

บทที่ 3 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสารชีวมวล

3.1 ฟืน

3.1.1 ขอบข่ายทั่วไป

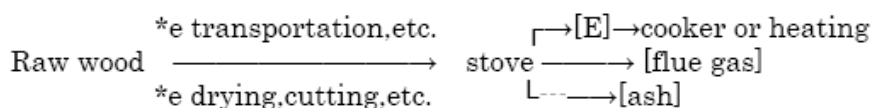
ฟืนเป็นแหล่งพลังงานดั้งเดิมและยังเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในบ้านเรือนในประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศ ในช่วงครึ่งหลังของศตวรรษที่ 20 ฟืนถูกปิโตรเลียมมาแทนที่ แต่การผลิต ฟืนนั้นยังมีปริมาณมากกว่าครึ่งหนึ่งของการเก็บเกี่ยวป่าไม้ และฟืนครอบคลุม 14% ของปริมาณการใช้พลังงานทั่วโลก และ36% ของการใช้พลังงานในประเทศกำลังพัฒนา

อย่างไรก็ตามในบางภูมิภาค ปริมาณไม้ลดลงเมื่อเทียบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและต้องเดินทางไปไกลเพื่อหาฟืนซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการหาฟืนมาใช้ทำอาหาร ในประเทศกลุ่มอาเซียน ไม้ในป่าทั้งหมดนั้นใช้ยากเนื่องจากปัญหาในการขนส่งไม้จากพื้นที่ที่มีความสูงชัน

ด้านซ้ายของรูป 1 ซึ่งเป็นฝั่งปริมาณของไม้ที่มีอยู่จากไม้ดิบสู่เตาหลอม สิ่งที่เป็นสาระในที่นี่นั้นไม่ใช่ปริมาณของทรัพยากร แต่เป็นพลังงานและต้นทุนสำหรับการขนส่งไม้จากป่า เมื่อพลังงานภายนอกที่ใช้ในการขนส่งเท่ากับ *e และพลังงานที่มีอยู่ในฟืนเท่ากับ E ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\sum *e > E,$$

เมื่อระบบดังกล่าวไม่ประสบผลสำเร็จที่จะเป็นระบบพลังงานที่เกิดขึ้นสุทธิ มุมมองนี้สำคัญสำหรับในกรณีที่มีการถากไม้และการทำให้เป็นลูกกลมๆเพื่อทำให้เชื้อเพลิงนั้นใช้งานได้ง่ายในเตาหลอม



รูป 3.1.1 แผนผังวัตถุดิบและพลังงานรอบเตาไฟในระบบฟืน

*e –พลังงานภายนอกที่ใช้ E: พลังงานที่นำไปใช้ได้

ด้านขวาของรูป 3.1.1 ซึ่งเป็นการนำฟืนไปใช้ประโยชน์ สิ่งที่เป็นสาระสำคัญนั้นในที่นี้คือประสิทธิภาพของการเปลี่ยนฟืนเป็นพลังงานต่ำของอุปกรณ์เก่าเช่น เตาไฟในครัวแบบดั้งเดิม

นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาสุขภาพของอากาศภายในบ้านนั้น เมื่อเตาไฟเล็กๆจะทำให้เกิดการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ มีปัญหาในเรื่องเขม่า คาร์บอนมอนอกไซด์ สารระเหยอินทรีย์ที่ไม่ใช่มีเทน (NMVOC) และโพลีอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAH, สารก่อให้เกิดมะเร็ง)

ปริมาณเชื้อเพลิงฟืนนั้นต่ำกว่าถ่านมาก แต่การกำจัดเชื้อเพลิงนั้นสำคัญในมุมมองของการอนุรักษ์มวล แม้ว่าไม่มีผลมาก เชื้อเพลิงของไม้ไม่มีโพแทสเซียมอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งใช้เป็นปุ๋ยได้ ดังนั้นการนำเชื้อเพลิงสู่ป่าจึงจำเป็นความยั่งยืนของระบบ

พืชในกลุ่มเฮอรับาเซียส (Herbaceous plant) มีปริมาณชี้เส้าสะสมอยู่มากกว่าไม้ถึง 5-20 เท่า ดังนั้นการฟื้นฟูสภาพชี้เส้าจึงเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตฟืนเทียมจาก ฟาง แกลบและขาน้อย

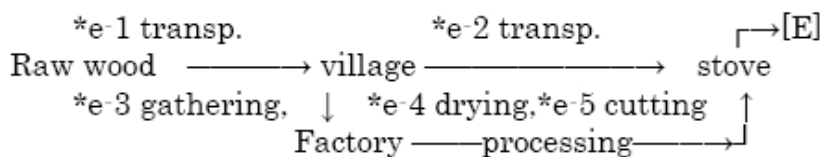
ค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของพืชนั้นเท่ากับ 20 กิกะจูลต่อตันแห้งของพืชชีวมวลชนิดต่างๆ ซึ่งคิดเป็นครึ่งหนึ่งของค่าความร้อนการเผาไหม้ของน้ำมัน และขึ้นกับปริมาณน้ำที่มีอยู่ ไม้ชีวมวลนั้นไม่เหมาะในการขนส่งระยะไกลเนื่องจากขนาดที่ใหญ่โต นี่จึงเป็นเหตุผลที่การใช้ประโยชน์จากฟืนนั้นอยู่ในบริเวณใกล้ป่า

3.1.2 อุปทานฟืน (ปริมาณฟืนที่มีอยู่)

ศักยภาพของปริมาณฟืนที่มีอยู่ถูกอธิบายในส่วนนี้ อ้างอิงจาก FAO องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ พื้นที่ป่าทั่วโลกมีปริมาณเท่ากับ 39,500 ตารางกิโลเมตร (3.95 Gha) และค่อยๆลดลง ในอัตรา 0.2%ต่อปี แม้ว่า อัตราเจริญเติบโตปฐมภูมิของป่าจะมากกว่า 5.1 ลูกบาศก์กิโลเมตรต่อปี (5.1 พันล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี) ปริมาณการตัดไม้ในแต่ละปีเท่ากับ 1.6 ลูกบาศก์กิโลเมตรต่อปี (1.6 พันล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี) สำหรับการใช้ในอุตสาหกรรม และ 1.8 ลูกบาศก์กิโลเมตรต่อปี (1.8 พันล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี) สำหรับการใช้เป็นเชื้อเพลิง ถ้าพื้นที่ป่าไม้นั้นคงที่ และป่าที่มนุษย์สร้างโดยมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้เร็วจะมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ ปริมาณป่าไม้จะเพิ่มขึ้นรองรับพอดีกับการพัฒนาเศรษฐกิจ

