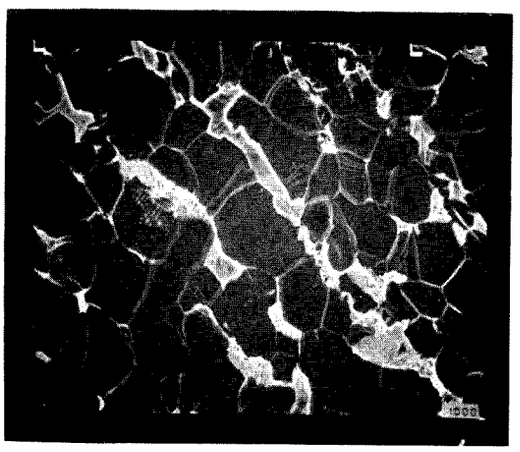
× 5000

เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

C	0.05 %
Si	0.20 %
Mn	0.08 %
S	0.02 %
P	0.02 %

โครงสร้าง : เฟอร์ไรท์ + ซีเมนไตต์ (Tertiary) และเพิร์ไลท์

Etching : Nital 4%



× 1000

× 3500

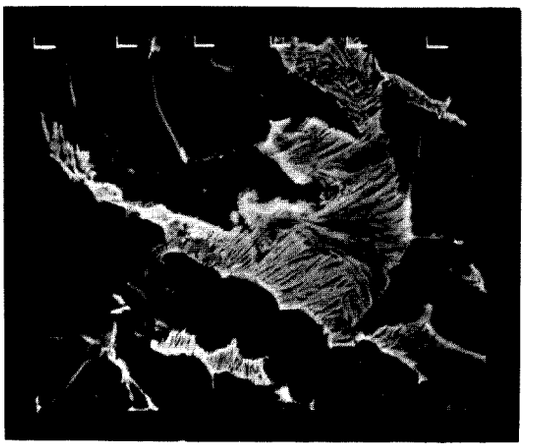
เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

C	0.11 %
Si	0.21 %
Mn	0.85 %
S	0.02 %
P	0.015 %

โครงสร้าง : เฟอร์ไรท์ (90%) + เพิร์ไลท์ (10%)
เพิร์ไลท์มีลักษณะเป็นแถบ (band)

Etching : Nital 4%

× 500



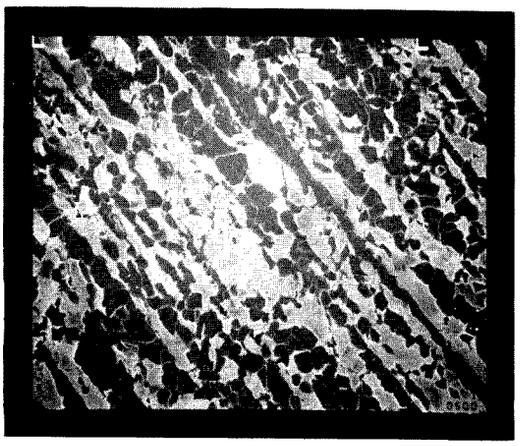
× 2000

เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

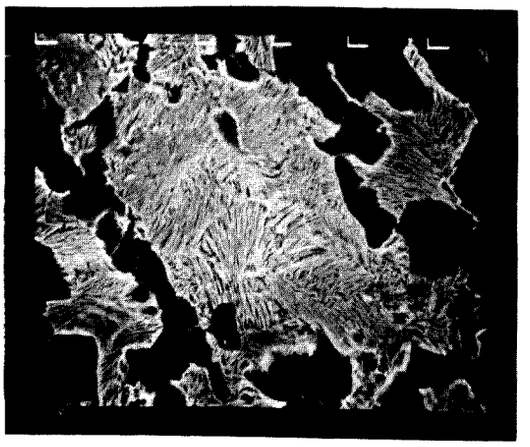
C	0.23 %
Si	0.22 %
Mn	0.85 %
S	0.035 %
P	0.024 %

โครงสร้าง : เฟอร์ไรท์ (75%) + เพิร์ไลท์ (25%)
เพิร์ไลท์มีลักษณะเป็นแถบตามทิศทางของการรีด

Etching : 4% Nital



× 500



× 2000

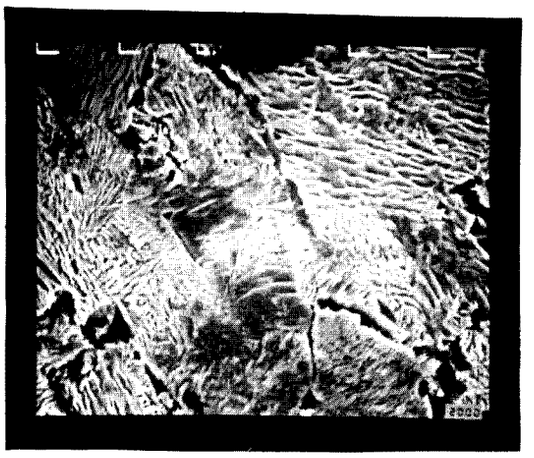
เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

C	0.31 %
Si	0.29 %
Mn	0.84 %
S	0.038 %
P	0.030 %

โครงสร้าง : เฟอร์ไรท์ + เพิร์ไลท์ (35%)
เพิร์ไลท์มีลักษณะเป็นแถบยาว

Etching : 4% Nital

× 500



× 2000

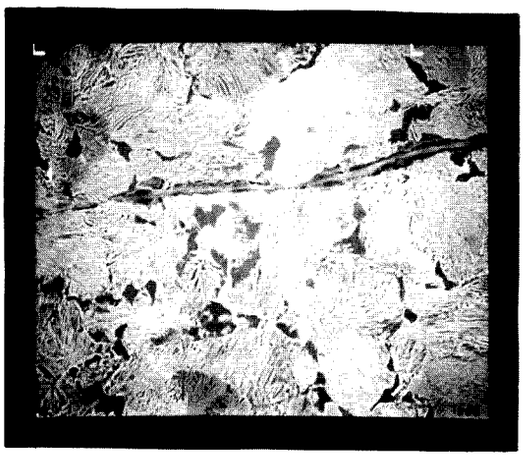
เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

C	0.40	%
Si	0.12	%
Mn	0.68	%
S	0.034	%
P	0.025	%

หมายเหตุ โครงสร้างของเหล็ก 0.4 % C ในสภาพอบ-นอร์มาลไรซ์ ควรจะมีปริมาณเพิร์ไลท์และเฟอร์ไรท์อย่างละเท่า ๆ กัน คือ 50% แต่จากภาพถ่ายโครงสร้างมีปริมาณเพิร์ไลท์อาจจะเนื่องจากมาจากการเย็นตัวเร็วทำให้มีปริมาณเฟอร์ไรท์น้อยลง

