

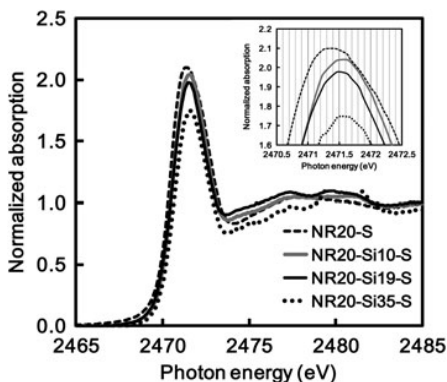


ห้องปฏิบัติการแสงสยาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

การศึกษาการใช้สารซิลิกาแทนคาร์บอน เป็นตัวเสริมความแข็งแรงในยางพาราธรรมชาติ

กลุ่มนักวิทยาศาสตร์จากสถาบันเทคโนโลยีเกียวโต (Kyoto Institute of Technology) แห่งเมืองเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น มหาวิทยาลัยมหิดล และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ใช้แสงซินโครตรอนจากเครื่องกำเนิดแสงสยามในการศึกษาการใช้สารซิลิกาเติมในยางธรรมชาติ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ยางที่ได้ นับเป็นหนึ่งในตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้แสงซินโครตรอนเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในทางอุตสาหกรรม



รูปที่ 1 XANES สเปกตรัมเมื่อมีการใส่และไม่ใส่สารผสมซิลิกาในยางพาราธรรมชาติ

ปัจจุบันยางพาราธรรมชาติถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มากมายหลายชนิดสำหรับใช้ในชีวิตประจำวัน จนเหมือนเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้ เช่น ยางรัดของ หมอน ที่นอน อุปกรณ์ด้านการแพทย์ ยางรถยนต์ ถังมือยาง สายพานขนส่ง ชิ้นงานทางด้านวิศวกรรม และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้าง เป็นต้น กระบวนการแปรรูปยางธรรมชาติให้เป็นผลิตภัณฑ์จากยางพาราที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการนั้น สามารถทำได้โดยการเติมสารเคมีชนิดต่างๆ เช่น กำมะถัน ผงเขม่าดำ (Carbon black) และสารตัวเร่งอื่นๆ สำหรับผงเขม่าดำถือเป็นสารเสริมแรงที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์ มีคุณสมบัติช่วยปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของยางให้ดียิ่งขึ้น ทำให้ทนต่อแรงดึง ทนต่อการฉีกขาด และรองรับการกระแทก อย่างไรก็ตามผงเขม่าดำนั้นได้จากการกลั่นปิโตรเลียม ซึ่งมีแนวโน้มที่จะหมดไปในไม่ช้า ดังนั้นจึงได้มีการใช้สารซิลิกาเป็นตัวเสริม

ความแข็งแรงแทนผงเขม่าดำ ซึ่งนอกจากจะเป็นตัวเสริมแรงแล้ว ยังช่วยให้ประหยัดน้ำมันในการขับรถและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้รถบนท้องถนนอีกด้วย

คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลของการเติมสารซิลิกาเข้าไปในยางธรรมชาติแบบ In situ โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เพื่อศึกษาการเชื่อมพันธะระหว่างอะตอมของธาตุกำมะถัน (ซัลเฟอร์ ครอสลิงค์) ในกระบวนการวัลเคไนเซชัน เมื่อมีการเติมสารซิลิกาลงในยางธรรมชาติ โดยกระบวนการวัลคาไนเซชันนี้จะเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ เช่น ความยืดหยุ่น เป็นต้น

รูปที่ 1 แสดงสเปกตรัม X-ray Absorption Near Edge Structure (XANES) ของธาตุกำมะถันเมื่อมีการเติมสารซิลิกาเข้าไป ในปริมาณ 10, 19 และ 35 phr (part per one hundred of rubber: ส่วนในร้อย





ห้องปฏิบัติการแสงสยาม

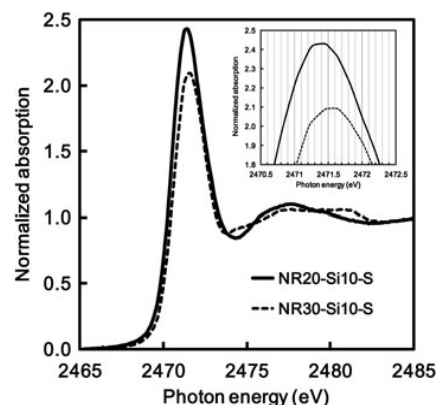
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