การตัดไม้ การผลิตของเสียจากป่าไม้ และการผลิตแผ่นไม้เกิดขึ้นพร้อมๆกัน ถ้ามีการบริหารจัดการในการขนส่งที่เหมาะสม ศักยภาพของอุปทานก็จะสูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามการขนส่งในพื้นที่สูงชันซึ่งพบได้บ่อยในญี่ปุ่นและประเทศในกลุ่มอาเซียนทำให้เกิดค่า *e-1 มากในรูป 3.1.2 และไม้ชีวมวลนั้นไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าของ *e-1 จะเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นและเมื่อมีความชันจะมีค่าเอกโพเนนเชียลกำลัง 2 หรือ 3 เพิ่มขึ้นด้วย แต่ยังไม่ได้มีการศึกษาโดยละเอียด

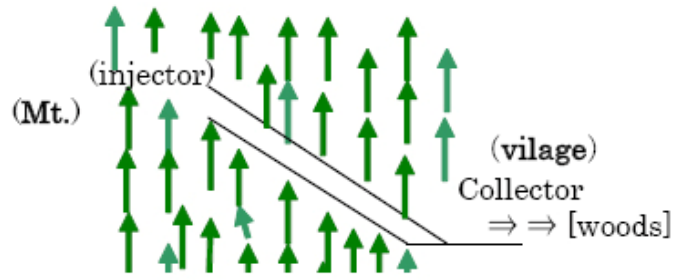
ค่าความหนาแน่นจำเพาะนั้นมีผลต่อความสามารถในการขนส่ง ค่าแฟคเตอร์ในการอัดแน่นเท่ากับ 1/4-1/3 สำหรับกิ่งไม้ 1/2 สำหรับเศษไม้ในกรณีมากที่สุด และ 0.6 สำหรับไม้อัดเป็นก้อนกลมเล็กๆ



รูป 3.1.2 แผนผังวัตถุดิบและพลังงานก่อนเข้าสู่เตาไฟในระบบฟืน

*e1, *e2, *e3... ปริมาณพลังงานที่ได้รับจากภายนอก

การทดลองโดย องค์กรไม่แสวงหาผลกำไรของญี่ปุ่น (NPO) เพื่อที่จะขนส่งไม้ชีวมวลจากป่าที่มีความสูงชันไปยังเนินเขาโดยใช้สไลเดอร์ดังที่แสดงในรูป 3.1.3 ผลการทดลองที่ประสบความสำเร็จเกิดจากแผ่นไม้บางที่ความชัน 20 องศา ซึ่งไม่ต้องอาศัยพลังงานกลและสามารถนับไปปรับใช้ได้ในพื้นที่สูงชัน



รูป 3.1.3 ระบบขนส่งฟืนบนภูเขา

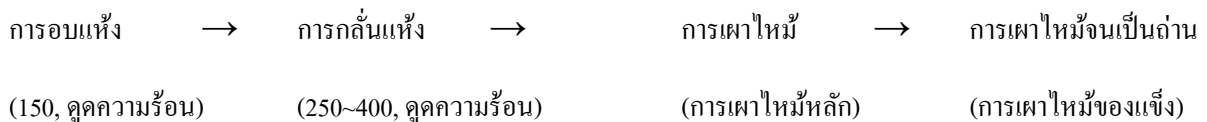
เพื่อที่จะเปลี่ยนไม้ดิบให้เป็นฟืน ไม้จะถูกตัดให้มีขนาดยาวไม่เกิน 50 เซนติเมตร เนื่องจากขนาดของเตาหลอม เพื่อที่จะพัฒนาความง่ายในการเผา ดังนั้นจึงการเปลี่ยนรูปร่างให้มีอัตราส่วนระหว่างแนวตั้งและแนวนอนเท่ากับ 10-20 โดยตัดออกเป็นชิ้นๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว ความต้องการนี้ทำให้เกิดความยุ่งยากทำให้การผลิตฟืนเทียมนั้นถูกพัฒนาขึ้นโดยบดไม้เป็นชิ้นเล็กแล้วนำไปทำเป็นรูปทรงกระบอกที่ไม่มีแกนตรงกลาง ตัวอย่างเช่น โอะกะระโอโทะ (Ogaraito) ในหัวข้อ 3.2 การอัดไม้ให้เป็นก้อนเล็กๆ การทำไม้ให้มีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะสูงและง่ายต่อการจัดการนั้นต้องใช้พลังงานสูงเพราะต้องนำไปผ่านกระบวนการต่าง (*e-4, *e-5) และยังทำให้ต้นทุนสูงขึ้นอีกด้วย

ไม้ดิบ > ฟืน > ถ่านไม้ > ไม้ที่ถูกอัดเป็นก้อนกลมเล็กๆ

ปริมาณน้ำสะสมในฟืนเท่ากับ 50% สำหรับวัตถุดิบ และ 15-30% สำหรับฟืนอบแห้ง ทั้งคู่สามารถเผาไหม้ได้ แต่ความร้อนแฝงของน้ำจะหายไป (2.26 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำ) โดยทั่วไปเมื่อปริมาณน้ำเกินกว่า 2/3 ไฟจะดับเนื่องจากความร้อนที่มีอยู่ไม่เพียงพอที่จะคงอุณหภูมิของเปลวไฟไว้ได้ กระบวนการอบแห้งของฟืนนั้นใช้พลังงาน แต่บางส่วนสามารถนำกลับมาโดยการเพิ่มความร้อนในการเผาไหม้

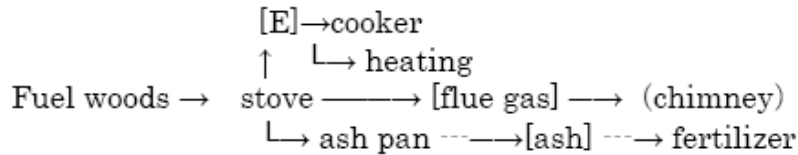
3.1.3 การใช้ประโยชน์ของฟืน

ฟืนสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์พื้นฐาน วิธีของการเผาไหม้ดังรูปที่ปรากฏด้านล่าง การเผาไหม้เงินเป็นถ่านนั้นคิดเป็น 10-20% ของการเผาไหม้ทั้งหมด