โครงสร้าง : เฟอร์ไรท์ + เพิร์ไลท์

Etching : Nital 4%



× 1000

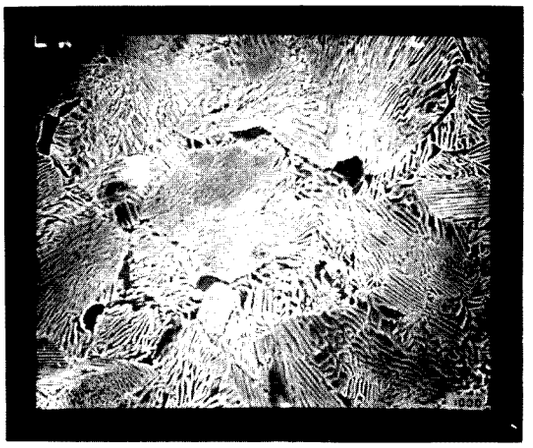
× 2000

เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

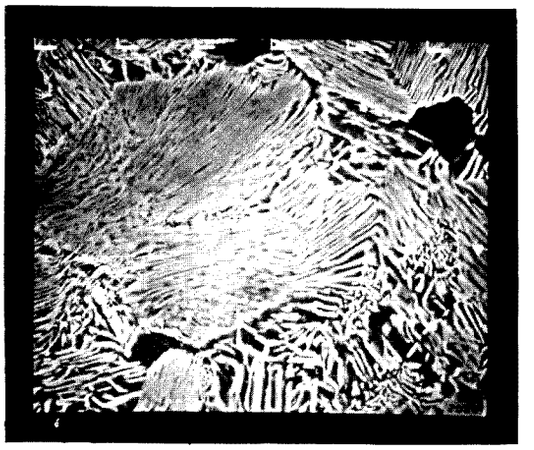
C	0.68	%
Si	0.33	%
Mn	0.84	%
S	0.045	%
P	0.038	%

โครงสร้าง : เฟอร์ไรท์ (10.15%) + เพิร์ไลท์ และอิคลูชั่นเป็นแนวยาว

Etching : 4% Nital



× 1000



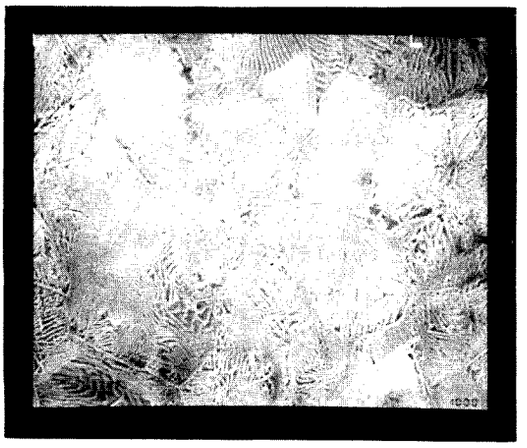
× 2000

เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

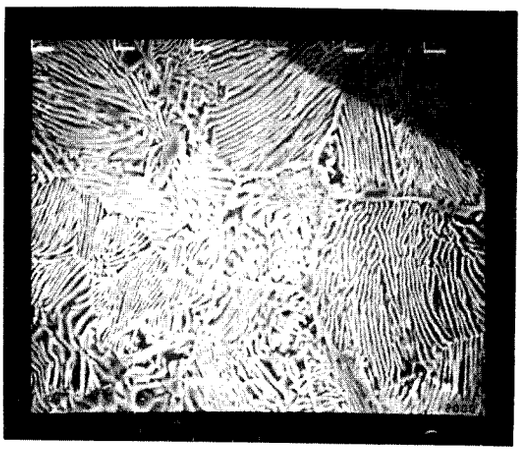
C	0.8 %
Si	0.22 %
Mn	0.21 %
S	0.01 %
P	0.02 %

โครงสร้าง : เฟอร์ไรท์ (5%) + เพิร์ไลท์

Etching : 4% Nital



× 1000



× 2000

เหล็กกล้าคาร์บอน : ส่วนผสม

C	1.31 %
Si	0.25 %
Mn	0.35 %
S	0.007 %
P	0.010 %

โครงสร้าง : เพิร์ไลท์ + ซีเมนไตต์ (Network)

Etching : 4% Nital

บรรณานุกรม

1) อนุสาร อ.ส.ท. ปีที่ 9 ฉบับที่ 3 เดือนตุลาคม 2511

2) หนังสือเล่าเรื่องขุนช้างขุนแผน พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2504

3) เอกสารโบราณคดี ของคณะกรรมการพิจารณาและจัดพิมพ์เอกสารทางประวัติศาสตร์ สำนักนายกรัฐมนตรี ปีที่ 17 เล่ม 1 เดือนกรกฎาคม 2525

4) Engineering Physical Metallurgy by Y. Lakhtin Mir Publishers. Moscow. 1977

5) Thyssen Publication 1153/3 E. ISSUE JANUARY 1985.

ดาบน้ำพี้ – สมบัติอารยธรรมไทย

*โดย ดร.มยูร วิเศษกุล**

มักมีผู้พูดว่า ประเทศชาติที่เจริญยาวนาน ประชาชนมักจะมีความสำนึกทางประวัติศาสตร์และอารยธรรม

รัชกาลที่ 6 ได้ทรงให้ข้อตระหนักว่า คนที่ขาดการศึกษาคือคนป่า และอาจกล่าวได้ว่าคนที่ขาดศิลปวัฒนธรรมคือคนดง

นักท่องเที่ยวชาวสหรัฐฯ ไปชมประเทศในทวีปยุโรป แปลกใจที่คนยุโรปเก็บอิฐหักกากปูน อาคารเก่าๆ ตึกเก่าอายุนับร้อยปีพันปี ที่ไม่ได้มีประโยชน์เต็มที่ในการใช้สอยไว้ทำไม ในนครบางแห่งที่เป็นเมืองที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ อาจถึงแบ่งฟากแม่น้ำว่า ฟากหนึ่งเป็นเมืองเก่าเก็บรักษาไว้เป็นสมบัติทางอารยธรรม อีกฟากหนึ่งเป็นเมืองใหม่ ใครจะสร้างอาคารในบริเวณเมืองเก่า จะต้องสร้างให้เหมือนของเก่าด้วย

ความสำนึกทางประวัติศาสตร์และศิลปอารยธรรม เป็นสิ่งที่ต้องปลูกฝังในระบบการศึกษา ระบบการศึกษาไทย ค่อนข้างจะอ่อนในเรื่องนี้ การศึกษาประวัติศาสตร์มักจะเน้นให้จำ พ.ศ. จำเหตุการณ์แต่มิได้เน้นการวิพากวิจารณ์ประวัติศาสตร์ หรือสร้างความสนใจในเยาวชนทางเกร็ดพงศาวดาร หรือสืบหาหลักฐานทางประวัติศาสตร์ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนขาดรสชาด

---

* ดร.มยูร วิเศษกุล เลขาธิการคนแรกของสมาคมอนุรักษ์ศิลปกรรมและสิ่งแวดล้อม สมาคมฯ ได้มีผลงานที่สำคัญเช่น การอนุรักษ์โบราณสถานบ้านเชียง, การอนุรักษ์พระปรางค์วัดอรุณฯ จากการก่อสร้างแบบใหม่, การอนุรักษ์หอไตรของพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าฯ, โบสถ์วัดบวรนิเวศน์ฯ ลานวัดหอฉันท์วัดเบญจมบพิตร และถวายคำปรึกษาการปรับปรุงวัดพระแก้วมรกต เป็นต้น

ปัจจุบันทำหน้าที่ ผู้ชำนาญการอาวุโส ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) และเป็นผู้อำนวยการโครงการประยุกต์เหล็กน้ำพี้ ให้เป็นเครื่องจักร เครื่องยนต์ เครื่องมือเครื่องใช้สมัยใหม่ โดยให้ความสำคัญสมบัติอารยธรรมไทยและเป็นผู้เสนอ ริเริ่มจัดดาบน้ำพี้เพื่อเป็นที่ระลึกถึงความสามารถในด้านโลหะวิทยาของบรรพบุรุษไทย

