

บทที่ 3

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์มีมากมายหลายวิธี และผลิตได้จากวัตถุดิบต่างๆ กัน ดังนั้นจึงมีนักวิจัยหลายๆ ท่านทำงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตถ่านกัมมันต์ โดยสนใจใช้วัตถุดิบต่างๆ และศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้ การวิเคราะห์จะเน้นทางด้านความสามารถในการดูดซับโมเลกุลต่างๆ ในของเหลว เช่น การดูดซับเมทธิลีนบลู การดูดซับไอโอดีน การดูดซับโมลาส และการดูดซับคาร์บอนเตตระคลอไรด์

วัตถุดิบที่น่าสนใจนำมาผลิตถ่านกัมมันต์ได้แก่

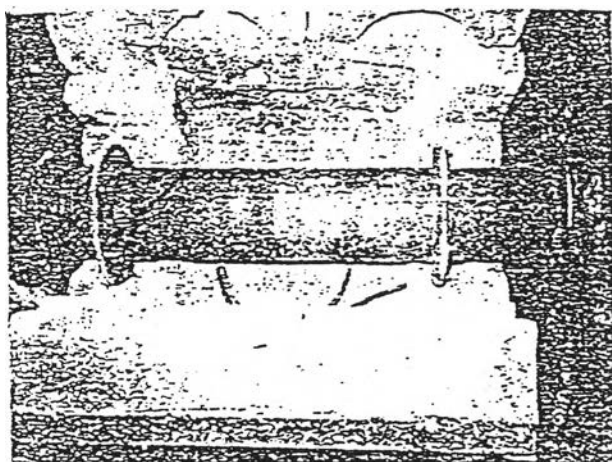
1. ถ่านหินและพีท

การผลิตถ่านกัมมันต์จากผงถ่านหิน (Johnson and coworker, 1977) โดยการกระตุ้นด้วยแก๊สผสมระหว่างไอน้ำร้อนยวดยิ่งและแก๊สไนโตรเจน ศึกษาตัวแปรอุณหภูมิและเวลาการกระตุ้น ได้ภาวะที่เหมาะสมคือ ใช้อุณหภูมิ 760 ถึง 860 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที และทดลองล้างผงถ่านหินด้วยกรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 10 ก่อนนำมากระตุ้น เพื่อปรับปรุงคุณภาพของถ่านกัมมันต์ ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีสมบัติแสดงดังตารางที่ 3.1

การผลิตถ่านกัมมันต์จากพีท (เกศรา นุตาลัย และคณะ, 2531) โดยคาร์บอนไนซ์ที่ 500 องศาเซลเซียส และกระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งในเตาเผาแบบหมุน (Rotary kiln) (รูปที่ 3.2) ศึกษาตัวแปรอุณหภูมิ 800 ถึง 900 องศาเซลเซียส และเวลา 1 ถึง 4 ชั่วโมง ได้ภาวะการผลิตที่เหมาะสมคือ ที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง ได้ผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์ร้อยละ 8 มีค่าไอโอดีน 1200 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าเมทธิลีนบลู 295 มิลลิกรัมต่อกรัม พื้นที่ผิวอนุภาค 881 ตารางเมตรต่อกรัม

ตารางที่ 3.1 สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากการทดลองของ Johnson and coworker (1977)