เมื่อขาดอากาศ สารทาร์ที่เป็นอันตรายจะถูกผลิตจากในขั้นตอนการกลั่นแห้ง และในขั้นตอนการเผาไหม้ คาร์บอนมอนอกไซด์และเขม่าซึ่งเป็นอนุภาคคาร์บอนจะเกิดขึ้น และบางส่วนของทาร์จะเปลี่ยนเป็น สารก่อมะเร็ง PAH โดยกระบวนการไพโรไลซิส เพื่อที่จะป้องกันมลพิษเหล่านี้ไม่ให้ผสมในแก๊สไอเสีย ในรูป 3.1.4 จะต้องมีการรักษาการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงและปริมาณออกซิเจนเพื่อให้มีปริมาณอากาศมากเกินกว่าปริมาณสัมพัทธ์ (Stoichiometry)

เพื่อความปลอดภัยในการเผาไหม้จำเป็นต้องใช้ สัดส่วนของอากาศเท่ากับ 1.25-1.4 ดังนั้นจะต้องมีปริมาณอากาศสำรอง มีเครื่องมือที่จะวางตัวเร่งปฏิกิริยาในการเผาไหม้เหนือเปลวไฟเพื่อที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ที่สัดส่วนอากาศเท่ากับ 1.0 แต่การไหลของอากาศจะถูกทำให้เย็นลงจึงต้องมีการเปลี่ยนตัวเร่งปฏิกิริยาทุกปี



รูป 3.1.4 แผนผังวัตถุดิบและพลังงานหลังจากออกจากเตาไฟในระบบพื้น

*e1, *e2, *e3... ปริมาณพลังงานจากภายนอก

จากด้านบนของรูป 3.1.4 แสดงการประโยชน์ของความร้อน สำหรับเครื่องปรับอากาศ ปริมาณความร้อนที่สูญเสีย นั้นมีค่าน้อย แต่สำหรับการทำอาหาร การใช้ความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพนั้นทำได้ยากเนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อนของ หม้อ ดังนั้นการพัฒนาอุปกรณ์ เช่น เตาทำอาหารและฮีตเตอร์ในห้องนั้นเป็นงานที่ซับซ้อน

โดยทั่วไปด้านบนของเตาจะมีอุณหภูมิสูงสุดเพื่อทำอาหาร สำหรับน้ำร้อนที่ไม่ได้ต้องการให้เดือดอุณหภูมิต่ำกว่า ในส่วนล่างจึงถูกนำมาใช้

ข้อมูลเพิ่มเติม

Forestry and Forest Products Research Institute, Japan, Ed. (2006): "Shinrin ringyono shorai yosoku",p.31, p.411(in Japanese)

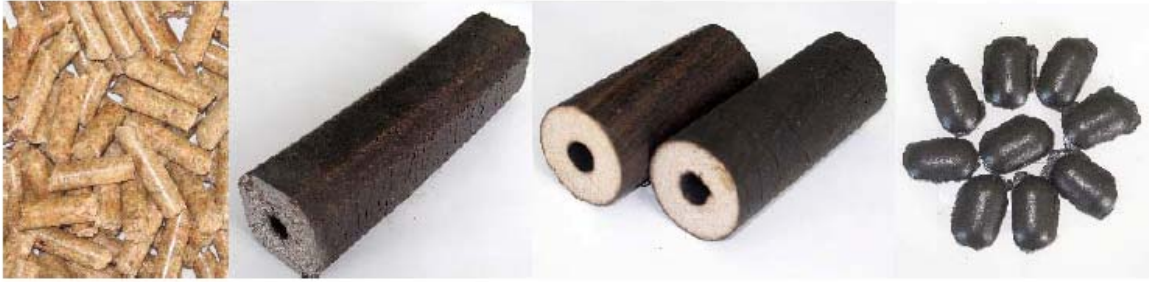
H. Sano, H., J. Soc. Mec. Eng. (2005), 108(1045), p.926-927. (in Japanese)

Ogi, T. in "Biomass Handbook",Japan Institute of Energy Ed.,Ohm-sha,2002,p.5 and p.16 (in Japanese)

3.2 การอัดไม้เป็นก้อนเล็กๆ (Palletizing)

3.2.1 ไม้อัดเป็นก้อนเล็กๆและการอัดเป็นก้อนเล็กๆคืออะไร

การอัดเป็นก้อนเล็กๆคือการอัดวัสดุเป็นรูปร่างก้อนเล็กๆ วัตถุดิบต่างชนิดกัน เช่น เชื้อเพลิงของแข็ง ยา อาหาร สัตว์ แร่และอื่นๆถูกนำมาอัดเป็นก้อน ในส่วนของเชื้อเพลิงแข็งเรียกว่า ไม้อัดก้อน ออกาไลด์ (ถ่านไม้กลมที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง) ถ่านหินกลมที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงคอมโพสิต ไม้อัดก้อนที่แสดงดังรูป 3.2.1 (ก) ผลิตจากเศษไม้เช่น จี้เลื่อย และผงจากการบดไม้ เส้นผ่านศูนย์กลางของไม้อัดก้อนเท่ากับ 6-12 มิลลิเมตร ความยาว 10-25 มิลลิเมตร รูป (ข) และ (ค) แสดงพาเลทขนาดใหญ่ (ถ่านไม้กลมที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงและถ่านแกลบกลมที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง) เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 50-80 มิลลิเมตร และความยาวเท่ากับ 300 มิลลิเมตร รูป (ง) แสดง CCB เป็นเชื้อเพลิง คอมโพสิตระหว่างถ่านและสารชีวมวล ซึ่งเรียกว่าถ่านชีวภาพ



(ก) พาเลทไม้
ญี่ปุ่น

(ข) ออร์กาไลต์
ญี่ปุ่น

(ค) ถ่านแกลบข้าว
เนปาล

(ง) CCB
ญี่ปุ่น

รูป 3.2.1 ชนิดของถ่านกลมที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง

(ก) พาเลทไม้

ต่างจากถ่านแกลบ พาเลทไม้และถ่านไม้กลมถูกผลิตโดยกระบวนการผลิตต่อไปนี้

(1) กระบวนการอบแห้ง

โดยทั่วไป ปริมาณความชื้นดั้งเดิมที่อยู่ในไม้นั้นเท่ากับ 50% ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำวัตถุดิบให้แห้งจนมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 10-20% เพื่อให้ได้เงื่อนไขที่เหมาะสมกับการบดโม้และการอัดเป็นก้อน วัตถุดิบที่มีอนุภาคขนาดใหญ่จะบดด้วยเตาโรตารี (rotary kiln) และวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กจะบดด้วย flash dryer