ในการศึกษาประวัติศาสตร์ศิลปและอารยธรรมของชาติ จึงไม่แปลกใจที่คนไทยบางคนจบการศึกษาสูงขั้นมหาวิทยาลัย แต่ขาดความสำนึกทางประวัติศาสตร์และศิลปอารยธรรม เอาเสียเลย ซึ่งภาษาฝรั่งเขาว่า "He is graduated but he is not educated"

เราอยู่ในสังคมที่มีศิลปและอารยธรรม จำเป็นที่จะต้องมีสัญลักษณ์ เช่น พระบรม-มหาราชวัง และวัดพระแก้วมรกตฯ เป็นสัญลักษณ์ของเมืองไทย, วัดวาอาราม เป็นสัญลักษณ์ของพระศาสนา, พญาครุฑ เป็นสัญลักษณ์ของราชการ, พระปรางค์วัดอรุณ เป็นสัญลักษณ์ของกรุงธนบุรี, พระเกี้ยว เป็นสัญลักษณ์ของจุฬาฯ, โดม เป็นสัญลักษณ์ของธรรมศาสตร์ฯ ฯลฯ

สมบัติทางอารยธรรม คือ กระบวนการความคิดสืบเนื่องในการพัฒนาของมนุษย์ชาติในสังคมนั้น ที่แสดงออกมาในรูปสัญลักษณ์ต่าง ๆ กัน เช่น

คนญี่ปุ่น มีความเชื่อถือในอารยธรรมนักรบซามูไร ซึ่งใช้สัญลักษณ์ในรูป "ดาบซามูไร" ว่าเป็นตระกูลของนักรบที่มีความกล้าหาญ เด็ดเดี่ยว มั่นคง ในการปกครอง แก้ไขปัญหาประเทศ และมักจะมีผู้อ้างว่า ตระกูลนักอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ ของญี่ปุ่นในปัจจุบันสืบเนื่องมาจากตระกูลซามูไร เพราะมีความอดทน กล้าหาญ เด็ดเดี่ยวในการแก้ไขภารกิจของประเทศ ในการรบสมัยใหม่ คือการรบเชิงเศรษฐกิจ แต่ตระกูลอุตสาหกรรมต่าง ๆ ยังเคารพสัญลักษณ์โบราณ คือ ดาบซามูไร ดังที่จะเห็นได้จากการให้การเคารพขั้นสูงสุดแก่ นายซาดาอิจิ กัสซัน นักตีดาบซามูไรที่สืบเชื้อสายในปัจจุบัน

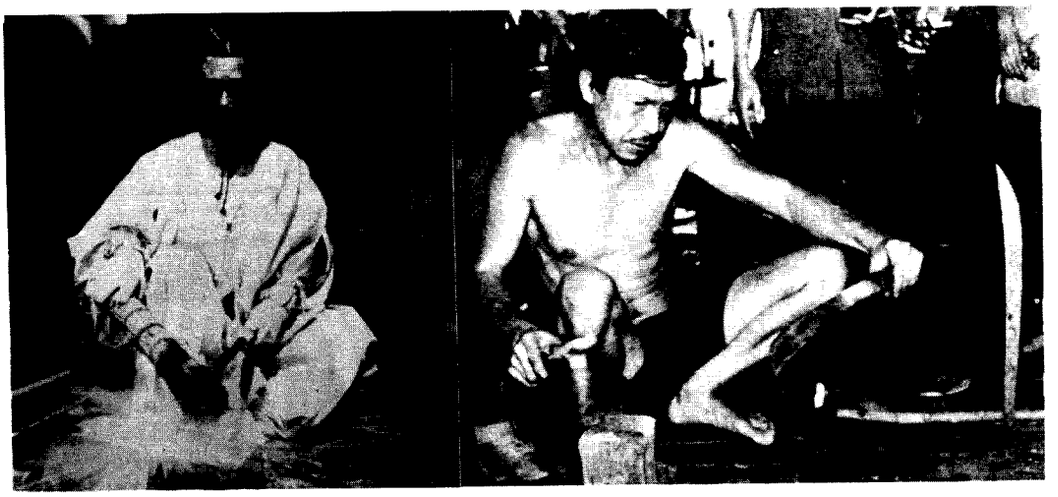
ศิลปะการตีดาบชั้นสูง ที่นายกัสซัน ฝึกฝนอยู่ในทุกวันนี้เป็นมรดกตกทอดของตระกูลมากว่า 800 ปี ด้วยความรู้ความเชี่ยวชาญและชีวิตจิตใจที่นายกัสซัน ถ่ายทอดลงสู่งานศิลปะนี้ ทำให้เขาได้รับการยกย่องจากรัฐบาลว่าเป็นทรัพยากรที่มีชีวิตของประเทศชาติ ซึ่งเป็นเกียรติยศที่มอบให้เฉพาะศิลปินชั้นสูงสุดผู้อุทิศตนให้กับการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมของญี่ปุ่นเท่านั้น กัสซันเชื่อว่า เขามีหน้าที่ที่ต้องสร้างดาบให้งดงามและสูงด้วยคุณภาพทัดเทียมกับดาบอันสูงส่งของบรรพบุรุษในอดีต พร้อมกับสืบทอดวิชาการของเขาสู่ลูกหลานต่อไปในอนาคต

หันมาดูประเทศไทย อาวุธที่จรรโลงประเทศมาแต่โบราณ เช่น หอก ดาบ ง้าว และปืนใหญ่อยุธยา แสดงว่าไทยโบราณมีความรู้เรื่องโลหะดีเมื่อเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านอาจจะรวมทั้งยุโรปและญี่ปุ่น จากหลักฐานปรากฏว่า หลังกรุงแตกคนไทยที่เป็นช่างโลหะสมัยอยุธยาหายไปหมด ช่างโลหะ ช่างดาบรัตนโกสินทร์ เช่นที่หมู่บ้านอรัญญิกและหมู่บ้านน้ำพี้ ส่วนใหญ่อพยพมาจากเวียงจันทน์ และมีเกร็ดพงศาวดารระบุว่าในสมัยพระเจ้าตากสินขาดดาบ ขาดอาวุธ ขาดช่างตีดาบ ขาดช่างโลหะ จนกระทั่งมีการแย่งชิงอาวุธกันจึงพอจะสันนิษฐานได้ว่า เมื่อกรุงแตก คนไทยที่เป็นช่างโลหะ ช่างดาบซึ่งเป็นหน่วยสรรพาวุธที่

สำคัญในการต่อสู้ข้าศึก คงถูกกวาดล้าง ฆ่าตาย หรือกวาดต้อนไปพม่าหมด จนเกือบจะไม่เหลือในต้นกรุงรัตนโกสินทร์เท่าใดนัก และหลังจากนั้นความสนใจของชาวไทยเรื่องโลหะวิทยา ก็ค่อย ๆ หายสาบสูญไป

ดาบน้ำพี้ คนไทยส่วนมากเข้าใจว่า เป็นนวนิยายจนกระทั่งมีการชำระประวัติศาสตร์ของสำนักนายกรัฐมนตรี ที่ระบุว่า "ในสมัยอยุธยา ปรากฏว่านิยมขุดแร่เหล็ก บริเวณเมืองตรอน (หมู่บ้านน้ำพี้) ขึ้นมาใช้มาก ทางราชการจึงได้ห้ามขุด ทั้งนี้ เพื่อสงวนไว้สำหรับใช้ทำพระแสงราชศัตราวุธของพระมหากษัตริย์โดยเฉพาะ" แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีหลักฐานทางโบราณวัตถุและหลักฐานทางธรณีวิทยาตัวอย่างแร่รับรอง