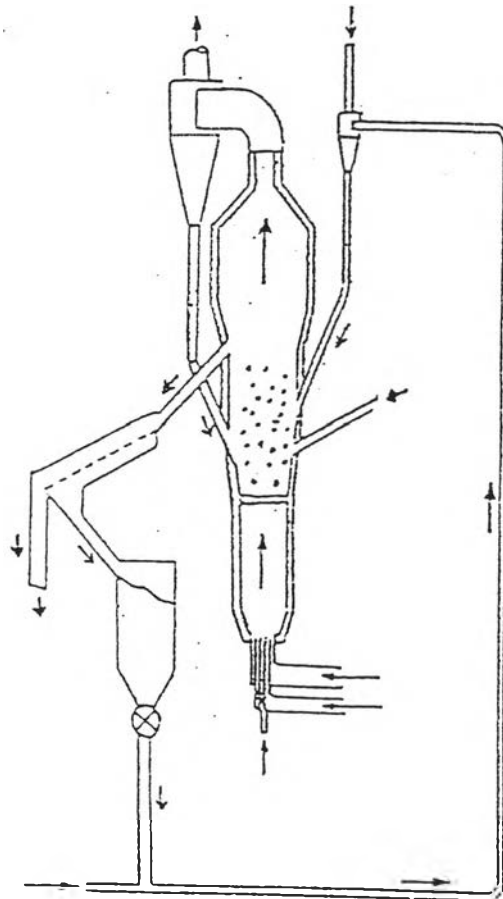
การวิเคราะห์	สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้	
	ไม่ล้าง	ล้าง
ค่าการดูดซับไอโอดีน, มิลลิกรัมต่อกรัม	615	655
ค่าการดูดซับโมลาส, มิลลิกรัมต่อกรัม	315	299
ค่าการดูดซับคาร์บอนเตตระคลอไรด์, มิลลิกรัมต่อกรัม	3.62	3.00
ความหนาแน่นปรากฏ, กรัมต่อมิลลิลิตร	0.477	0.506
ค่าเจ้า, เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	8.57	8.12



รูปที่ 3.1 เตาหมุนที่ใช้ในการทดลองของเกศรา นุตาลัย และคณะ (2531)

2. วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

การผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้ (Ninomiya and coworke, 1974) โดยคาร์บอนไนซ์ที่ อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วนำมาผสมกับอลูมินาปริมาณ 1.2 เท่าของ ถ่านไม้เริ่มต้น กระตุ้นด้วยแก๊สผสมระหว่างอากาศและไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ในเครื่องแอกติเวเตอร์ แบบฟลูอิโดซ์เบด (รูปที่ 3.2) ด้วยอัตราการป้อนวัตถุดิบ 272 กรัมต่อชั่วโมง ได้ผลิตถ่านกัมมันต์ปริมาณ 158 กรัมต่อชั่วโมง มีค่าการดูดซับเบนซินร้อยละ 38.2 โดยน้ำหนัก ค่าการดูดซับไอโอดีน 1230 มิลลิกรัมต่อกรัม



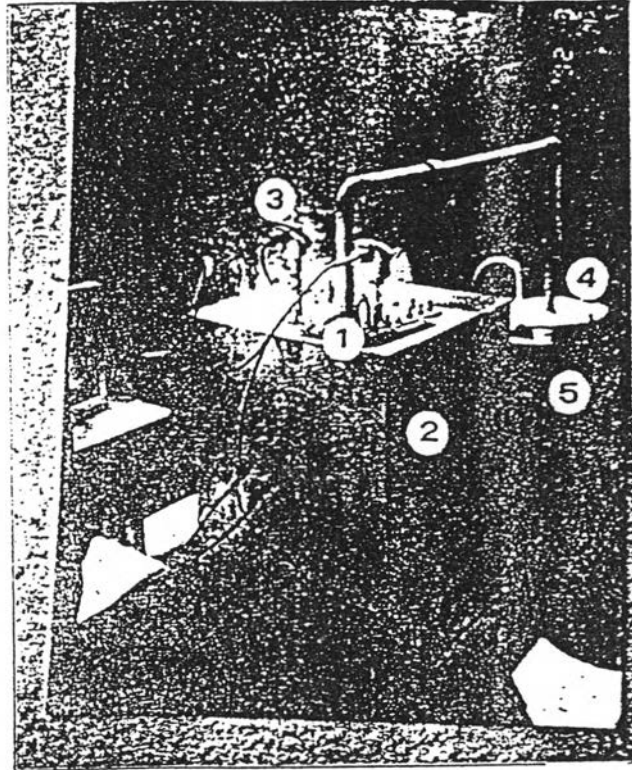
รูปที่ 3.2 เครื่องแอกติเวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองของ Ninomiya and coworker (1974)

การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว (อุไรวรรณ ธรรมรัตน์พคุณ, 2523) โดยคาร์บอนไนซ์ แล้วนำถ่านที่คัดขนาด 4 - 10 เมช (2.00 - 4.76 มิลลิเมตร) ปริมาณ 500 กรัม กระตุ้นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ศึกษาตัวแปรอุณหภูมิ 700 - 1050 องศาเซลเซียส และเวลา 30 -130 นาที ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้มีค่าการดูดซับไอโอดีน 1540 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าการดูดซับเมทธิลีนบลู 5 - 371 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าความหนาแน่นปรากฏ 0.31 - 0.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนด (บุญชัย ตระกูลมหชัย, 2536) โดยการคาร์บอนไนซ์ในเครื่องคาร์บอนไนซ์แบบเบดนิ่ง (รูปที่ 3.3) ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 120 นาที แล้วกระตุ้นในเครื่องแอกติเวเตอร์แบบฟลูอิโดซ์เบด (รูปที่ 3.4) โดยใช้แก๊สผสมระหว่างแก๊สที่ได้จากการเผาไหม้น้ำมันดีเซลกับไอน้ำร้อนยวดยิ่ง เมื่อศึกษาตัวแปรขนาดถ่านกะลาตาลโตนด อุณหภูมิและเวลาการกระตุ้น พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคือ ใช้ถ่านกะลาตาลโตนดขนาด 1.19 - 1.68 มิลลิเมตร กระตุ้นที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส นาน 7 นาที ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีสมบัติแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้จากการทดลอง
ของบุญชัย ตระกูลมหชัย, 2536

สมบัติของถ่านกัมมันต์	ภาวะที่เหมาะสมจากการกระตุ้นด้วยก๊าซผสม		
	อุณหภูมิ 900 °C	เวลา 7 นาที	ขนาดกลาง
BD(g/cc.)	0.293-0.405	0.292-0.405	0.341-0.385
ASH(%)	11.26-15.20	9.77-15.22	12.56-15.22
MB(mg/g)	116.54-251.82	173.58-350.81	116.54-350.81
IA(mg/g)	869.35-1,383.66	743.44-1,356.81	985.32-1581.19
S _{MP} (m ² /g)	1,295-1,754	1,303-1,551	1,139-1,754
S _T (m ² /g)	184-229	86-238	185-246
S _{BET} (m ² /g)	1,484-1,967	1,238-1,786	1,164-1,967



รูปที่ 3.3 เครื่องคาร์บอนไดออกไซด์แบบเบดนิ่งในการทดลอง

ของบุญชัย ตระกูลมหชัย (2536)