(2) กระบวนการบดโม้

วัตถุดิบการบดโม้ให้มีขนาดเท่ากับขนาดของพาเลท ในกรณีที่ไม้และเศษไม้มีขนาดใหญ่ ควรนำวัตถุดิบไปบดก่อนผ่านกระบวนการอบแห้งเพื่อที่จะทำให้อายุของไม้สม่ำเสมอ กระบวนการนี้ไม่จำเป็นต้องทำถ้าวัตถุดิบคือแกลบ

(3) กระบวนการอัดให้เป็นก้อน

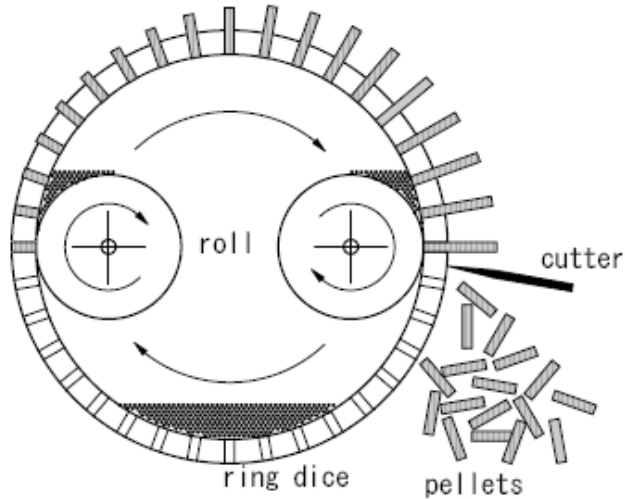
เครื่องอัดเป็นก้อนประกอบด้วยตัวป้อน โรลเลอร์ ตามที่แสดงในรูป 3.2.2 และ 3.2.3 รูป 3.2.2 แสดงรูปร่างและแผนผังของเครื่องอัดเป็นก้อนสำหรับพาเลทไม้ ซึ่งเป็นที่นิยมทั่วโลก รูป 3.2.3 แสดงรูปร่างและแผนผังของเครื่องผลิตถ่านกลมสำหรับถ่านไม้และถ่านแกลบ

(4) กระบวนการทำให้เย็น

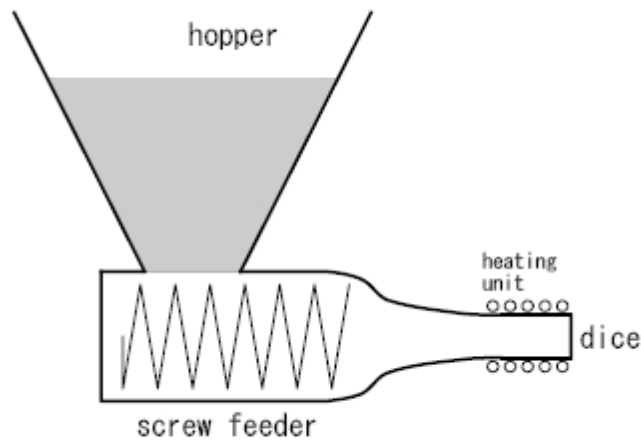
เนื่องจากพาเลทจากกระบวนการผลิตนั้นมีความร้อนสูงและมีความชื้นมากเกินไปจึงต้องทำให้เย็นตัวลง

(5) กระบวนการคัดเลือก

พาเลทที่มีคุณภาพต่ำจะถูกกำจัดออกในกระบวนการนี้ และถูกนำไปใช้เป็นพลังงานในการอบแห้ง



รูป 3.2.2 เครื่องอัดเป็นก้อนสำหรับพาเลทไม้

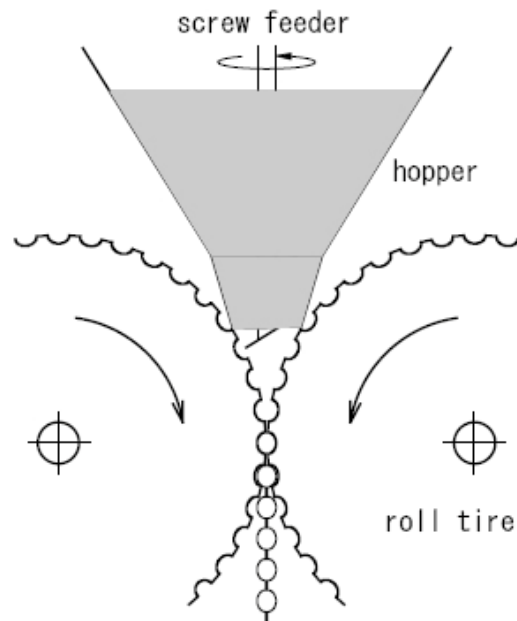


รูป 3.2.3 เครื่องผลิตถ่านก้อนกลมสำหรับถ่านไม้และถ่านแกลบ

(ข) CCB เชื้อเพลิงคอมโพสิตระหว่างถ่านและสารชีวมวล (ถ่านชีวภาพ)