การหาหลักฐานโบราณวัตถุและตัวอย่างแร่ที่สอดคล้องกัน เป็นข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์อย่างดีว่าเรื่องดาบน้ำพี้ที่เป็นนิยายปรัมปราแต่เดิมนั้น เป็นเรื่องที่เป็นความจริง และเป็นดาบศักดิ์สิทธิ์คู่เมือง คู่มือตระกูลนักรบขุนนางของไทยขั้นสูงมาแต่โบราณ และนับได้ว่าเป็นสมบัติทางศิลปอารยธรรมของไทย ส่วนความเข้าใจและการให้ความสำคัญเรื่องสมบัติอารยธรรมไทยนั้น ก็เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่จะต้องให้การศึกษาและความเข้าใจกันต่อไป



นายซาดาอิจิ กัสซัน
(ช่างตีดาบญี่ปุ่น)

นายชำนาญ เภรีศัพท์
(ช่างตีดาบไทย)

เอกสารอ้างอิง

1. บทความเรื่อง "ร. 5 กับการท่องเที่ยว" ตอน "การเสด็จประพาสมณฑลฝ่ายเหนือ" จากอนุสาร อ.ส.ท. ปีที่ 9 ฉบับที่ 3 เดือนตุลาคม 2511 หน้า 18 ความว่า

"เมื่อออกจากเมืองพรหมพิรามแล้วได้แวะประทับแรมที่เมืองพิชัยคืนหนึ่ง แล้วจึงเสด็จถึงเมืองตรอนตรีสินธุ์ ซึ่งปัจจุบันเป็นอำเภอตรอน ในจังหวัดอุตรดิตถ์ ทอดพระเนตรการตีเหล็กที่จัดมาถวาย และทรงซื้อมีดจากผู้แสดงทุกร้าน"

หมายเหตุ : จากข้อความดังกล่าวข้างต้น แสดงว่าได้มีอาชีพช่างโลหะตีเหล็กอยู่ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จฯ พระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5

2. บทความเรื่อง เหล็กน้ำพี้ โดยคุณบุญลือ ยาป่าความ ครูใหญ่โรงเรียนมิตรภาพ 214 บ้านน้ำพี้ ซึ่งได้อ้างบทพระราชนิพนธ์ของล้นเกล้าฯ รัชกาลที่ 6 โคลง-กระทู้

"หัว กูมีแก้วเกิด อยู่ใน
ล้าน จึ่งเลี่ยนเตียนไป ดั่งนี้
นอก สุกแต่ในใส สุกปราบ
ครู ว่าชาติน้ำพี้ ของง้าวพระแสงทรง"

3. หนังสือเล่าเรื่อง ขุนช้าง ขุนแผน โดย กาญจนา นาคพันธุ์ นายตำรา ณ เมืองใต้ พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2504 หน้า 102 - 103 ความว่า

"น้ำพี้" อยู่ที่เมืองตรอนดังกล่าวมาแล้ว เหล็กที่นั่นมีชื่อสองแห่ง คือ บ่อพระแสงกับบ่อน้ำพี้ บ่อพระแสงไม่มีใครกล้าเอามาทำอะไร เพราะถือว่าเป็นของหลวงสำหรับทำพระแสงอย่างเดียว เหล็กน้ำพี้นี้มีชื่อเสียงโด่งดังมาแต่โบราณที่อุตรดิตถ์ยังมีหาดเสี้ยวอีกแห่งหนึ่ง มีแร่เหล็กดีสำหรับตีดาบ"

4. เสภาเรื่อง ขุนช้างขุนแผน ฉบับหอสมุดแห่งชาติ เล่ม 1 พ.ศ. 2513 หน้า 356 - 358 ความว่า

"เอาเหล็กยอดพระเจดีย์มหาธาตุ ยอดปราสาททวารามมาประสม
เหล็กขนันผีพรายตายทั้งกลม เหล็กตรึงโลงตรึงปืนลมสลักเพชร์
หอกสัมฤทธิ์กริชทองแดงพระแสงหัก เหล็กปฏักประตูตะปูเห็ด
พร้อมเหล็กเบญจพรรณกัลเม็ด เหล็กบ้านพร้อมเสร็จทุกสิ่งแท้
เอาเหล็กไหลเหล็กหล่อบ่อพระแสง เหล็กกำแพงน้ำพี้ทั้งเหล็กแร่"

5. หนังสือแถลงงาน ประวัติศาสตร์ เอกสารโบราณคดี ของคณะกรรมการพิจารณาและจัดพิมพ์เอกสารทางประวัติศาสตร์ สำนักนายกรัฐมนตรี ปีที่ 17 เล่ม 1 เดือนกรกฎาคม 2525 - ธันวาคม 2526 หน้า 65 ความว่า

"ต่อมาในสมัยอยุธยาปรากฏว่าราษฎรนิยมขุดเหล็กจากบริเวณเมืองตรอนนี้มาใช้มาก ทางราชการจึงได้ห้ามขุด ทั้งนี้ เพื่อสงวนไว้สำหรับใช้ทำพระแสงราชศัตราวุธของพระมหากษัตริย์โดยเฉพาะ ราษฎรจึงพากันเรียกบ่อเหล็กนั้นว่า บ่อพระแสง อีกชื่อหนึ่ง"

บทส่งท้ายของเรื่องดาบน้ำพี้

*ศาสตราจารย์ สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์**

ในฐานะที่ผู้เขียนได้ทำงานเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมานานหลายสิบปีจนเกษียณอายุราชการ ล่วงเข้าปัจฉิมวัยแล้ว ก็ใคร่จะขอให้ความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาในด้านความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติไทย เพื่อที่จะได้ส่งผลความสุขสมบูรณ์หรือแก้ความยากจนของชาวนาชาวไร่ซึ่งเป็นคนไทยส่วนใหญ่ของประเทศ นับตั้งแต่เสร็จสิ้นสงครามโลกครั้งที่สอง มาแล้วนั้น ก็อย่าได้ตั้งความหวังว่าจะเป็นผลสำเร็จในอีกไม่นานปี จะมีแต่คนไทยส่วนน้อยเท่านั้น ที่ยังคงรักษาความมั่งคั่งฟุ่มเฟือยอยู่ได้ หรือมิฉะนั้นก็โยกย้ายถิ่นฐานไปอยู่ต่างประเทศ ซึ่งจะผิดกับคนญี่ปุ่น จีนไต้หวัน และเกาหลีใต้อย่างฟ้ากับดิน ในเมื่อสี่สิบปีก่อนนั้น ทั้งสามชาติดังกล่าว โดยเฉพาะชาวนาชาวไร่ของเขายากจนมากแทบจะไม่มีอาหารกิน แต่เดี๋ยวนี้ชาวนาชาวไร่ของเขามีความสมบูรณ์มาก จนสามารถมีเงินเดินทางมาท่องเที่ยวชมประเทศไทยได้

ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สอง ประเทศไทยมีนักวิชาการทั้งทางวิทยาศาสตร์ และสาขาอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอย่างมาก ไปได้ปริญญาสูง ๆ จากต่างประเทศก็มากมาย แต่กิจกรรมอุตสาหกรรมของประเทศก็ยังคงเป็นแบบซื้อโรงงานมากดปุ่ม (Turn Key) บ้าง ซื้อโรงงานเก่าหรือเครื่องจักรเก่าที่หมดสภาพมาแก้ไขบ้าง หรือลงทุนร่วมกับต่างชาติโดยไม่มีการกำหนดเวลาให้ถ่ายทอดเทคโนโลยีบ้างจนมาถึงปัจจุบันที่ว่า "ทำในประเทศไทยเพื่อการส่งออก" นั้น ถ้าจะเจาะเข้าไปให้ลึกซึ้งจริง ๆ ภายในอย่างคนที่มีวิทยาการทันกันหรือหลอกกันไม่ได้แล้ว สิ่งที่ประเทศไทยจะได้มาก็คือ มีงานให้คนไทยทำ มีเนื้อติดกระดูกให้กินเพราะว่าค่าแรงงานฝีมือของคนไทยอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เมื่อเทียบกับคนงานของสามชาติดังกล่าว มาเลย์เซีย และสิงคโปร์