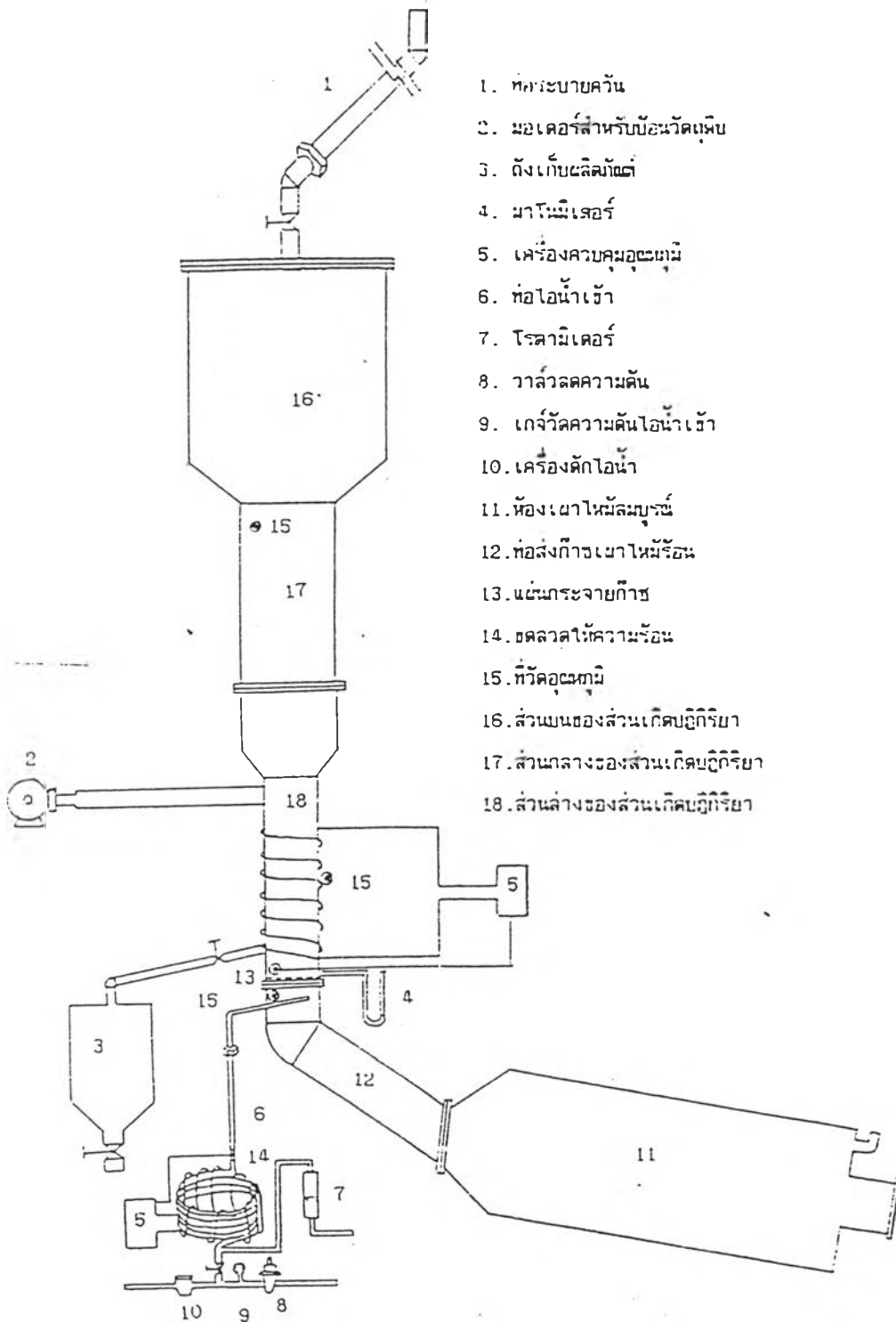
1 = ภาชนะบรรจุวัตถุดิบ

4 = ภาชนะดักน้ำและน้ำมันทาร์

2 = เต้าให้ควาร้อนแบบขดลวด

5 = เครื่องควบแน่น

3 = ที่วัดอุณหภูมิ



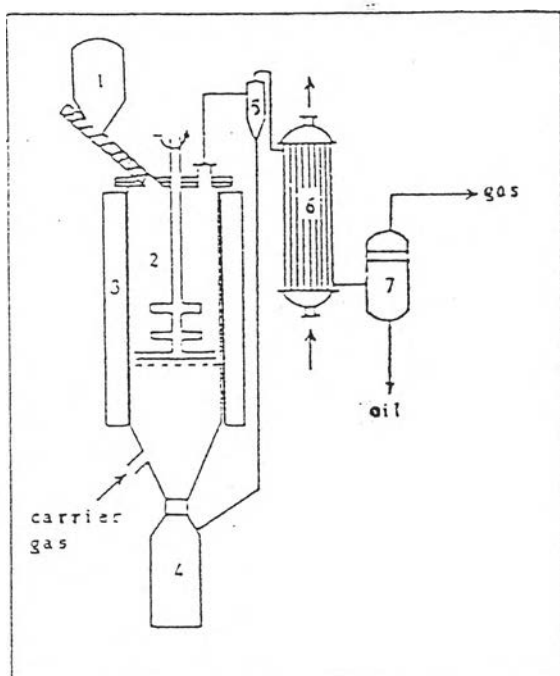
1. ท่อระบายควีน
2. หมอเคอร์สำหรับปั๊มสุญญากาศ
3. ดึงเก็บผลลิเมตร
4. นาโอมิเตอร์
5. เครื่องควบคุมสุญญากาศ
6. ท่อไอน้ำเข้า
7. โรตารีเคอร์
8. วาล์วลดความดัน
9. เกจวัดความดันไอน้ำเข้า
10. เครื่องตัดไอน้ำ
11. ห้องเผาไหม้ลมบูร์น
12. ท่อส่งก๊าซเผาไหม้ร้อน
13. แผ่นกระจายก๊าซ
14. สดลวดให้ความร้อน
15. หัวคอกุญแจ
16. ส่วนบนของส่วนเกิดปฏิกิริยา
17. ส่วนกลางของส่วนเกิดปฏิกิริยา
18. ส่วนล่างของส่วนเกิดปฏิกิริยา

