

อนุสารภูมิศาสตร์

คณะสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ฉบับที่ ๓ ปีที่ ๑ มกราคม - มีนาคม ๒๕๒๑

อนุสารทางวิชาการ ของคณะสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร



1. วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการ และงานวิจัยในสาขาวิชาภูมิศาสตร์ และสาขาวิชาอื่นที่สัมพันธ์กับวิชาภูมิศาสตร์
2. เป็นสื่อกลางสำหรับ คณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ นิสิต และสมาชิก ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน
3. เพื่อสนับสนุนการศึกษาวิชาภูมิศาสตร์ ในระดับอุดมศึกษา
4. เพื่อเผยแพร่เกียรติคุณของมหาวิทยาลัย

2. เจ้าของ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร สุขุมวิท 23
กรุงเทพฯ 11 โทร. 3912583 ต่อ 54 หรือ 3922564

3. ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.ประสาธน์ หล้าศิลา
ศาสตราจารย์สาวาท เสนาณรงค์
รองศาสตราจารย์ประเพ็ญ มหารักษ์กะ
รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ

4. ประธานงานวิชาการ

อาจารย์กวี วรรณ
อาจารย์นงน งามนิสัย

5. คณะผู้ดำเนินงาน อาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ และนิสิตวิชาเอกภูมิศาสตร์ ปัจจุบัน

6. เหรียญกิตติมศักดิ์

อาจารย์วีรวรรณ กฤตยารัตน์
อาจารย์ทัศนีย์ ศิริปโชค

7. พิมพ์ นายวิจิตร อภิธรรม

8. อนุสารภูมิศาสตร์ กำหนดออกปีละ 4 ฉบับ ม.ค. - มี.ค., เม.ย. - มิ.ย.

ก.ค. - ก.ย., ต.ค. - ธ.ค.

อัตราสมาชิกปีละ 40 บาท ผู้ประสงค์จะเป็นสมาชิกใหม่ โปรดส่งชื่อที่อยู่ และเช็คไปรษณีย์ หรือ
ขนาดเท่า ไปยัง อาจารย์กวี วรรณ ภาควิชาภูมิศาสตร์ มศว.ประสานมิตร ส่งจ่าย ป.ณ. นานา
ถนนสุขุมวิท กรุงเทพฯ

บทบรรณาธิการ

อนุสารภูมิศาสตร์ฉบับที่สามออกจำหน่ายไปหนึ่งเดือน แต่เนื้อหาทางวิชาการเพิ่มปริมาณและคุณภาพมากขึ้น หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เนื้อหาจะอำนวยประโยชน์แก่สมาชิกไม่มากนักน้อย สมาชิกท่านใด ที่เตรียมบทความทางวิชาการไว้พร้อมแล้ว โปรดจัดส่งมายังฝ่ายประสานงานวิชาการล่วงหน้าได้เลย ทางเรายินดีที่จะพิจารณาเผยแพร่ในอนุสารภูมิศาสตร์ให้ท่าน สำหรับปัญหาถามตอบความรู้ทางด้านภูมิศาสตร์ในฉบับนี้ยังไม่มีคำถามส่งมาจึงขอปิดคอลัมน์ไว้ก่อน หากผู้สนใจท่านใดมีปัญหาคำถามสงสัยเกี่ยวกับความรู้ด้านภูมิศาสตร์กรุณาเขียนคำถามส่งมายังเราได้เลย เรายินดีที่จะเชิญท่านผู้รู้ในแต่ละแขนงวิชาตอบปัญหาแต่ละปัญหาให้ท่าน

บรรณาธิการ

สารบัญ

หน้า

การเดือนลอยของทวีป การแผ่กระจายของพืชนทะเล และการแปลโครงสร้างแบบแผน.....	วีรศักดิ์ นคินทร์บดี	๑ - ๑๖
ข้อคิดบางประการในการออกไปพักผ่อนในแหล่งธรรมชาติ.....		๑๗ - ๒๔
	รศ. ประเทือง นหารักษ์กะ	
ดัชนีภูมิปฏิสัมพันธ์		๒๕ - ๒๘
	รศ.ดร. ประเสริฐ วิทยารัฐ	
แนวโน้มของวิชาภูมิศาสตร์ในประเทศไทย		๔๓ - ๕๒
	ศจ. สวาท เสนาณรงค์	
การศึกษาลักษณะการกระจายตัวของแหล่งเสื่อมโทรมในเขตกรุงเทพฯ-ธนบุรี		๕๓ - ๖๖
	กวี วรกวิน	
อากาศเป็นพิษกับการผันแปรของภูมิอากาศในตัวเมือง		๖๗ - ๗๐
	นอม งามนิสัย	

การเคลื่อนลอยของทวีป การแผ่กระจายของพื้นทะเล และการแปรโครงสร้างแบบแผ่น

(Continental Drift, Sea-floor Spreading, and plate Tectonics)

โดย วีรศักดิ์ นรินทร์ศักดิ์
กองธรณี
กรมทรัพยากรธรณี

เป็นเวลานานมาแล้วที่มนุษย์เราพยายามศึกษาและขอข้อสงสัยต่าง ๆ ที่ปรากฏขึ้นในโลกที่ตัวอาศัยอยู่ ปัญหาต่าง ๆ เช่นว่า ทำไมบางแห่งเป็นที่ราบบางแห่งเป็นเทือกเขา ภูเขาสูง? ทำไมจึงเกิดแผ่นดินไหวเป็นบางแห่งเป็นบางครั้งหรือเป็นระยะๆ? ทำไมจึงเกิดภูเขาไฟระเบิดและมีลาวา (lava)?