ก้อนเนื้อที่อร่อยไม่ได้อยู่ที่ค่าแรงงานราคาถูก หรือค่าวัตถุดิบในประเทศ แต่มันอยู่ที่ค่าสมอง ค่าวิทยาการ ซึ่งจะขอเรียกรวมไปว่า "ค่าเทคโนโลยี" ซึ่งนักวิชาการไทยและนักการเมืองส่วนมากที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของชาติไทยยังเมินเฉย คิดว่าถ้ามีเงินมีตลาด ก็ซื้อโรงงานและเทคโนโลยีของต่างชาติมาผลิตของขายได้ทั้งในประเทศและต่าง-

---

* อดีตหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และอดีตหัวหน้าภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเทศ ต่อเมื่อพบว่าคุณภาพและราคาสู้คนอื่นเขาไม่ได้ก็ต้องเรียกร้องให้รัฐบาลช่วย ที่เป็นเช่นนี้จะโทษใครไม่ได้นอกจากพวกเราคนไทยเอง เราเคยแต่ขายวัตถุดิบ เช่น พืชผลการเกษตร แร่ดิบ ยางพาราดิบ ไม้สักดิบ คนไทยทั้งชาติ รวมทั้งชาวนาชาวไร่ ก็อยู่เป็นสุขสมบูรณ์ดีแล้ว เราซื้อสินค้าอุตสาหกรรมเข้ามาใช้จากต่างประเทศสบายใจดี แล้วยังเก็บภาษีสินค้าขาเข้าได้มากด้วย

แต่จากวันนี้ จนถึงอีก 10 - 20 - 30 ปีข้างหน้าเราจะสามารถแปรสภาพ เช่น พืชผลการเกษตรให้เป็นอาหารราคาแพง หรือเป็นวัตถุดิบอุตสาหกรรม แร่ดิบ ซึ่งปัจจุบันมีเพียงโรงถลุงแร่ดีบุกเป็นแห่งโลหะดีบุก ถลุงแร่สังกะสีเป็นแห่งโลหะสังกะสี โดยใช้เทคโนโลยีของต่างประเทศ ขายออกนอกประเทศ ซึ่งยังเป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมให้แก่ต่างชาติตามเคย เพราะว่าอุตสาหกรรมไทยยังใช้โลหะดีบุกและโลหะสังกะสีไม่มาก (ยังมีแร่ดิบชนิดอื่น ๆ อีกหลายอย่างที่ส่งออกขายโดยที่ยังไม่ได้แปรสภาพเป็นโลหะหรือสารเคมีซึ่งมีราคาแพง) และยางพาราดิบ ให้เป็นยางอุตสาหกรรมซึ่งมีราคาแพงได้หรือไม่ เป็นต้น ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยเอง จะได้มีโอกาสลิ้มรสก้อนเนื้อที่อร่อยได้บ้าง และขจัดความยากจนของชาวนาชาวไร่

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฯ ฉบับที่ 6 เฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดหัวข้อหนึ่งที่สำคัญไว้ คือ วัสดุศาสตร์ ซึ่งจะครอบคลุมถึงเรื่องเซรามิกส์ โพลิเมอร์ ยางและโลหะ ไม่มีอะไรน่าเป็นห่วง สำหรับสามเรื่องแรก เพราะว่ามีนักวิทยาศาสตร์ นักเทคโนโลยีและนักอุตสาหกรรมอยู่แล้วจำนวนมาก ที่เข้าใจว่าจะทำอะไรกันบ้าง จึงจะเอาออกมาขายเป็นสินค้าอุตสาหกรรมได้เทียบเท่ากับของประเทศอื่น ๆ แต่สำหรับเรื่องการพัฒนาโลหะแล้วน่าเป็นห่วงมากไม่ว่าจะเป็นเหล็กเหนียว เหล็กกล้าธรรมดา หรือเหล็กกล้าพิเศษซึ่งมีความสำคัญมากที่จะผลิตเครื่องจักรกลต่าง ๆ แม่แบบที่ทนการสึกหรอ หรืออุปกรณ์ปฏิกิริยาเคมีในโรงงานผลิตของสามเรื่องแรกดังกล่าว เพราะว่าคนไทยเริ่มซื้อเหล็กกล้าจากต่างประเทศ ซึ่งเรียกกันว่า "เหล็กเทศ" เข้ามาใช้สอย เช่น เหล็กรางรถไฟ เหล็กโครงสร้างสะพาน รวมทั้งเหล็กกล้าที่เอามาตีเป็นมีด พร้า เสียม ขวาน ที่ใช้ในครัวเรือนและงานเกษตร เมื่อประมาณหนึ่งร้อยปีมานี้เอง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ฝรั่งและญี่ปุ่นเพิ่งจะเริ่มพัฒนาการผลิตเหล็กกล้าโดยกรรมวิธีสมัยใหม่ คือ เริ่มจากเตาถลุงแร่เหล็กที่เรียกว่า Blast Furnace ซึ่งเป็นเตาถลุงขนาดใหญ่ และผลิตโลหะเหล็ก (Pig Iron) ซึ่งมีคาร์บอนสูงมาก 3 - 4% เปราะและใช้งานอะไรไม่ได้ ต้องทำต่อให้เป็นเหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ ที่เรียกว่า Carbon Steels,

Low Alloy Steels, Tool Steels เป็นต้น จึงทำให้การถลุงแร่เหล็กแบบโบราณของไทยที่อุตรดิตถ์ (น้ำพี้) กำแพงเพชร และสุโขทัย เสื่อมสลายไป ยิ่งเมื่ออาวุธที่ใช้ในการรบเปลี่ยนจากดาบเหล็กประเภทเนื้อเหล็กผสมผสานแบบฟิสิกส์ (Composite Steel) ปืนใหญ่ที่ทำด้วยสำริด (ทองแดงผสมดีบุก) ไปเป็นปืนเล็ก ปืนใหญ่ที่ทำด้วยเหล็กกล้าสมัยใหม่ ซึ่งเป็นประเภทที่เนื้อเหล็กผสมผสานแบบเคมีประเทศไทยจึงจำเป็นต้องซื้อเหล็กกล้าจากฝรั่งและญี่ปุ่นเข้ามาใช้จนถึงปัจจุบันยกเว้นเหล็กเส้นก่อสร้างกลมหรือแบบข้ออ้อยที่มีโรงงานผลิตได้ ฉะนั้น ดาบเหล็กน้ำพี้จึงกลายเป็นโบราณวัตถุที่นักวิชาการโลหะวิทยาสมัยใหม่ไม่สนใจหรือเชื่อว่าจะสามารถชุบด้วยความร้อนให้มีความเหนียวและแข็งคมได้ เพราะว่าคาร์บอนต่ำกว่า 0.1% หรือเข้าใจกันไปว่าเป็น "โลหะเหล็กไสยศาสตร์" การรื้อฟื้นเรื่องนี้ขึ้นมาใหม่ก็เพื่อพิสูจน์ว่า ดาบเหล็กน้ำพี้เป็นเรื่องจริงไม่ใช่เรื่องนิยายทางไสยศาสตร์และจะค้นหาเอาข้อดีต่าง ๆ ทางโลหะวิทยาของเหล็กน้ำพี้มาประยุกต์ใช้ เช่นเดียวกับ Ferro - Titanit ซึ่งเป็น Composite Steel ของเยอรมันที่เป็นเหล็กกล้าพิเศษรุ่นใหม่ และ Composite Steel ชนิดอื่นรุ่นใหม่ของญี่ปุ่นทั้งสองประเทศนี้จดทะเบียนไว้ ซึ่งล้วนแต่มีราคาแพงมากกว่าเหล็กกล้าพิเศษที่คนไทยสั่งซื้อเข้ามาใช้งานอยู่ในขณะนี้