ในวิกฤตการณ์น้ำมันครั้งที่ 2 CCB ถูกพัฒนาเพื่อเป็นสารแทนเชื้อเพลิงเคโรซีนในญี่ปุ่น CCB นั้นเป็นเชื้อเพลิงคอมโพสิตระหว่างถ่าน (< 2 มิลลิเมตร) และสารชีวมวล (< 2 มิลลิเมตร) ซึ่งผลิตโดยเครื่องผลิตถ่านก้อนความดันสูงตามที่แสดงในรูป 3.2.4 อัตราการผสมของวัตถุดิบพื้นฐาน คือ ถ่านหิน 70-90% สารชีวมวล 10-30% โดยน้ำหนัก ในถ่านหินนั้นมีซัลเฟอร์ ดังนั้นจึงใส่หินปูนของอัตราส่วน 1-2 เพื่อกำจัดซัลเฟอร์ ถ่านหินนั้นมาจากลิกไนต์และทำให้เป็นถ่านหินไร้ควัน ส่วนสารชีวมวลมาจากเศษไม้ ของเสียทางการเกษตร เนื่องจากนำสารชีวมวลไปผสมกับถ่าน ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจึงสูง และมีความสามารถในการติดไฟและเกิดเปลวไฟได้ดี และมีการปล่อยควันในปริมาณเล็กน้อย และยังช่วยประหยัดพลังงานได้อีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดคาร์บอนไดออกไซด์นั้นทำได้ง่ายเนื่องจากมีส่วนผสมของสารชีวมวล 10-30% แก๊ซซัลไฟริกที่เป็นกรดนั้นสามารถลดปริมาณลงได้โดยใช้วาร์กำจัดซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิง เทคโนโลยี CCB เป็นเทคโนโลยีที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถส่งต่อเทคโนโลยีไปยังหลายประเทศเพื่อเป็นเทคโนโลยีในการผลิต

เชื้อเพลิงทางเชื้อแทนฟืน เคโรซีน และถ่านไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีสามารถช่วยในการประหยัดพลังงาน ช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และป้องกันฝนกรดในจีน ได้อีกด้วย



รูป 3.2.4 เครื่องผลิตถ่านก้อนสำหรับCCB

3.2.2 คุณลักษณะของพาเลทและ CCB

(ก) พาเลทไม้

คุณลักษณะของพาเลทไม้เมื่อเทียบกับท่อนไม้และฟืนเป็นดังต่อไปนี้ จัดการคิดไฟและเผาได้ง่าย รูปร่างและคุณลักษณะของเชื้อเพลิงสม่ำเสมอ มีการปล่อยก๊าซอันตรายเล็กน้อยระหว่างการเผาไหม้ ประสิทธิภาพในการขนส่งสูง ความหนาแน่นพลังงานสูง

(ข) CCB

CCB ประกอบด้วยสารชีวมวลประมาณ 10-30% ปกติแล้วสารชีวมวลนั้นมีข้อเสียตรงที่ทำให้ปริมาณความร้อนต่ำ

แต่ในทางกลับกันมีคุณลักษณะบางประการที่เหนือกว่าเช่น จุดไฟได้ดี เกิดเปลวไฟได้ดี มีควันน้อย ใช้น้ำน้อย ซึ่งเป็นสมบัติที่ไม่พบในถ่านและถ่านชนิดอื่นที่มีคุณภาพต่ำกว่าถูกนำมาใช้

3.2.3 การทดสอบพื้นฐานสำหรับการทำถ่านก้อน

(ก) พาเลทไม้

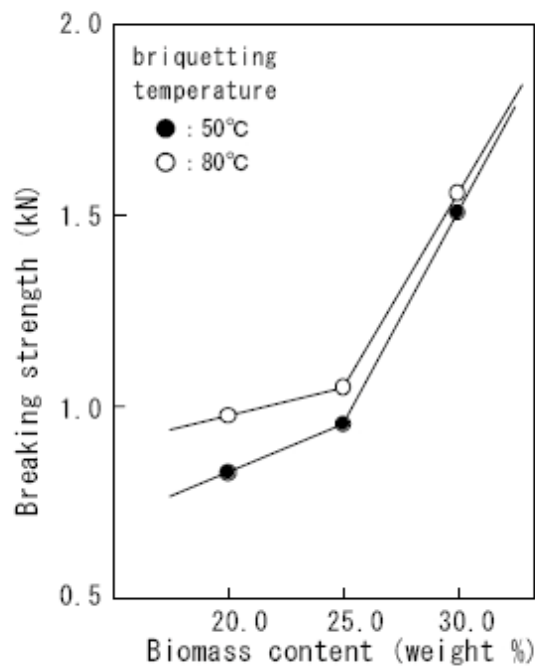
ปัจจัยที่คิดว่าจะมีผลต่อเงื่อนไขของการอัดไม้เป็นก้อนเล็กๆ ได้แก่ ความดัน อุณหภูมิ ระยะเวลาในการอัด ขนาดอนุภาคของวัตถุดิบ ปริมาณความชื้น และองค์ประกอบทางเคมีของไม้ สำหรับเงื่อนไขขอบเขตของการอัดไม้เป็นก้อนเล็กๆ นั้นยังไม่เป็นที่ชัดเจน ที่จริงแล้วกระบวนการอัดเป็นก้อนเล็กๆนั้นขึ้นกับประสบการณ์ของคนงาน และแตกต่างกันไปตาม

ชนิดของไม้ แต่ค่าความดันและอุณหภูมิจากประสบการณ์ในการอัดไม้เป็นก้อนเล็กเท่ากับ 70 เมกะปาสคาลและ 100-150 องศาเซลเซียส มีลิกนิน กลูไซด์และเพคตินเป็นสารเชื่อม