ส่วนของยางโดยน้ำหนัก) โดยจะเห็นว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลอยู่ที่ค่าพลังงานประมาณ 2,471.4 ถึง 2,471.7 eV (อิเล็กตรอนโวลต์) ซึ่งสอดคล้องกับ Polysulfidic โดยยางธรรมชาติเมื่อยังไม่เติมสารซิลิกา (NR20-S) พบว่ามีตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลอยู่ที่ 2,471.5 eV และเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกา พบว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้นโดยตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR20-Si35-S อยู่ที่ 2,471.7 eV นั้นแสดงว่าความยาวพันธะของ Polysulfidic ($C-S_x-C$ ($x = 1, 2, 3, 4$)) มีค่าลดลง และเกิดเป็นพันธะสั้นๆ ของพันธะ Polysulfidic ขึ้นแทน เนื่องจากการเติมธาตุกำมะถันเข้าไปภายหลังจากที่เติมสารซิลิกาแล้วนั้น ทำให้อะตอมกำมะถันที่ใส่เข้าไปภายหลังเกิดการจับตัวกันเป็นหมู่ Silanol (SiH_3OH) บนซิลิกาในยางธรรมชาติ ขณะเดียวกันอะตอมกำมะถันที่อยู่ในยางบางส่วนอาจจะถูกจับกับสารซิลิกาที่อยู่รอบๆ เนื้อยางเมื่อแห้งลง เพราะได้มีการพบกลุ่มซิลเฟอรโครสลิงค์รอบๆ อนุภาคของยาง

สเปกตรัม XANES ในรูปที่ 2 สนับสนุนว่าการเกิดหมู่ Silanol ในซิลเฟอร

วัลเคโนเซนนั้นสามารถเปรียบเทียบได้จากการเตรียมตัวอย่างยางธรรมชาติที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC: Dry Rubber Content) ที่ต่างกัน โดยจะเห็นได้ว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR20-Si10 และ NR30-Si10 นั้นเป็นพันธะ Polysulfidic แต่ความสูงของตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR30-Si10 นั้นต่ำกว่าและมีค่าการดูดกลืนรังสีเอกซ์ที่ค่าพลังงานสูงกว่า NR20-Si10 ซึ่งแสดงว่าการเพิ่มจำนวนพันธะของ Polysulfidic ใน NR30-Si10 นั้นน้อยกว่า NR20-Si10 เนื่องมาจากตัวอย่าง NR30-Si10 นั้นมีความเข้มข้นของเนื้อยาง รวมทั้งกำมะถันและซิลิกาที่มากกว่า NR20-Si10 ทั้งๆ ที่อัตราส่วนในร้อยละของยางโดยน้ำหนักมีค่าเท่ากัน

การเติมสารซิลิกาลงไปจะช่วยให้ยางแข็งแรงขึ้นได้โดยสามารถดูได้จากพันธะ Polysulfidic สายสั้นเพิ่มมากขึ้น และการเติมสารซิลิกาแบบ In situ จะเป็นนำไปทำวัสดุยางที่หลากหลายได้ ซึ่งงานวิจัยนี้จะนำไปสู่การพัฒนาและนำสารซิลิกาไปใช้ในยางธรรมชาติ



รูปที่ 2 XANES สเปกตรัม ของ NR20-Si10-S และ NR30-Si10-S

อติตยา โต๊ะสัน^{1,2}, รศ. ดร. ปราณีย์ ภิญโญชีพ², สุเมธ กิตติภูมิ², ดร. วันวิสา พัฒนศิริวิศว³ และ Yuko Ikeda¹

¹ Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology, Kyoto, Japan

² สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

³ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

เอกสารอ้างอิง

Attitaya Tohsana, Pranee Phinyocheep, Sumet Kittipoom, Wanwisa Pattanasiriwisawa and Yuko Ikeda, "Novel biphasic structured composite prepared by in situ silica filling in natural rubber latex", Polym. Adv. Technol. (2011). Online published: 13 SEP 2011, DOI: 10.1002/pat.2051.