ผู้เขียนจึงหวังว่าบทความส่งท้ายนี้ คงจะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ นักการเมือง นักบริหาร และนักเขียนของสื่อสารมวลชน ได้เข้าใจว่า

1. มีของดีทางวิทยาการโลหะวิทยาอยู่ในดาบน้ำพี้ ซึ่งมิใช่เป็นเรื่องไสยศาสตร์

2. ดาบเหล็กน้ำพี้เป็นอาวุธประจำกายที่บรรพบุรุษไทยแต่โบราณ มีวิทยาการโลหะ-วิทยาที่ยอดเยี่ยมสามารถสร้างขึ้นไว้ป้องกันชาติบ้านเมืองให้ลูกหลานไทยมีแผ่นดินอยู่อาศัยทำมาหากินอย่างสุขสบายในปัจจุบัน

3. ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะไม่ได้ใช้ดาบไว้ต่อสู้ป้องกันตัว หรือในการสงครามอย่างในอดีต แต่การที่จะประดับดาบเหล็กน้ำพี้ไว้ภายในบ้านคนไทยก็ดี (บ้านทรงไทยที่สร้างด้วยไม้สักก็หมดยุคสมัยไปแล้ว) หรือจะวางดาบไว้บนหิ้งพระบูชา เพื่อให้ระลึกอยู่เสมอว่าตัวเรานี้เป็นคนไทย เราคารวะบรรพบุรุษไทยที่ได้เสียสละเลือดเนื้อ และชีวิตเพื่อแผ่นดินไทยและลูกหลานไทย นั้นจะถือว่าเป็นความคร่ำครึ หลงงมงายทางไสยศาสตร์ และไม่เป็นทางวิทยาศาสตร์กระนั้นหรือ

4. ชาวญี่ปุ่นมาเที่ยวซื้อเก็บดาบซามูไรที่ตกค้างอยู่ในประเทศไทยสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง กลับคืนไปญี่ปุ่นด้วยราคาสูงมาก และยังมีหมู่บ้านตีดาบซามูไรแบบโบราณเอาไว้เป็นการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมของเขา ส่วนดาบดามัสกัสของชาวซีเรียนั้นชาวสเปญที่เมือง

โทเรโด ได้จำลองกรรมวิธีไปทำ ขณะนี้เยอรมันได้จำลองกรรมวิธีไปผลิตมีดขายให้นักท่องเที่ยว ราคาที่เทียบเป็นเงินบาทเล่มละประมาณสองหมื่นบาท ในเมื่อทำด้วยเหล็กกล้าธรรมดาจะมีราคาเพียงหนึ่งพันบาทเท่านั้น

5. คนไทยเริ่มรู้จักศิลปวัฒนธรรมของชาวบ้านเชียงโบราณอายุหลายพันปีที่เพิ่งจะขุดค้นพบเมื่อปี พ.ศ. 2518 ต้องส่งบรรดาเครื่องปั้นดินเผาและเครื่องประดับโลหะสำริดไปตรวจวิเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา ตามสัญญาข้อผูกพันทางวิชาการและน่าสงสัยว่าต้องมอบให้เป็นลิขสิทธิ์ไปทั้งหมดโดยไม่ต้องส่งคืนกลับมายังประเทศไทยแต่ทางราชการไทยและผู้วิจัยร่วมชาวไทยไม่ได้รับรายงานการตรวจพบยูเรเนียมในโลหะสำริด (ซึ่งความจริงแล้วมียูเรเนียมอยู่ในแร่ทองแดงที่ภูเวียง) ขณะนั้นผู้เขียนเป็นหัวหน้าภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีได้ตรวจพบ Spectrum ของยูเรเนียมในก้อนโลหะทองแดงโบราณสองในสามก้อนและในก้อนแร่ทองแดงจากภูเวียง โดยมีผู้สื่อข่าวหนังสือพิมพ์นำมาให้ตรวจด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ ผู้เขียนจึงได้รายงานให้รัฐมนตรีประจำสำนักนายกรัฐมนตรีได้ทราบเพื่อจะได้ติดตามเรื่องยูเรเนียมที่ทางฝ่ายอเมริกันเขากำลังตรวจค้นแหล่งแร่ของไทยอย่างเงียบ ๆ ผู้เขียนยกเรื่องนี้ขึ้นมาเป็นอุทธาหรณ์เพื่อว่าจะต้องรอให้ฝรั่งหรือญี่ปุ่นมาเอาดาบน้ำพี้และแร่เหล็กน้ำพี้ไปตรวจวิเคราะห์เสียก่อน เหมือนเช่นเรื่องของ “บ้านเชียง” หรือสมุนไพร “เปล้าน้อย” อีกหรือ

ข้อคิดทางโลหะวิทยาของโลหะเหล็กน้ำพี้โบราณ

จากรายงานวิเคราะห์แร่เหล็กน้ำพี้และโลหะเหล็กน้ำพี้ด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทันสมัยและมีราคาแพงของ รองศาสตราจารย์ มนัส สถิรจินดา จะปรากฏว่ามีเฉพาะธาตุหลัก คือ เหล็ก ซิลิคอน แมงกานีส ไทเทเนียม และอลูมิเนียม เท่านั้น ที่สอดคล้องกัน ซึ่งผู้อ่านอาจจะสงสัยว่าทำไมจึงไม่นำเอาก้อนแร่เหล็กน้ำพี้ไปตรวจทางเคมีวิเคราะห์ธรรมดา (Wet Chemistry) หรือด้วยเครื่อง Atomic Absorption หรือด้วยเครื่อง Neutron Activation เพื่อแทนการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence แต่เพียงอย่างเดียว ผู้เขียนใคร่ขออธิบายไว้ว่า

1. จะตรวจวิเคราะห์ธาตุอื่น ๆ อีก 10-15 ธาตุ (ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่า 1.0% หรือ 0.1%) ที่เหลือจากธาตุหลักทั้งห้าดังกล่าวแล้ว (ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 1.0%) ได้แน่นอนด้วยวิทยาการเคมีวิเคราะห์ แต่จะต้องการเวลาเป็นเดือนจึงจะวิเคราะห์ได้ครบหนึ่งตัวอย่าง จะหมดเปลืองค่าใช้จ่ายจำนวนมากเพื่อให้ได้ค่าตัวเลขที่เชื่อถือได้ และที่สำคัญของเรื่องนี้ก็คือ

งานอยู่ที่การวิเคราะห์โลหะเหล็กน้ำพี้มิใช่อยู่ที่การวิเคราะห์แร่เหล็กน้ำพี้ ทั้งนี้ ก็เพื่อการสังเคราะห์โลหะเหล็กน้ำพี้ หรือนำเอาข้อดีทางโลหะวิทยาในกรรมวิธีผลิตโลหะเหล็กน้ำพี้โบราณมาประยุกต์กับกรรมวิธีสมัยใหม่เพื่อให้ชาวบ้านทำมาหากินเป็นอาชีพ มิใช่เป็นการอวดเก่งทางวิทยาศาสตร์โลหะวิทยาหรือเอาไปตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ

2. โลหะเหล็กน้ำพี้โบราณมีธาตุต่าง ๆ ประกอบอยู่ด้วยกันประมาณ 20 ธาตุ ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ Emission Spectro-analyser ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์มาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กในยุคปัจจุบันที่สามารถวิเคราะห์ได้ครบถ้วนอย่างรวดเร็ว *ไม่เกิน 5 นาที* และวัดค่าได้ละเอียดเป็นเปอร์เซนต์หลังจุดทศนิยมได้ถึงสี่ตำแหน่ง จึงทำให้พบว่ามีธาตุแปลก ๆ เช่น เซอร์โคเนียม โบรอน อาร์เซนิค ดีบุก ตะกั่ว ไนโอเบียม โคบอลต์ เป็นต้น รวมทั้งธาตุสำคัญ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของโลหะเหล็กโดยตรง เช่น ทังสเตน วาเนเดียม โมลิบดินัม โครเมียม นิเกิล และทองแดง เป็นต้น ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก 10-15 ธาตุ ที่มิได้ปรากฏอยู่ในผลวิเคราะห์แร่เหล็กน้ำพี้ด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence

3. ในการตรวจคุณสมบัติแข็งแกร่งเหนียวคมของโลหะเหล็กน้ำพี้โบราณหรือเหล็กกล้าสมัยใหม่ที่กำลังใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะยึดถือผลวิเคราะห์ธาตุ (ทางเคมี) ด้วยเครื่องมือ Emission Spectro-analyser แต่เพียงอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องอาศัยผลวิเคราะห์ (ทางโลหะวิทยา) ด้วยเครื่องมือตรวจโครงสร้างภายในของโลหะเช่น Optical Microscope, Scanning Electron Microscope และ Micro-analysis โดยการใช้ระบบ Energy Dispersive ร่วมกับกล้องขยายอีเล็คตรอนดังกล่าวที่ได้แสดงผลวิเคราะห์ทางโลหะวิทยาไว้แล้วในรายงานของรองศาสตราจารย์ มนัส สถิรจินดา

4. การที่จะตรวจคุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือวิศวกรรมของดาบเหล็กน้ำพี้เช่น Tensile, Compressive, Impact และอื่น ๆ นั้นไม่สามารถจะกระทำได้ เพราะจะเป็นการทำลายชิ้นส่วนขนาดใหญ่ของดาบให้แตกหัก นอกจากการวัดค่าความแข็ง (Hardness) ที่บริเวณผิวเท่านั้นที่ยังทำได้และเชื่อถือได้ แต่ก็จะพบความแปลกประหลาดใจมากว่า

4.1 การวัดค่าความแข็งเฉลี่ย (แสดงค่าวัดแบบรวมเช่นสเกล A, B, C) ของโลหะเหล็กกล้าสมัยใหม่นั้นจะมีผลใกล้เคียงกับการวัดด้วยเครื่อง Micro-hardness

4.2 สำหรับการวัดค่าความแข็งเฉลี่ยของโลหะเหล็กน้ำพี้โบราณ ปรากฏว่าเป็นระดับสเกล A ซึ่งแสดงว่าอ่อนนิ่ม แต่เมื่อวัดด้วยเครื่อง Micro-hardness ภายในโครงสร้าง

กลับแสดงว่ามีความแข็งสูงถึง 27, 57 เมื่อเทียบกลับมาเป็นสเกล C และยิ่งในตัวอย่างโลหะเหล็กน้ำพี้หมายเลข 2 ด้วยแล้ว ภายในโครงสร้างที่มี*บริเวณเฟสที่สงสัย*ว่าประกอบด้วยอะไรนั้น มีความแข็งมากถึง 67 สเกล C (ตามรายงานของ รองศาสตราจารย์ มนัสฯ หน้า 24) นี่เป็นเรื่องที่ท้าทายให้ศึกษาวิจัยทางโลหะวิทยาว่าเป็นเพราะอะไร และถ้ารู้แน่แล้วจะจำลองขึ้นหรือประยุกต์เข้ากับเหล็กกล้าสมัยใหม่ เพื่อการทำมาหากินของคนไทยได้หรือไม่

5. ผู้เขียนได้เคยนำก้อนแร่เหล็กน้ำพี้ จากบริเวณหนึ่งห่างจากบ่อพระแสงและบ่อพระขรรค์ ประมาณหนึ่งกิโลเมตร มาทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence ของกรมวิทยาศาสตร์ทหารบก (ก็ได้พบธาตุหลักประมาณ 5 ธาตุ เช่นเดียวกันกับที่ปรากฏในรายงานของรองศาสตราจารย์ มนัสฯ) จึงได้นำไปถลุงโดยกรรมวิธีที่ผู้เขียนประดิษฐ์ขึ้น ขอเรียกว่า Micro-Smelting Technique เมื่อได้ก้อนโลหะเหล็กน้ำพี้ (100% หมายความว่า ไม่มีสิ่งใดเจือปน) มีขนาดเล็กมากเพียงประมาณน้ำหนัก 20 กรัม (ขนาดโตประมาณหัวแม่มือเพื่อให้นึกภาพได้ว่าเป็นก้อนขนาดเล็ก) แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ธาตุด้วยเครื่อง Emission Spectro-analyser ปรากฏว่า พบธาตุต่าง ๆ จำนวนมาก เช่นเดียวกันกับในรายงานของ รอง-ศาสตราจารย์ มนัสฯ ดังแสดงผลวิเคราะห์ไว้ข้างล่างนี้ 2 ตัวอย่าง ของโลหะเหล็กน้ำพี้ที่ถลุงขึ้นมาใหม่ดังกล่าวแล้ว นั้น

GROUP NO. 2 N 2	
SAMPLE NO.	
EM 2	
DATE	1986 : 05:01
TIME	11:13
AN	004
FE	10.95
C	.0044
SI	.0254
MN	.0000
P	.1124
S	.0564
CU	.1023
NI1	.0198
CR1	.0000
MO	.0128
TI	.0008
V	.0000
AL	.0155
W	.0207
CO	.0075
NB	.0017
PB	.0016
SN	.0131
AS	.0009
B	.0000
ZR	.0010

GROUP NO. 2 N 1	
SAMPLE NO.	
3	
DATE	1986 : 06:04
TIME	15:27
AN	009
FE	7.544
C	1.006
SI	6.771
MN	.1342
P	.1159
S	.0350
CU	.0650
NI1	.0122
CR1	.0459
MO	.0000
TI	.0975
V	.0201
AL	.0723
W	.0862
CO	.0079
NB	.0080
PB	.0377
SN	.0565
AS	.0166
B	.0191
ZR	.0017

สรุป

ผู้เขียนใคร่ขอให้ผู้อ่านได้ไตร่ตรองข้อความดังต่อไปนี้ คือ "ชาติใดก็ตามที่จะสามารถเปลี่ยนจากสังคมเกษตรไปเป็นสังคมอุตสาหกรรมได้สำเร็จ ก็ให้ตรวจดูที่วิทยาการโลหะวิทยาของชาตินั้น" นี่คือรายงานบางส่วนของคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่ประธานาธิบดีสหรัฐอเมริกาแต่งตั้งขึ้นเพื่อให้ตรวจสอบว่า เพราะเหตุใดรัสเซียซึ่งแต่เดิมเป็นสังคมเกษตรจึงสามารถค้นคว้าวิจัยได้เหล็กกล้าพิเศษทนอุณหภูมิสูงที่จำเป็นต้องใช้สร้างจรวดขับดันขนาดใหญ่ นำเอาดาวเทียมสปุตนิค หมายเลขหนึ่งขึ้นไปโคจรรอบโลกได้สำเร็จก่อนสหรัฐอเมริกา