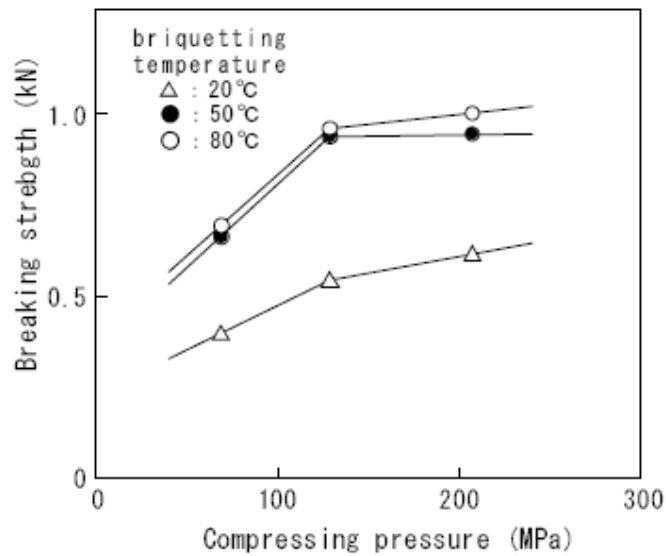
(ข) CCB

การผลิต CCB ใช้เครื่องผลิตถ่านก้อนชนิดหมุนได้ที่มีความดันสูง การทดสอบ Tablet นั้นถูกเพื่อให้อัตราส่วนผสมที่พอเหมาะสมระหว่างวัตถุดิบในขั้นต้นของกระบวนการผลิตถ่านก้อน สารผสมนั้นจะถูกอัดเป็นก้อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 25 มิลลิเมตร ลูกเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 20 มิลลิเมตรนั้นจะถูกวางบนก้อน และลูกเหล็กจะกดก้อนนั้นให้แตก แรงในการทำให้แตกจะถูกวัดเป็นบรรทัดฐานของคุณภาพ รูป 3.2.5 แสดงแรงในการทำให้ก้อนวัสดุผสมระหว่างถ่านและสารชีวมวลแตก แรงจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารชีวมวลเพิ่มขึ้น การเพิ่มความร้อนให้แก่วัตถุดิบนั้นในขั้นตอนการอัดก้อนจะทำให้ต้องเพิ่มแรงที่ทำให้แตก รูป 3.2.6 แสดงว่าเมื่ออุณหภูมิในการขึ้นรูปสูงขึ้น แรงในการทำให้แตกจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องมาจากการปรับปรุงการเสียดสีของพลาสติกของสารชีวมวลให้ดีขึ้นด้วยความร้อน อัตราส่วนผสมระหว่างถ่านและสารชีวมวลที่ทำให้แรงในการทำให้แตกเท่ากับ 1 กิโลนิวตัน คือสารชีวมวล 20% และที่อุณหภูมิ 50 องศา

จากผลการทดสอบ อัตราส่วนผสมมาตรฐานจึงได้ถูกพิจารณา เมื่อ CCB ถูกผลิตโดยเครื่องผลิตถ่านก้อนชนิดหมุนได้ที่มีความดันสูง แรงเฉือนเกิดขึ้นระหว่างส้อมหมุนขาง และวัตถุดิบ และวัตถุดิบถูกเพิ่มอุณหภูมิประมาณ 70-80 องศา ดังนั้นไม่มีการควบคุมอุณหภูมิของวัตถุดิบในกระบวนการอัดก้อน



รูป 3.2.5 ผลของปริมาณสารชีวมวลที่ผสมในเชื้อเพลิง



รูป 3.2.6 ผลของความดันที่ใช้ในการอัด

3.2.4 ประสิทธิภาพพลังงาน

ในจีน ผลกระทบจากการใช้ CCB ต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมถูกประเมินดังต่อไปนี้ การใช้ถ่านหินลดลง 20% เนื่องจาก CCB มีปริมาณสารชีวมวล 20% และมีการพัฒนาความสามารถในการเกิดเปลวไฟ ประสิทธิภาพความร้อน สูงกว่าประมาณ 25%ของบอยเลอร์ถ่านหินในปัจจุบัน เมื่อ CCB ถูกใช้ปริมาณ 1,000,000 ตันต่อปีในจีน จะประมาณได้ว่าการใช้ถ่านหินประมาณ 400,000 ตันต่อปี การปล่อยควันประมาณ 5,000 ตันต่อปีและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ประมาณ 15,000 ตันต่อปีจะลดลง

ข้อมูลเพิ่มเติม

Johanson, J. R. ;The Use of Laboratory Tests In The Design and Operation of Briquetting Presses, Proceedings, IBA, 13,135(1975)

Murayama, Coal-wood formed fuel Binder effect of woody materials, Hokkaido Industrial Research Institute, No.279, 183(1980)

Moruyama, Briquetting characteristics of coal-wood composite fuel, Report of Hokkaido Industrial Research Institute, No.282,195(1984)

Ghoring, D. A. I.;Thermal Softening of Lignin, Hemicellulose and Cellulose, Pulp Paper Mag., T-517~527(1963)

The Japan Institute of Energy, Biomass Handbook, p.224-228(2002)

3.3 การผลิตพาร์ติเคิลบอร์ด

3.3.1 พาร์ติเคิลบอร์ด

บอร์ดคอมโพสิตมีหลายชื่อและมีหลายคำจำกัดความ พาร์ติเคิลบอร์ดเป็นคำศัพท์ทั่วไปสำหรับแผ่นกระดานที่ผลิตจากสารลิกโนเซลลูโลซิก (โดยทั่วไป ได้แก่ ไม้) แรกเริ่มในรูปของอนุภาคหรือชิ้นซึ่งแยกกัน แตกต่างจากเส้นใย เชื่อมกันด้วยเรซินสังเคราะห์หรือสารเชื่อมอื่นๆที่เหมาะสม อนุภาคถูกเชื่อมกันภายใต้ความดันและความร้อนใน hot press โดยกระบวนการซึ่งพันธะระหว่างอนุภาคเกิดจากสารเชื่อมหรือสารอื่นที่เติมระหว่างกระบวนการผลิตเพื่อพัฒนาคุณสมบัติ (ASTM D 1554) การจัดประเภทพาร์ติเคิลบอร์ดนั้นขึ้นประเทศ ตัวอย่างเช่น มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS) A 5908 ได้จัดประเภทพาร์ติเคิลบอร์ดแบ่งออกเป็น 5 ประเภทตาม 1) เงื่อนไขพื้นผิว 2) ความแข็งแรงในการเชื่อม 3) ตัวเชื่อมต่อ 4) ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่ปล่อยออกมา 5) ความต้านทานเปลวไฟ ไฟเบอร์บอร์ดนั้นเป็นคำศัพท์ทั่วไปสำหรับแผ่นกระดานที่ผลิตจากลิกโนเซลลูโลซิกไฟเบอร์ซึ่งในบพนี้ไม่ครอบคลุมไฟเบอร์บอร์ด

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผงหรือไม้ชิ้นเล็กในรูปของเส้นใย โดยการใส่ไม้ และอนุภาคเล็กนั้นสามารถผลิตจากของเสียจากงานไม้ ไม้ที่ไม่ใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่มีค่าและของเสียทางการเกษตร เปลือกไม้ เศษจากการตัดไม้และของเสียจากอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตของคอมโพสิตบอร์ดนั้นเป็นการเปลี่ยนทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่มีประโยชน์ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ ดังนั้นการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดจึงเป็นเทคโนโลยีในการรีไซเคิลทรัพยากรไม้ชีวมวลสำหรับป่าไม้ที่ยั่งยืน