ในสมัยโบราณความไม่รู้และไม่สามารถอธิบายก็ยกให้เป็น เรื่องของไสยศาสตร์ (hypothesis) และทฤษฎี (theory) ต่าง ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ (phenomenon) เหล่านั้น เช่นทฤษฎีสมดุลสมภาคของเปลือกโลก (isostatic theory) ตั้งขึ้นโดย Sir George Airy ชาวอังกฤษเมื่อปี 1853 เป็นทฤษฎีความสมดุลของเปลือกโลกทั้งหมดเสมือนหนึ่งส่วนต่าง ๆ ของเปลือกโลกลอยอยู่บนชั้นที่มีความหนาแน่นมากกว่า ดังนั้นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะบุคสูงเหนือพื้นที่ที่มีความหนาแน่นมากกว่า การเกิดของภูเขาหิมาดัยเวลานักอาศัยทฤษฎีนี้ในการอธิบายว่า เกิดจากความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของหินต่างชนิดกัน หินที่เบากว่าจะถูกดันให้ยกสูงขึ้น ภูเขาหิมาดัยแม้แต่ส่วนยอดสุดก็เป็นหินปูน (limestone) ซึ่งเกิดจากตะกอนสะสมในพื้นทะเล ถูกดันตัวขึ้นจากพื้นทะเลภายหลังกลายเป็นส่วนที่สูงที่สุดในโลก การลอยตัวขึ้นของภูเขาหิมาดัยเปรียบได้เหมือนกับการลอยตัวของภูเขาน้ำแข็ง (iceberg) ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำทะเลลอยตัวอยู่ในมหาสมุทรตามเปลือกโลก (earth's crust) จะคงอยู่ในสภาพสมดุลโดยการปรับตัวเองตลอดเวลา ทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลกเสมอ เช่นเมื่อ ส่วนที่สูงกว่าถูกทำลายวัตถุที่ถูกทำลายจะถูกพัดพาลงสู่ที่ต่ำกว่า พื้นที่ที่ต่ำกว่านั้นจะสูงเพิ่มขึ้นและรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นโดยการสะสมของวัตถุที่ถูกพัดพามาขึ้นทำให้อบลง การจมลงของพื้นที่นั้นจะดันเอาพื้นที่บางแห่งให้ลอยขึ้นกลายเป็นที่สูงหรือภูเขาต่อไปนี้เป็นทฤษฎีหนึ่งในการอธิบายการจมลงของแผ่นดินและการเกิดภูเขาหรือที่สูงในสมัยนั้น

ถึงแม้ว่าจะมีนักวิทยาศาสตร์ทั้งทฤษฎีและสมมุติฐานมากมายในการที่จะพยายามอธิบายปรากฏการณ์ของโลกก็ตาม แต่ยังไม่สามารถจะอธิบายทุกอย่างที่เป็นไปได้ อย่างละเอียดและถูกต้องสมบูรณ์ได้ นักวิทยาศาสตร์ยังพยายามศึกษาคุณค่าเหตุผลเพื่อให้อธิบายได้เหมาะสมกว่า สมบูรณ์กว่า มีเหตุผลดีกว่า โดยอาศัยข้อมูลต่างๆ บนเปลือกโลกและอาศัยเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพดีกว่าในการสำรวจ และบันทึกใหม่ทฤษฎีใหม่ขึ้นทฤษฎีหนึ่ง ซึ่งทำความเข้าใจและก่อความฉงนให้กับนักวิชาการที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี ทฤษฎีนี้แม้จะยังไม่เป็นที่ยอมรับจากนักวิชาการที่เกี่ยวข้องของทุกคน เริ่มต้นด้วยเสียงคัดค้านอย่างแข็งขัน แต่ถึงวันนี้ข้อมูลต่างๆ ที่ได้เพิ่มขึ้นสนับสนุนทฤษฎีนี้ ทำให้นักวิชาการที่เกี่ยวข้องมีความเห็นโน้มเอียงไปในทางเห็นด้วย ทฤษฎีนี้ไม่เพียงแต่จะตอบปัญหาต่างๆ ซึ่งครั้งก่อนยังอธิบายได้ไม่สมบูรณ์และยังหาความสัมพันธ์กันไม่ได้เท่านั้น แต่ทฤษฎีนี้ยังเป็นทฤษฎีแรกที่สามารถอธิบายรวมทุกทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เป็นภาพของสภาพเปลือกโลกทั้งอดีต ปัจจุบันและอนาคตได้อย่างชัดเจน ทฤษฎีใหม่ก็คือทฤษฎีการแปรโครงสร้างแบบแผ่น

(theory of plate tectonics) อันมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับทฤษฎีการเคลื่อนลอยของทวีป (continental drift) และทฤษฎีการแผ่กระจายของพื้นทะเล (Sea-floor spreading) ซึ่งจะใกล้เคียงความเป็นมาแตกต่อนของทฤษฎีเหล่านี้

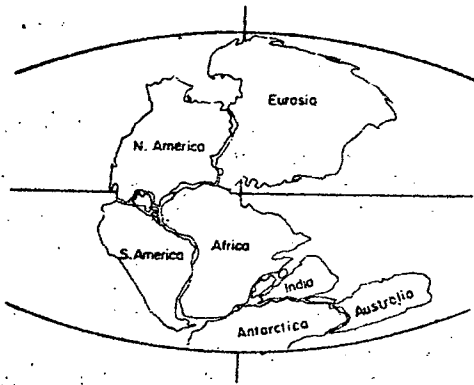
ทฤษฎีเหล่านี้พูดได้ว่า เริ่มต้นมาจากการที่มีนักวิทยาศาสตร์หลายคนได้ตั้งข้อสังเกตเห็นว่าขอบชายฝั่งของทวีป (continent) บางแห่ง ขอบทางทวีปกันสามารถจะจับชนกันได้อย่างสนิท เหมือนกับการต่อชิ้นส่วนปริศนา

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอบชายฝั่งระหว่างอเมริกาใต้คานตะวันตกและแอฟริกาตะวันตก เป็นที่สงสัยงงววยกันว่าสิ่งที่พบเห็นจะเป็นเพียงการบังเอิญเท่านั้นหรือ ?