รูปที่ 3.4 เครื่องแอดดิเวเตอร์ในการทดลองของบุญชัย ตระกูลมหชัย (2536)

3. ยางรถยนต์ที่ใช้แล้ว

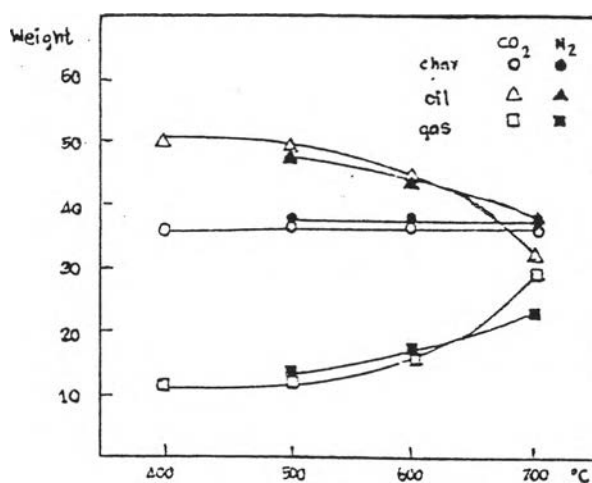
การผลิตถ่านกัมมันต์จากยางรถยนต์ที่ใช้แล้ว ด้วยวิธีทางเคมี (Sanga, 1973) โดยใช้แคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อศึกษาตัวแปรอัตราส่วนของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้ต่อปริมาณยางรถยนต์ และอุณหภูมิการกระตุ้น พบว่าภาวะที่เหมาะสมคือ ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วน 1 : 1.5 ของปริมาณยางรถยนต์ คาร์บอนไนท์ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส 20 นาที และกระตุ้นที่อุณหภูมิ 970 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ได้ผลิตถ่านกัมมันต์ร้อยละ 20 มีค่าการดูดซับสารละลายเมทธิลีนบลูเข้มข้น 0.12 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 20 ซีซีต่อ 0.1 กรัมของถ่านกัมมันต์

การไพโรไลซิสยางรถยนต์ใช้แล้ว (Lucchesi and Mashio, 1983) โดยใช้เครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยผ่านแก๊ส 2 ชนิดคือ ไนโตรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 400 - 700 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส น้ำมัน และถ่าน แสดงดังรูปที่ 3.6 และพื้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ถ่านเมื่อไพโรไลซิสที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.3



- 1 : rubber hopper and feed
- 2 : reactor
- 3 : electric heater
- 4 : char collector
- 5 : hot cyclone
- 6 : heat exchanger
- 7 : entrainment separator

รูปที่ 3.5 อุปกรณ์ในการทดลองของ Lucchesi and Maschio (1983)