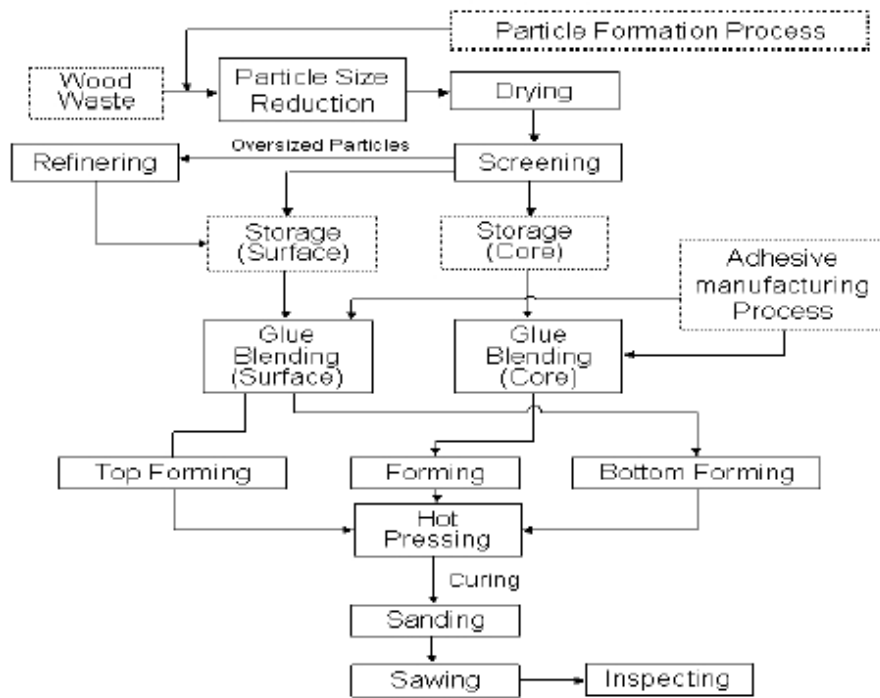
3.3.2 การผลิตและการใช้พาร์ติเคิลบอร์ด

มีโรงงานการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ด 16 แห่งในญี่ปุ่น (เมษายน 2006) ในเดือนตุลาคม ปี 2006 การผลิตในประเทศทั้งหมดเท่ากับ 1,234,000 ลูกบาศก์เมตรและการนำเข้าการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดเท่ากับ 391,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งรวมทั้งหมด 1,625,000 ลูกบาศก์เมตร 60%ถูกใช้สำหรับเฟอร์นิเจอร์ และ 37%ถูกใช้สำหรับการก่อสร้าง เพื่อที่ทำให้เป้าหมายของกฎหมายญี่ปุ่นในการรีไซเคิลไม้จากสิ่งก่อสร้างที่ถูกรื้อถอน 60% ประสพผล วัตถุประสงค์สำหรับการผลิตแผ่นไม้คอมโพสิตที่ผลิตนั้นมาจากไม้จากสิ่งก่อสร้างที่ถูกรื้อถอน 61% ในปี 2005

3.3.3 กระบวนการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ด

กระบวนการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดแสดงในรูป 3.3.1 ขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิต คือการผลิตอนุภาคจากของผสมจากไม้เสียซึ่งถูกอธิบายในกระบวนการสร้างอนุภาค ไม้ที่มาจากสิ่งก่อสร้างที่ถูกรื้อถอนและไม้ของเสียจากอุตสาหกรรมผ่านกระบวนการในสายที่แตกต่างกันของกระบวนการผลิต กระบวนการหลายอย่างทำเพื่อลดขนาดไม้ให้เป็นเศษเล็ก ๆ และทำลายสิ่งแปลกปลอม วัตถุประสงค์จะถูกส่งไปในเครื่องเลื่อยและบดเป็นขั้นตอนแรกในการลดขนาดไม้ โลหะจะถูกกำจัดออกโดยแม่เหล็ก และจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องทุบคดคล้ายก้อน วัตถุประสงค์จะถูกคัดเลือกรูปร่างและแยกออกโดยอากาศที่ไหลเวียน กำจัดทรายและคอนกรีตจากนั้นจะถูกส่งไปยังเครื่องวัดความเข้มข้นของสนามแม่เหล็กชนิดคอยล์ เพื่อกำจัดสารแปลกปลอมที่ไม่ใช่โลหะ ขั้นตอนที่สองของกระบวนการคือการผลิตบอร์ดจากพาร์ติเคิลที่ได้จากขั้นตอนแรก เพื่อที่จะได้ความหนาของอนุภาคเท่ากัน ring flaker จะถูกใช้ในการลดขนาดของอนุภาค อนุภาคจะถูกทำให้แห้งและถูกคัดขนาดพลังงานสำหรับเตาอบแห้งมาจากการเผาฝุ่นผงที่ผลิตขึ้นในโรงงาน อนุภาคจะถูกแบ่งโดยขนาดเพื่อผสมด้วยตัวยึด ตัวประสานจะถูกใช้ที่พื้นผิวและแกนกลางสำหรับพาร์ติเคิลบอร์ดที่มีสามเลเยอร์ หลังจากนั้นจะถูกอัด และไปสร้างเป็นสาม

แผ่น ผ่านกระบวนการ hot-press และขัดด้วยกระดาษทราย การทดสอบการคงทนจะทำเพื่อกำจัดจุดเสียของผลิตภัณฑ์เช่น ส่วนที่พอง หลังจากถูกขัดด้วยกระดาษทรายแล้ว ผลิตภัณฑ์จะถูกตรวจเพื่อขนส่ง



รูป 3.3.1 กระบวนการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดของบริษัท Saito, Y., Tokyo Board Industries, Co., Ltd.