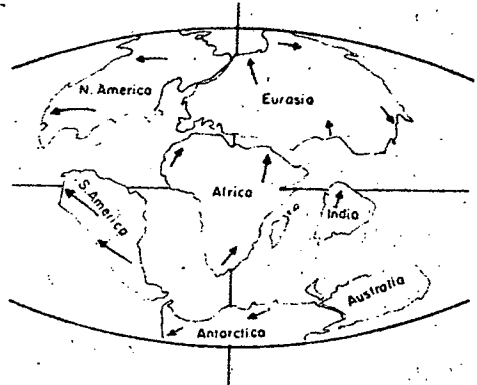
ชิ้นส่วนปริศนา - Jigsaw puzzle คือการเล่นต่อชิ้นส่วน อุปกรณ์การเล่นมีชิ้นส่วนเป็นสิบเป็นร้อยชิ้น ชิ้นส่วนมีรอยหยักรอยโคงเว้าไม่เหมือนกัน แต่สามารถนำเอามาต่อกันได้สนิทหาเล็อกใดชิ้นส่วนที่ถูกตอง ผู้เล่นจะต้องพยายามหาชิ้นส่วนที่ต่อเข้ากับชิ้นส่วนในที่สุดจะต่อกันได้ทั้งหมดเป็นแผนภูมิรูปร่างเป็นรูปภาพที่สวยงาม ส่วนมากเล่นเพื่อฆ่าเวลา

ผู้เริ่มศึกษาในเรื่องนี้คือ Alfred Wegener นักอุตุนิยมศาสตร์ (meteorologist) ชาวเยอรมัน Wegener เป็นผู้ที่มีชื่อเสียงมากในสมัยนั้น เขาเคยร่วมกับพี่ชาย ชื่อ Kurt Wegener บินบอลลูน (Balloon flight) เป็นเวลานานถึง 52 ชั่วโมงครึ่ง ซึ่งเป็นสถิติเวลานั้น เขาเป็นผู้สำรวจกรีนแลนด์ (Greenland) หลายครั้ง ผลการสำรวจที่สำคัญในการสำรวจของเขาได้แก่การค้นพบความหนาของน้ำแข็งที่ปกคลุมกรีนแลนด์นั้นหนาถึง 1800 เมตร ประมาณต้นศตวรรษที่ 20 เขาได้ขอคิดว่าทวีปต่าง ๆ ทั้งหมดครั้งหนึ่งเคยเป็นแผ่นดินผืนเดียวกัน ซึ่งเขาเรียกว่า Pangaea นอกจาก A. Wegener จะคิดว่าทวีปต่าง ๆ แยกแยกมาจากผืนแผ่นดินใหญ่ผืนเดียวกันที่เรียกว่า Pangaea แล้วยังมีคนที่คิดว่าทวีปต่าง ๆ แยกแยกมาจากผืนแผ่นดินใหญ่ 2 ผืนคือผืนหนึ่งอยู่ทางซีกโลกเหนือ (Northern hemisphere) เรียกว่า Laurasia (ตั้งชื่อโดยผสมคำ Larentian และ Eurasia) แยกแยกออกเป็นทวีปอเมริกาเหนือ (North America) กรีนแลนด์ (Greenland) และทวีปยูเรเชีย (Eurasia) ส่วนที่อยู่เหนือเทือกเขาแอลป์ส (Alps) และเทือกเขาหิมาลัย (Himalayas) ส่วนแผ่นดินใหญ่อีกผืนหนึ่ง อยู่ทางซีกโลกใต้ (Southern hemisphere) มีชื่อเรียกว่า Gondwanaland (ตั้งชื่อจากลักษณะชุดหินทางธรณีวิทยา Gondwana Formation) แยกแยกมาเป็นทวีปอเมริกาใต้ (South America) ทวีปแอฟริกา (Africa) อินเดีย (India) ทวีปออสเตรเลีย (Australia) และแอนตาร์กติกา (Antarctica) ระหว่างแผ่นดินใหญ่ทั้งสอง คั่นด้วย Tethys Sea (ตั้งตามชื่อภรรยาของ Oceanus ซึ่งเป็นเจ้าแม่ทะเลในนิยายกรีก) (Kurten, 1969) แผ่นดินใหญ่ทั้งสองเริ่มแตกแยกออกเป็นส่วนของแผ่นดินต่าง ๆ ปัจจุบันแทบปลายยุค Carboniferous แต่เขาไม่รู่ว่าควยเหตุผลใดแผ่นดินใหญ่นี้แตกแยกออกไปจนเป็นผืนแผ่นดินที่เป็นทวีปต่าง ๆ ดังปัจจุบันนี้ (Fig.1) เขามีความคิดว่าทวีปต่าง ๆ เลื่อนลอยออกไปเหมือนแพลอยอยู่บนผิวโลก นี่คือจุดเริ่มต้นของ "ข้อคิดการเลื่อนลอยของทวีป The Concept of Continental Drift" Wegener กล่าวไว้ว่าข้อคิดนี้เกิดขึ้นในใจของเขาย้อนหลังไปเมื่อปี 1910 เมื่อเขาได้สังเกตเห็นความพอดีในการต่อทวีปทั้งสองฝั่งของมหาสมุทรแอตแลนติก (Atlantic Ocean) แต่เขาก็ไม่ได้ให้ความสนใจมาก

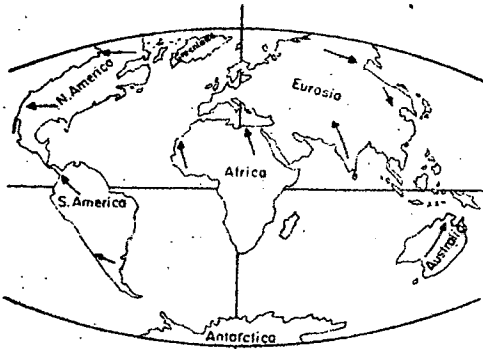
Fig.1



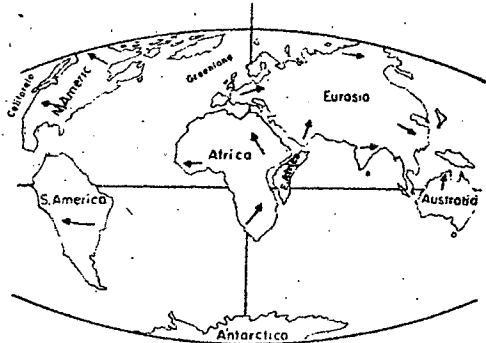
a. 200 ล้านปีก่อน : ทวีปต่างๆมารวมเป็นพื้นแผ่นดินใหญ่ เดิมทีเรียกว่า Pangaea แผ่นดินต่างๆอาจต่อกันอยู่ในลักษณะนี้