โลหะและโลหะผสม ไม่ว่าจะเป็นเหล็กกล้าหรือโลหะผสมของธาตุอะไรนั้นย่อมจะเปรียบเทียบได้กับฐานปิรามิดของงานอุตสาหกรรมของชาติ ส่วน Micro-electronic, Computer และหุ่นยนต์อุตสาหกรรมก็เปรียบเสมือนยอดของปิรามิด ถ้าหากชิ้นส่วนโลหะของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมไม่เหนียว แข็ง และทนทานต่อการสึกหรอแล้วก็ต้องหยุดเดินเครื่องเพื่อการเปลี่ยนหรือซ่อมแซม ต้นทุนการผลิตทางอุตสาหกรรมของไทยก็จะสู้ผู้อื่นไม่ได้ ถ้าหากจะโต้แย้งว่าชิ้นส่วนโลหะที่สำคัญนั้น สั่งซื้อจากฝรั่งหรือญี่ปุ่นได้ ผู้เขียนก็ใคร่ขอยกตัวอย่างเรื่องหนึ่งเป็นอุทธาหรณ์ให้ระมัดระวังกันไว้ว่า เมื่อนานสิบปีมาแล้วไทยเคยสร้างเครื่องยนต์เบนซินได้สำเร็จและสามารถส่งไปขายในประเทศใกล้เคียงและไกลจนถึงแอฟริกา แต่อุตสาหกรรมผลิตเครื่องยนต์เบนซินของไทยก็ต้องถูกฆ่าตาย เพราะว่าจำเป็นต้องสั่งซื้อ Magneto มาจากต่างประเทศเพื่อประกอบเข้ากับเครื่องยนต์ จึงเป็นการขัดผลประโยชน์ เพราะว่าไทยได้ลิ้มรสก้อนเนื้อที่อร่อย แต่ไทยทำแม่เหล็กซึ่งเป็นชิ้นส่วนสำคัญของ Magneto ไม่ได้ เมื่อหวังพึ่งฝรั่งและญี่ปุ่นไม่ได้ก็จะไปขอความช่วยเหลือจากชาติใหญ่ชาติหนึ่งในเอเชียแต่ก็ต้องถูกลงดาบซ้ำสอง จึงตายสนิทจนถึงปัจจุบัน

ถ้าหากผู้อ่านจะได้ยินข่าวการร่วมลงทุนทำอุตสาหกรรมผลิตเครื่องยนต์เบนซินหรือเครื่องยนต์ดีเซลกับต่างชาติก็อย่าเพิ่งดีใจว่าไทยเป็นประเทศอุตสาหกรรมแล้ว ขอให้นึกว่าใครได้ก้อนเนื้อก้อนใหญ่ที่อร่อย และใครได้เนื้อติดกระดูก มีเพียงสองชาติในเอเชียเท่านั้นคือจีนไต้หวัน และเกาหลีใต้ที่สามารถเปลี่ยนจากสังคมเกษตรเป็นสังคมอุตสาหกรรมได้สำเร็จ

ตามคำจำกัดความของคณะผู้ทรงคุณวุฒิอเมริกัน เพราะเขาจับปัญหาที่การศึกษาค้นคว้าวิจัยพัฒนาเรื่องโลหะและโลหะผสมเพื่ออุตสาหกรรมจริง ๆ *ด้วยวิธีพึ่งตนเอง* ก่อนที่จะก้าวไปสู่อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมไฟฟ้า และอิเล็คโทรนิคส์ จนถึงคอมพิวเตอร์ เช่นในปัจจุบัน

ผู้เขียนได้แสดงข้อคิดเห็นมาอย่างยืดยาวเป็นครั้งสุดท้ายก็เพราะเห็นว่าอุตสาหกรรมไทย *ยังพึ่งตนเองไม่ได้* เพราะว่าพวกเรากำลังเดินทางผิดไม่คิดสร้างฐานปิรามิดให้มั่นคง แต่คิดสร้างยอดปิรามิด และในที่สุดก็อาจจะถูกฆ่าตายได้อย่างง่ายดาย เพราะว่าไทยไม่สามารถสั่งซื้อโลหะหรือโลหะผสมที่ดีที่เหมาะสมกับงานอุตสาหกรรมทั้งหลายได้เพียงไม่กี่ชิ้นเพราะเขาไม่ยอมขายให้ นอกเสียจากว่าจะยอมกินเนื้อติดกระดูกต่อไป อุตสาหกรรมไทยก็คงจะพอมีชีวิตรอดได้วันหนึ่ง ๆ แต่รัฐบาลจะไม่มีเงินส่วนแบ่งจากอุตสาหกรรมไปช่วยชาวนาชาวไร่ไทยเหมือนเช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีนไต้หวัน และเกาหลีใต้ ให้หลุดพ้นจากความยากจนที่เป็นมาแล้วในอดีต ซึ่งกำลังมืดมัวอยู่ในปัจจุบันและอนาคต

รายนามคณะสำรวจค้นหาบ่อแร่เหล็กน้ำพี้และดาบเหล็กน้ำพี้

จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1.	ศาสตราจารย์ สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์	หัวหน้าคณะ
2.	รองศาสตราจารย์ มนัส สถิรจินดา	ที่ปรึกษาโลหะวิทยา (ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
3.	ดร. มยูร วิเศษกุล	ผู้ชำนาญการ และผู้อำนวยการสาขาวิจัย อุตสาหกรรมวิศวการ
4.	นายอำนวย มั่งมีศรี	หัวหน้างานโสตทัศนูปกรณ์
5.	นายแสวง เกิดประทุม	นักวิชาการ
6.	นายพิทักษ์ ทองคง	นักวิชาการ
7.	นายบุญสืบ ราชรัตนารักษ์	นักวิชาการ
8.	นางสาวดรุณี ชนะวรรณ์	นักวิชาการ
9.	นางสาวบุญศิริ ศรีสารคาม	ฝ่ายศิลป์
10.	นายสมชาย เกิดผล	ผู้ช่วยนักวิชาการ
11.	นายสมชาติ จำรัสศรี	ผู้ช่วยนักวิชาการ
12.	นายสุรชัย ไชยกิ่ง	ผู้ช่วยนักวิชาการ

จากสำนักงานทรัพยากรธรณี จังหวัดแพร่

1. นายวิเชียร เอี่ยมแสง

จากจังหวัดอุตรดิตถ์

1.	ดร. ธวัช มกรพงศ์	ผู้ว่าราชการจังหวัดอุตรดิตถ์
2.	นายพิศิษฐ์ ผโลศิลป์	ปลัดจังหวัดอุตรดิตถ์
3.	นายประเสริฐ อินดี	ปลัดอำเภอหัวหน้ากิ่งอำเภอทองแสนขัน
4.	นายทองคำ ครุธแก้ว	กำนันตำบลบ้านน้ำพี้
5.	พระอธิการเจียน ปุณณธัมโม	เจ้าอาวาสวัดบ้านน้ำพี้
6.	คณะชาวบ้านน้ำพี้	

BT 19477

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
BT19477