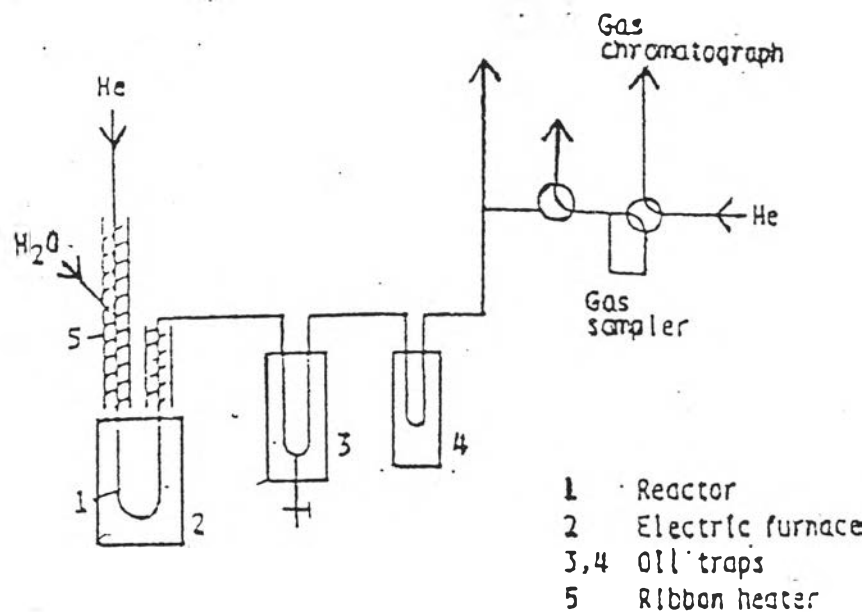


รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลิตภัณฑ์และอุณหภูมิที่ใช้ไพโรไลซิส
จากการทดลองของ Lucchesi and Maschio (1983)

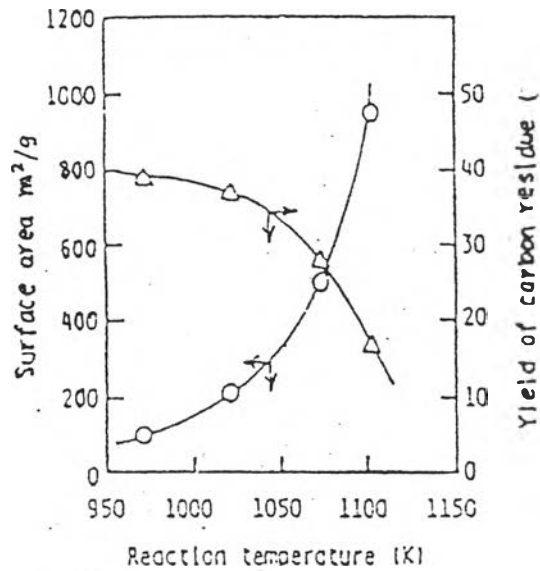
ตารางที่ 3.3 ค่าพื้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ถ่านที่ได้จากการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ
ต่างๆ ในการทดลองของ Lucchesi and Maschio (1983)

Pyrolysis temperature (°C)	Surface area (s.a.), (m ² g ⁻¹)	
	N ₂	CO ₂
500	210	270
600	320	380
700	350	570

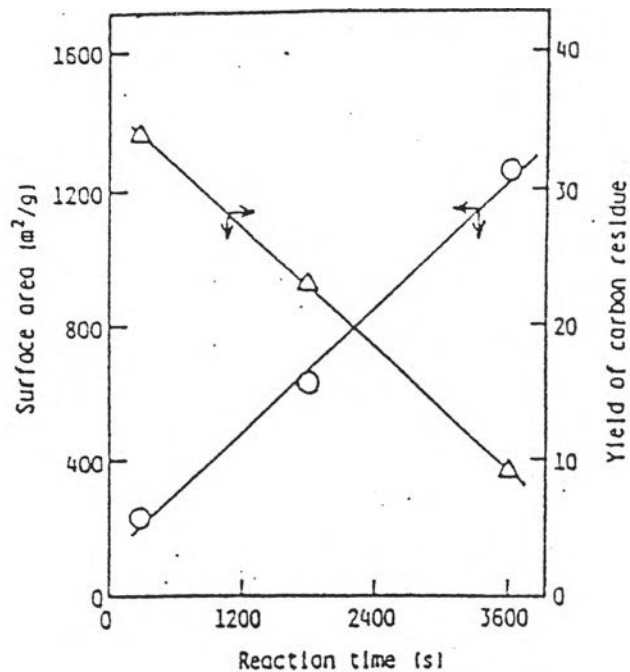
การผลิตถ่านกัมมันต์จากยางรถยนต์ใช้แล้วโดยใช้แก๊สออกซิไดซ์ (Ogasawara and coworker, 1987) ในเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อไหล (Flow reactor) (รูปที่ 3.7) โดยผ่านแก๊สฮีเลียมและไอน้ำ ศึกษาผลของตัวแปรอุณหภูมิ เวลาของปฏิกิริยา และอัตราการให้ไอน้ำ ที่มีต่อปริมาณและพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ที่ได้ แสดงดังรูปที่ 3.8, 3.9 และ 3.10 ตามลำดับ