b. 65 ล้านปีก่อน : แผ่นดินต่างๆได้แยกออกจากกันโดย การแปรโครงสร้างแบบแผ่น มหาสมุทรต่างๆเกิดขึ้น อินทิยมักัดังเลือนรันท่อกันเอเชีย ออสเตรเลียมั่งติดอยู่ ขั้วโลกใต้



c. ปัจจุบัน : อินเดียได้เชื่อมต่อกันเอเชีย การชนทำให้เกิด เทือกเขาหิมาลัย ออสเตรเลียได้แยก ขั้วโลกใต้ ทวีปต่างๆ เลือนห่างออกไป เกิดพื้นมหาสมุทรใหม่



d. 50 ล้านปีข้างหน้า : ถ้าทวีปเคลื่อนของทวีปยังคงดำเนินต่อไป แคลิฟอร์เนียของสหรัฐฯ และตะวันออกของทวีปอเมริกาจะเลือนห่างออก ออสเตรเลียจะเคลื่อนสู่เหนือมหาสมุทรแอตแลนติกจะกว้างกว่าเดิม

นักเพราะถือว่ามันไม่น่าจะเป็นไปได้ จนปีต่อมา เขาบังเอิญได้อ่านพบรายงานย่อ ๆ เกี่ยวกับหลักฐานทางบรรพชีวิน (Paleontological evidence) ระหว่างบราซิลกับแอฟริกา ชาวังได้เริ่มศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจัง (Wegener, 1966) ในวันที่ 6 มกราคม 1912 เขาได้เสนอความคิดของเขาโดยการแสดงปาฐกถาต่อ The Geological Association in Frankfurt am Main ในหัวข้อ "The Geophysical Basis of the Evolution of the Large - scale Features of the Earth's Crust (Continents and Oceans)" (die Herausbildung der Grossformen der Erdringe (Kontinente und Ozeane) auf geophysikalischer Grundlage")

ในปีเดียวกันนี้ เขาเริ่มเขียนหนังสือเกี่ยวกับเรื่องนี้หนังสือที่เขาเขียนพิมพ์ชื่อ "The Origin of Continents and Oceans" ("Die Entstehung der Kontinente und Ozeane") ซึ่งเขาเขียนเมื่อปี 1915 เป็นหนังสือที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชื่อมต่อกันระหว่างธรณีฟิสิกส์ และธรณีวิทยาก็ภูมิศาสตร์ (geography) ความสัมพันธ์เชื่อมต่อกันนี้ซึ่งสมัยนั้นผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ไม่สามารถจะอธิบายแก้ปัญหาได้

หนังสือเรื่องเดียวกันนี้ได้จัดพิมพ์ขึ้นเป็นครั้งที่ 2 ในปี 1920 พิมพ์ครั้งที่ 3 ในปี 1922 พิมพ์ครั้งที่ 4 ในปี 1929 แต่ละครั้งในการพิมพ์ใหม่เขาได้ปรับปรุงแก้ไขและรวบรวมข้อคิดที่อ่านวิจารณ์และที่ผู้อ่านแสดงความคิดเห็นคัดค้านไว้อย่างดี หนังสือเล่มนี้ได้ถูกแปลออกเป็นภาษาต่างประเทศหลายภาษา เฉพาะฉบับพิมพ์ครั้งที่ 3 (1922) ถูกแปลเป็นภาษาฝรั่งเศสในปี 1924 โดย M. Riechel ชื่อว่า "La gene'se des continents et des oce'ans" แปลเป็นภาษาอังกฤษปีเดียวกันโดย J.G.A. Skerl ชื่อ "The Origin of the Continents and Oceans" ในปีเดียวกันได้แปลเป็นภาษาสเปนโดย Vicent Inglada Ors ชื่อ "La ge' nesis de los continentesy oce' anos" และหนังสือเรื่องเดียวกันนี้ได้แปลเป็นภาษาอิตาลีชื่อ

ทฤษฎีการเคลื่อนลอยของทวีปของ Wegener นี้ได้รับการคัดค้านอย่างกว้างขวาง ข้อคัดค้านที่สำคัญก็คือ ทวีปต่าง ๆ ที่เขาใจว่าเคยเป็นผืนแผ่นดินเดียวกันนั้นจะเคลื่อนลอยไป

ไต่อย่างไรมันแข็งของเปลือกโลก? Wegener อธิบายโดยตั้งสมมุติฐานว่า ชั้นแมนเทิล (mantle)* ของโลกที่รองรับเปลือกโลกนั้นอาจเป็นของหนืด (plastic) โดยธรรมชาติ มากกว่าจะเป็นของแข็ง จะยอมให้แผ่นดินซึ่งแข็งและเบากว่า ประกอบด้วยวัตถุแกรนิต (granitic material) ซึ่งหนักเพียง 4/5 ของความหนาแน่นของแมกซอลท์ (basalt) ของชั้นแมนเทิลลอยตามยถากรรมอย่างช้า ๆ บนผิวแมนเทิลภายใต้อิทธิพลของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifugal force) และแรงดึงดูดน้ำ (tidal pull) ของพระอาทิตย์และพระจันทร์ Wegener ยังได้หาหลักฐานสนับสนุนทฤษฎีของเขาด้วยการอ้างสัตว์และพืชก่อนประวัติศาสตร์ที่พบในทางทวีปก็มีความสัมพันธ์กันเป็นเครื่องชี้ว่าครั้งหนึ่งทวีปต่าง ๆ ติดต่อกันเป็นแผ่นดินใหญ่กับยังได้ยืนยันความจริงที่ประจักษ์แล้วเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงยาวนานของภูมิอากาศ (geoclimate) บนทวีป อธิบายได้โดยสมมุติว่าทวีปต่าง ๆ ได้เลื่อนลอยตามยถากรรมผ่านเขต (zone) ที่มีอากาศแตกต่างกันเป็นเวลาเป็นล้าน ๆ ปีนั้น