3.3.4 การใช้พาร์ติเคิลบอร์ดสำหรับการรีไซเคิลวัสดุ

การผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดเป็นกระบวนการที่มีคุณค่าสำหรับกรีไซเคิลเศษไม้แทนจากฝักรวมหรือการเผา กระบวนการนี้ทำให้วัสดุรีไซเคิลผสมเส้นใยจากสารอื่นที่มีคุณสมบัติพิเศษขึ้น เช่น ใช้สารที่มีอายุในการรีไซเคิลสั้นเป็นแกนกลาง และใช้สารที่มีอายุยาวนานกว่าเป็นพื้นผิวเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านความแข็งแรง อุตสาหกรรมการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดในปัจจุบันเป็นอุตสาหกรรมที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ แต่ยังมีโอกาสในการพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการ ในขณะที่ราคาของน้ำมันเพิ่มขึ้น ราคาของการขนส่ง สารเชื่อม และพลังงานในการดำเนินการผลิตก็สูงขึ้นตาม ผู้ผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดจึงต้องแข่งขันกันสำหรับวัตถุดิบไม้ และนโยบายบางอย่างไม่นานมานี้ที่เน้นในเรื่องไม้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานทำให้สถานการณ์แยกลงไปอีก กระทรวงเกษตร ป่าไม้และการประมงนั้นเริ่มโปรแกรมที่มีเนื้อหาเน้นเกี่ยวกับทรัพยากรไม้ทางการเกษตรชีวมวลที่มีเป้าหมายเพื่อ 1) การศึกษา 2) เทคโนโลยีในการพัฒนาเชื้อเพลิงของการขนส่งเช่น ไบโอบีโอดีเซล 3) การส่งเสริมและเชื่อมโยงเครือข่ายสำหรับชุมชนท้องถิ่นเพื่อการใช้ทรัพยากรชีวมวล 4) งานวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการใช้ไม้ชีวมวลและทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ 5) การเริ่มต้นใช้ผลิตภัณฑ์ชีวมวลและส่งเสริมการรีไซเคิล 6) เทคโนโลยีที่ส่งต่อประเทศในกลุ่มอาเซียน อุตสาหกรรมการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดส่วนใหญ่ใช้เศษไม้ท้องถิ่นเพื่อที่จะพัฒนาประสิทธิภาพโดยการใช้ประโยชน์ของวัสดุรีไซเคิลและใช้เป็นพลังงานในการดำเนินการผลิตโดยนำมาเผาซึ่งไม่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ด

3.3.5 สถิติของไม้ซิวมวลรวมถึงปานล ไม้

ไม้ซิวมวลรวมถึงเปลือกไม้ ขี้เลื่อยแ ละเศษที่จากการตัดไม้ ไม้อัดและการผลิตผลิตภัณฑ์ไม้ทางวิศวกรรม ปริมาณของไม้ซิวมวลทั้งหมดที่ใช้ในญี่ปุ่นเท่ากับ 10,782,000 ลูกบาศก์เมตรในปี 2006 เกือบทั้งหมดประมาณ 95% คิด เป็น 10,197,000 ลูกบาศก์เมตร ถูกใช้เป็นแหล่งสารชีวมวล ขณะที่เหลือถูกทิ้ง ไม้ซิวมวลถูกจัดประเภทดังนี้ 1) เศษชิ้นไม้ 4,408,000 ลูกบาศก์เมตร (43%) 2) เชื้อเพลิง 2,330,000 ลูกบาศก์เมตร (23%) 3) วัสดุคอกเลี้ยงสัตว์ 2,256,000 ลูกบาศก์เมตร (22%) 4) ส่วนผสมสารอิทธิฤทธิ์สำหรับปุ๋ยและสารเพิ่มคุณภาพดิน 580,000 ลูกบาศก์เมตร (5.7%) และ 5) ปานลจากไม้เช่น พาร์ติเคิลบอร์ด 258,000 (2.5%) เชื้อเพลิง 2,330,000 ลูกบาศก์เมตร ถูกแบ่งออกเป็น 1) พลังงานที่ใช้ในเตาอบแห้ง 1,550,000 ลูกบาศก์เมตร 2) พลังงานไฟฟ้า 595,000 ลูกบาศก์เมตร และ 3) พลังงานในการผลิตพลาสติก 46,000 ลูกบาศก์เมตร

3.3.6 การประยุกต์ใช้ในภูมิภาคเอเชีย

ปอแก้วเจริญเติบโตเร็วกว่าต้น ไม้และจัดเป็นสารที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม พานาโซนิคมาเลเซีย ได้พัฒนาระบบ ที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดจากปอแก้ว (*Hibiscus cannabinus*) กระบวนการนี้ลดมลพิษ ดังนั้นจึง เป็นการช่วยอนุรักษ์ระบบนิเวศปะการังของมาเลเซีย เทคนิคที่ใช้ในการผลิตบอร์ดปอแก้วพัฒนาโดยความร่วมมือกับ มหาวิทยาลัยเกียวโตโดยใช้ปอแก้วที่เจริญเติบโตในจีน ปี 2005 พานาโซนิคประสบความสำเร็จในการพัฒนาระบบการ ปลูกปอแก้วในมาเลเซียซึ่งเหมาะสมต่ออุตสาหกรรมการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดจากปอแก้วที่มีคุณภาพสูง กระบวนการนี้ผลิต ของเสียประมาณ 30% แต่เส้นในนั้นถูกเผาเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าสำหรับการผลิตพาร์ติเคิลบอร์ดและขี้เถ้าถูก นำกลับไปปลูกปอแก้วเพื่อเป็นปุ๋ย (<http://panasonic.co.jp/ism/kenaf/index.html>)

ข้อมูลเพิ่มเติม

- American Society for Testing Materials (ASTM) Standard. D 1554 Standard Terminology Relating to Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. (2001)
- Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908. Particleboards. (2003)
- “Field survey on use of woody biomass,” Statistic Department, Minister of Agriculture, Forestry and Fishery. (2006)
- Statistics of Ceramics and Construction Materials, Ministry of Trade and Industry, ISBN:9784903259192. (2006)
- Thomas M. Maloney, Modern Particleboard. ISBN 0-87930-063-9. Published by Miller Freeman Publications Inc. (1977)
- Walter T, Kartal S.N, Hang W.J, Umemura S, Kawai S. Strength, decay and termite resistance of oriented kenaf fiberboard. J Wood Science, 53(6) 481-486 (2007)
- S. Kawai, K. Ohnishi, Y. Okudaira and M. Zhang. Manufacture of oriented fiberboard from kenaf bast fibers and its application to the composite panels. The 2000 International Kanaf Symposium, p.144-148, Oct. 13-14, Hiroshima (2000)
- K. Ohnishi, Y. Okudaira, M. Zhang, and S. Kawai. Manufacturing and properties of oriented medium density fiberboard from non-wood lignocellulosic fibers I. Mokuzai Gakkaishi, 46 (2) 114-123 (2000)(Japanese)
- S. Suzuki. The state of the arts on current timber structures. V: The state of the arts on reuse and recycle of wooden structures. Journals of the Society of Materials Science, Japan, 53 (4) 465-470 (2004) (Japanese)