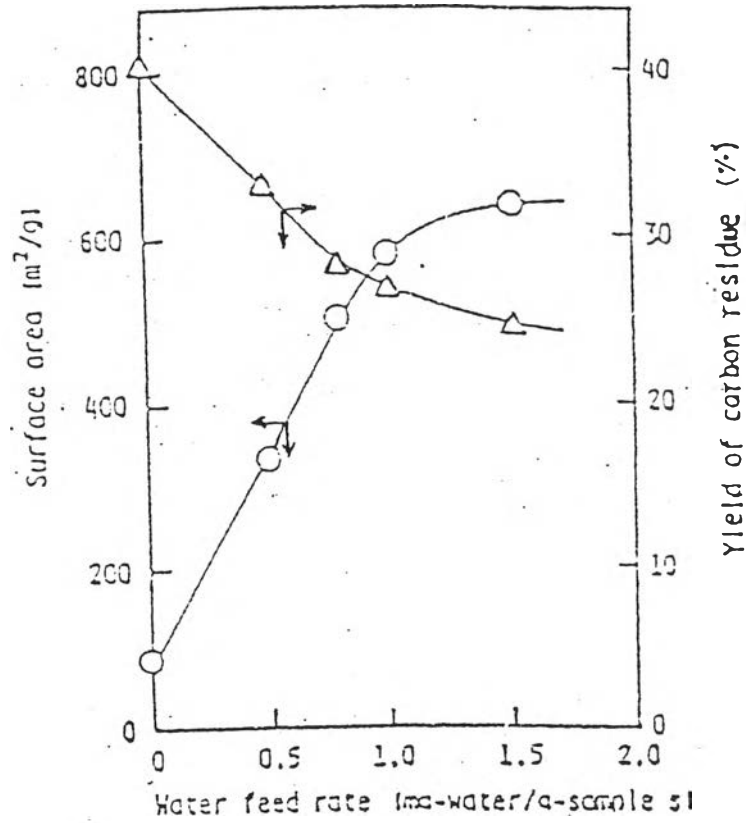
รูปที่ 3.7 เครื่องปฏิกรณ์แบบท่อไหลในการทดลองของ Ogasawara and coworker (1987)



รูปที่ 3.8 ผลของอุณหภูมิของปฏิกิริยาต่อปริมาณและพื้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์ เมื่อใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 3 ชั่วโมง และให้ไอน้ำในอัตรา 0.75 มิลลิกรัมของน้ำต่อกรัมของยางรถยนต์ต่อวินาที จากการทดลอง ของ Ogasawara and coworker (1987)



รูปที่ 3.8 ผลของเวลาของปฏิกิริยาต่อปริมาณและพื้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์ เมื่อใช้อุณหภูมิของปฏิกิริยา 1173 องศาเซลเซียส และให้ไอน้ำในอัตรา 0.75 มิลลิกรัมของน้ำต่อกรัมของยางรถยนต์ต่อวินาที จากการทดลองของ Ogasawara and coworker (1987)



รูปที่ 3.8 ผลของอัตราการป้อนไอน้ำต่อปริมาณและพื้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์
เมื่อใช้อุณหภูมิของปฏิกิริยา 1073 องศาเซลวิน 3 ชั่วโมง จากการทดลองของ
Ogasawara and coworker (1987)