เป็นที่น่าเสียดายว่าก่อนที่ Wegener จะหาหลักฐานต่าง ๆ มาสนับสนุนทฤษฎีของเขาได้สมบูรณ์ เมื่อเขาได้ตั้งสมมุติฐานว่าชั้นแมนเทิลเป็นของหนืด ถ้าสมมุติฐานของเขาถูกต้อง เขาคงจะหาหลักฐานสักแห่งหนึ่งพิสูจน์ว่าหินหนักถูกดันตัวขึ้นมาสู่เปลือกโลก เขาหนาวจนแข็งตายเสียก่อนในกรีนแลนด์ระหว่างโครงการสำรวจจากขั้ว (Arctic Expedition) เมื่อเดือนพฤศจิกายน 1930

หลังจากที่ Alfred Wegener นักอุทุนิยมศาสตร์ชาวเยอรมันผู้เป็นคนคิด

*mantle มวลของโลกแบ่งเป็นชั้นใหญ่ ๆ ได้ 3 ชั้น คือ ชั้นเปลือกโลก (earth's crust) ชั้นแมนเทิล (mantle) และแกนแกนใน (core) ชั้นแมนเทิลเป็นชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นเปลือกโลกและแกนแกนใน ระหว่างชั้นเปลือกโลกกับชั้นแมนเทิลค้นคว้า Mohorovicic' discontinuity ซึ่งอยู่ลึกประมาณ 35 กิโลเมตร ใต้แผ่นดินและประมาณ 10 กิโลเมตรลึกลงไปจากพื้นมหาสมุทร ระหว่างชั้นแมนเทิลกับแกนแกนในค้นคว้า Gutenberg discontinuity ซึ่งลึกลงไปจากผิวโลกประมาณ 2,900 กิโลเมตร ชั้นแมนเทิลนี้เชื่อว่าประกอบด้วยวัตถุพวกอูลตราเบสิก (ultrabasic material)

ของทฤษฎีการเคลื่อนลอยของทวีป (Continental Drift) ได้เสียชีวิตในการสำรวจที่กรีนแลนด์เมื่อเดือนพฤศจิกายน 1930 แล้ว เป็นเวลา 20 ปีที่ข้อคิดของเขาได้รับการยืนยันว่าเป็นข้อคิดที่เหลวไหลเป็นไปไม่ได้ จนเมื่อคริสต์ทศวรรษ 1950 นักสมุทรศาสตร์ (Oceanographer) ชาวอเมริกัน Bruce Heezen และผู้ร่วมงานของเขา นางสาว Marie Tharp ได้พบบางสิ่งบางอย่างที่ทำให้ข้อคิดของ Wegener มีชีวิตขึ้นมาขึ้นอีกครั้ง

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 การขาดของสายเคเบิลโทรศัพทข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก (transatlantic - telephone - cable) เป็นข่าวที่ก่อความตื่นเต้นและสงสัยกันทั่วโลก จากการสำรวจตรวจสอบจุดสถานที่สายเคเบิลขาดนั้น Heezen และ Tharp ได้พบว่าตอนที่ขาดนั้นอยู่บริเวณใกล้เคียงกับหุบเขา (Valley) ซึ่งเป็นแนวยาวตามสันเทือกเขาใต้มหาสมุทร Heezen พยายามศึกษาข้อมูลทุกทางที่เขาหาได้ ในไม่ช้าเขาก็ค้นพบหุบเขาแนวยาวตามสันเทือกเขาใต้มหาสมุทรแอตแลนติกนั้นต่อเนื่องข้ามไปยังมหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean) และมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific Ocean) มีความยาวถึง 40,000 ไมล์ หรือ 64,000 กิโลเมตร และในร่องลึกของหุบเขานี้เป็นแนวของการเกิดปฏิกิริยาแผ่นดินไหวเป็นประจำ ในเวลาต่อมา นักสมุทรศาสตร์ชาวอังกฤษ Sir Edward Bullard ได้แล่นเรือรอบโลกโดยตามสันเทือกเขาใต้มหาสมุทร ได้พบว่าอู่นกหมึกในหุบเขาแนวยาวนี้สูงชันปกคลุมอย่างชัดเจนนกว่าอู่นกหมึกในพื้นที่อื่น ๆ

การค้นพบความจริงของนักสมุทรศาสตร์สองชื่อนี้ดูเหมือนจะเป็นหลักฐานที่ Wegener ไม่เคยได้พบ นั่นคือร่องลึกบนเปลือกโลกที่หินหนักบุคขึ้นมา ทำให้เกิดปฏิกิริยาแผ่นดินไหวในขณะที่พื้นทะเลถูกดันออกไปทั้งสองข้าง เป็นการสนับสนุนทฤษฎีการเคลื่อนลอยของทวีปของ Wegener ให้ตื่นตัวขึ้น

ในเวลาต่อมา นักสมุทรธรณีวิทยา (marine geologist) ได้พบสิ่งที่น่าสนใจว่าหินที่เป็นพื้นมหาสมุทรมีอายุอ่อนมาก ไม่ปรากฏว่ามีหินที่มีอายุแก่กว่ายุคครีเตเชียส (cretaceous) ซึ่งเริ่มตอนประมาณ 135 ปีก่อน (Heirtzler, 1968)

ในปี 1960 Henry H. Hess แห่งมหาวิทยาลัยพรินซ์ตัน (Princeton University) ได้พบว่าพื้นมหาสมุทร (Ocean floor) อยู่ในอาการเคลื่อนไหว เขาแนะนำโดยการนำพาของความร้อน (Convection) ชนิดหนึ่งได้ค้นเอาวัตถุเหลว

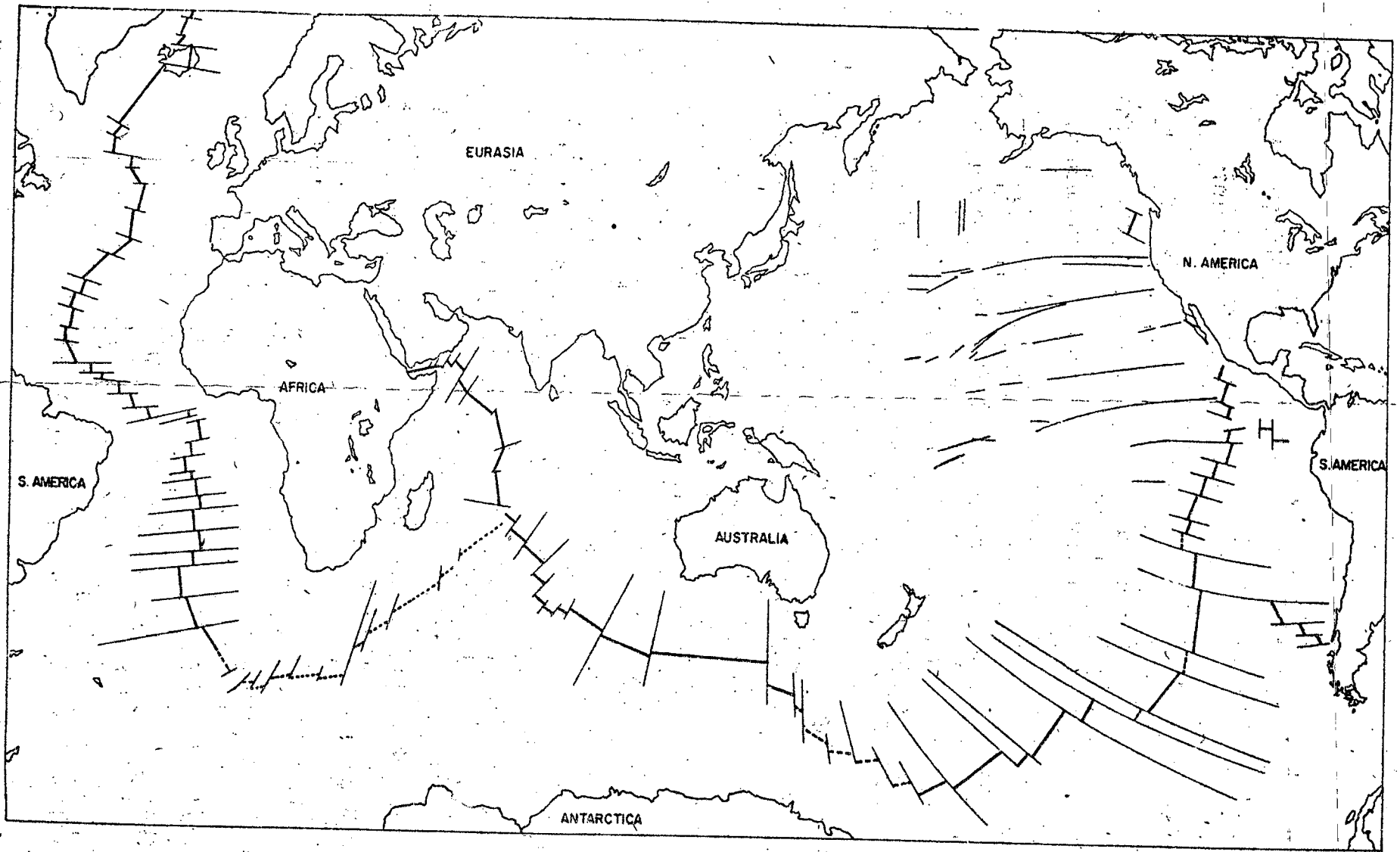


Fig. 2 สันเทือกเขากลางสมุทร (mid oceanic ridges) (แสดงโดยเส้นสีดำหนา) เป็นแนวห้องกัน
 ทั้งสามมหาสมุทร ความยาวทั้งสิ้น ประมาณ 64,000 กิโลเมตร ในมหาสมุทรอินเดียส่วน
 หนึ่งของสันเทือกเขากลางสมุทรนี้ล้ำเลยเข้าไปในทะเลแดง (Red Sea) สันเทือกนี้ถูกตัดให้
 เลื่อมกัน โดยรอยแตกแยก (fracture zone) หรือรอยเลื่อนทวนสัฟฟอร์ม (transform -
 fault) (แสดงโดยเส้นสีดำบาง)

จากส่วนลึกของโลกพุ่งขึ้นตรงแกนของสันเขากลางมหาสมุทร (axis of the mid-oceanic ridge) แล้วแผ่กระจายออกไปสองข้างของสันเขากลางมหาสมุทรข้ามพื้นมหาสมุทร และมุดหายลงไปใ้ร่องลึกบาคาล (trench) ซึ่งอยู่ที่ขอบของทวีป (สมมติฐานนี้ ดูเหมือนจะน่าสนใจสำหรับมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งมีร่องลึกบาคาลเกือบตลอดขอบของทวีปทางตะวันตก แต่ในมหาสมุทรอื่น ๆ ไม่พบว่าเป็นเช่นนั้น)

ในเวลาเดียวกัน Ronald G. Mason, Arthur D. Raff. แห่ง

Victor Vacquier Scripps Institution Oceanography.

ได้ค้นพบว่าพื้นทะเลนอกฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือ มีความเข้มของสนามแม่เหล็ก (magnetic intensity) เป็นแนว ๆ ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน (Raff, 1961) ลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นความเข้มของสนามแม่เหล็กเป็นแนวยาวเหนือใต้ และเกิดความเหลื่อม (off set) ของความเข้มของสนามแม่เหล็กตรงแนวเส้นตรงที่ตรงฉากกับสันเขากลางมหาสมุทร (mid-oceanic ridge) และต่อมาพบว่าแนวความเข้มของสนามแม่เหล็กที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนนั้น สนามแม่เหล็กมีการกลับขั้วกันหลายครั้ง F.J. Vine และ D.H. Matthews แห่งมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ (University of Cambridge) ได้ให้เหตุผลว่า ถ้าหินที่ติดอยู่กับสันเขากลางมหาสมุทร หินหินนั้นจะถูกทำให้เกิดสภาพแม่เหล็ก (magnetized) ไปในทิศทางของสนามแม่เหล็กโลก (earth's magnetic field) ในขณะที่หินหินนั้นเย็นตัวลง ถ้าหินหินที่เย็นแข็งตัวลงใหม่ ๆ ต่อจากนั้นถูกดันออกไปจากสันเขา ทำให้เกิดเป็นหินเป็นแนว โดยมีสนามแม่เหล็ก "ขั้วปกติ" (normal) และ "ขั้วกลับ (reversed)" ขึ้นอยู่กับขั้วของสนามแม่เหล็กโลกในเวลาที่ยหินหินนั้นแข็งตัว จากหลักฐานพิสูจน์แล้วว่าขั้วแม่เหล็กของโลกไม่ได้อยู่คงที่ และมีการเปลี่ยนขั้วบวกและลบตลอดเวลาลาน ๆ ปีที่ผ่านมา ดังนั้นแนวของหิน เหล่านี้มีทั้งบวกและลบสลับกัน

ตลอดเวลา 20 ปีที่ผ่านมา นี้ จากการรวบรวมข้อมูลที่ไ้จากการวัดความลึกของมหาสมุทร (sounding) จากตัวอย่าง (sample) และภาพถ่ายพื้นมหาสมุทร (photograph) จากการวัดการกระจายของความร้อน (heat flow) ซึ่งขึ้นมา

จากภายในโลกโดยการนำพา (convection) หรือโดยการแผ่ความร้อน (radiation) และการวัดสภาพแม่เหล็ก (magnetism) ใ้มีการแปลไขความ (interpret) ใหม่ตามข้อคิดการเลื่อนลอยของทวีป ทำให้ทฤษฎีใหม่สองทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกันคือ การแผ่กระจายของพื้นทะเล (sea - floor spreading) และการแปรโครงสร้างแบบแผ่น (plate tectonics)

ก่อนที่ข้อคิดการเลื่อนลอยของทวีป การแผ่กระจายของพื้นทะเลและการแปรโครงสร้างแบบแผ่นจะเกิดขึ้น นักธรณีวิทยามีความเชื่อว่าเปลือกโลก (earth's crust) อยู่ในสภาพที่มั่นคง (stable) หนุ่ห่อชั้นแมกเคล็ด (mantle) และแกนแกนใน (core) สิ่งที่เกิดการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ในโลกนี้ โดยทั่วไปจะอธิบายโดยทฤษฎีดุลยสมอากาศของเปลือกโลก (isostatic theory) การเคลื่อนไหวแนวที่ความแนวราบ (horizontal) ทางธรณีวิทยาสัก 100 กิโลเมตร ก็เป็นสิ่งที่น่าฉงนงงงววยแล้ว และอธิบายควยเหตุผลไคยาก จากการศึกษาข้อคิดใหม่เรื่องการเลื่อนลอยของทวีป การแผ่กระจายของพื้นทะเล และการแปรโครงสร้างแบบแผ่น ดูเหมือนจะอธิบายไคเหตุผลไคกว่า

ตามความหมายการแปรโครงสร้างแบบแผ่นนั้น เปลือกโลกไคแบ่งออกเป็นแผ่น ๆ (plates) หรือเป็นบล็อก ๆ (blocks) ซึ่งมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 40 กิโลเมตร เปลือกโลกประกอบด้วยแผ่นหรือบล็อก 6 แผ่นใหญ่ ๆ และแผ่นเล็ก ๆ อีกเป็นหลาย ๆ แผ่น (Bullard, 1969) แผ่นเหล่านี้อยู่ในสภาพเคลื่อนที่อยู่บนผิวโลก และการเคลื่อนที่ของแผ่นเหล่านี้เป็นผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา เมื่อแผ่นสองแผ่นเคลื่อนแยกจากกันเกิดรอยแตกแยกกระแหง (fissure) เป็นแนวยาวขึ้นระหว่างแผ่น เรียกว่า ศูนย์กลางการแผ่กระจาย (spreading center) หรือแกนของการแผ่กระจาย (spreading axis) จากรอยแตกกระแหงนี้ หินหนืดที่มีลักษณะเป็นพลาสติกและร้อนจากชั้นแมนเทิลถูกตัวขึ้นมา การถูกตัวขึ้นมาของหินหนืดจากศูนย์กลางของการแผ่กระจายซึ่งเป็นแนวยาวนี้ ทำให้เกิดเป็นสันขึ้น เมื่อแผ่นทั้งสองข้างถูกดันออกไปทำให้เกิดเป็นร่องตรง

กลางเรียกว่า หุบร่องสันเขา (rift valley)*

หินหนืดที่อุกตัวขึ้นมาแต่ละครั้งจะทำให้ เกิดเป็นสันเป็นแนวสะสมกันเรื่อยไป เกิดเป็นเทือกเหมือนเทือกเขาใหญ่ ๆ ในมหาสมุทรทั้งสาม คือ มหาสมุทรแอตแลนติก (Atlantic Ocean) มหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific Ocean) และมหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean) เทือกสันเขายาวใหญ่นี้เรียกโดยทั่วไปว่า แนวสันกลางมหาสมุทร (mid oceanic ridge) ในมหาสมุทรแอตแลนติก เรียกว่าแนวสันกลางแอตแลนติก (Mid Atlantic Ridge) ในมหาสมุทรอินเดียเรียกว่า แนวสันกลางอินเดีย (Mid Indian Ridge)**

*Rift valley: ในศัพท์ภูมิศาสตร์ได้บัญญัติไว้ว่า "หุบเขาทรุก" ลักษณะการเกิดของ rift valley ตามความหมายนี้เกิดขึ้นโดยการทรุกตัวของแผ่นดิน ทำให้เกิดเป็นแนวร่องยาว มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับแอ่งกราเบน (graben) ซึ่งเกิดจากการทรุกตัวของแผ่นดินเช่นกัน แต่ rift valley ในมหาสมุทรในข้อเขียนนี้ ไม่ได้เกิดจากการทรุกตัวของแผ่นดินแต่เกิดจากการเลื่อนตัวออกไปของแผ่นทั้งสองข้าง ทำให้เกิดเป็นร่อง ผู้เขียนจึงบัญญัติศัพท์ไว้กับ rift valley, ในมหาสมุทรนี้ว่า "หุบร่องสันเขา"

**Mid Indian Ridge บางแห่งก็ใช้คำว่า Mid Oceanic Ridge แทน เช่นในแผนที่พื้นมหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean Floor Map) ซึ่งจัดทำโดย National Geographic Society. 1967 โดยอาศัยการศึกษาทะเลลึก (athymetric studies) ของ B.C. Heezen และ M. Tharp แห่ง Lamont Geological Observatory ได้ใช้คำว่า Mid Oceanic Ridge ส่วนคำว่า Mid Indian Ridge ผู้เขียนได้พบในข้อเขียนของ John Spiecher ผู้เขียนชอบคำว่า Mid Indian Ridge มากกว่าเพราะเจาะจงคำว่าแนวสันที่อยู่กลางมหาสมุทรอินเดีย

ส่วนในมหาสมุทรแปซิฟิกนั้น แนวสันมหาสมุทรไม่ได้อยู่กลางมหาสมุทรดังกล่าวแล้วทั้งสอง แต่คอนมาทางตะวันออกจนเกือบชิดขอบทวีป และแกนการแผ่กระจายบางครั้งก็ยังออกไปบนทวีป (แผ่นดิน) ซักซานแซนดีโก (San Diego) และลอสแอนเจลิส (Los Angeles) ในรัฐแคลิฟอร์เนีย (California) ของสหรัฐอเมริกาจึงมีชื่อเรียกว่า แนวสันแปซิฟิกตะวันออก (East Pacific Ridge)* ซึ่งไม่ได้หมายความวาในมหาสมุทรแปซิฟิก มีแนวสันมหาสมุทรหลายแนว แนวสันในมหาสมุทรทั้งสามนี้ต่อเนื่องกันเป็นแนวยาวจากมหาสมุทรแอตแลนติกอ้อมผ่านนอกฝั่งทางใต้ของทวีปอาฟริกาเข้าไปในมหาสมุทรอินเดีย จากมหาสมุทรอินเดียอ้อมทางใต้ของทวีปออสเตรเลียเข้าไปในมหาสมุทรแปซิฟิก รวมความยาวทั้งสิ้นกว่า 4,000 ไมล์ (ดู ภาพประกอบ)

เมื่อหินที่เปลือกชั้นตัว เข้าตามแกนการแผ่กระจายแล้วจะแข็งตัว ต่อมาหินหนักจะถูกดันตัวขึ้นมาอีก ค้นเอาหินที่แข็งตัวแล้วออกไปทั้งสองข้างให้เคลื่อนออกไปเป็นลักษณะการเคลื่อนตัวที่แห้ง ขอบของแผ่นที่อยู่ติดกับแกนของการแผ่กระจายเรียกว่าขอบหลัง (trailing edge) จะคันแผ่นเคลื่อนไป ขอบอีกด้านหนึ่งซึ่งอยู่ตรงข้ามไกลออกไปเรียกว่า ขอบหน้า (leading edge) ก็ถูกดันไปชนกับขอบอื่น (

แนวสันในมหาสมุทร เหล่านี้ไม่เหมือนกับเทือกเขาที่เกิดขึ้นบนแผ่นดิน เหมือนกับเทือกเขาแอลป์ส (Alps) หรือเทือกเขาร็อกกีส์ (Rockies) ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบขึ้นด้วยการทับตัวขึ้นของหินตะกอน (sediments) แต่เทือกแนวสันที่เกิดในพื้นที่ทะเลนี้เกิดขึ้นด้วยหินอัคนี (igneous rocks) คือ แบซอลท์ (basalt) ซึ่งถูกดันตัวขึ้นมาจากภายในโลก และเทือกเขาใต้สมุทรนี้มีลักษณะเรียบเหมือนเทือกเขามบนแผ่นดิน แต่มิใช่อะไหล่บมนสันเขาหรือหุบร่องลึก (rift valley) เป็นตอน ๆ เห็นได้ชัด

* บางแห่งใช้คำว่า Mid Oceanic Rise ทั้งนี้เพราะสันที่เกิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเป็นแนวเทือกที่ไม่ค่อยสูงชันเหมือนแนวสันมหาสมุทรแอตแลนติกหรือมหาสมุทรอินเดีย จึงมีผู้ใช้คำว่า rise ซึ่งมีความหมายแค่เพียงว่าลาดสูงขึ้น มีความหมายเช่นคำว่า rise ใน continental rise เป็นต้น John Spiecher ก็ใช้คำ East Pacific Rise แต่ผู้เขียนชอบคำว่า ridge มากกว่าเพราะถึงแนวจะสูงหรือต่ำจะปรากฏชัดเจนน้อยกว่ากันแต่ไหนก็ตามก็เกิดโดยหลักการเดียวกัน

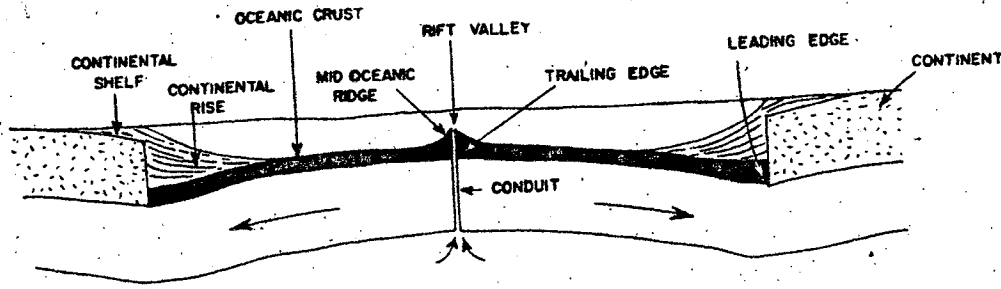


Fig. 3 หินหนืด (molten rock) ตกดันขึ้นมาตามร่องเปิด (conduit) ไปสู่หุบร่องสันเขา (rift valley) แล้วไหลออกสองข้าง ทำให้เกิดเป็นสัน (ridge) รidges เดียวกับหินหนืดจะดันแผ่นหรือบล็อก (plate or block) เลื่อนออกไป ขอบของแผ่นหรือบล็อกที่ชิดกันทางฝั่งร่องหินหนืดเรียกว่า ขอบหลัง (trailing edge) ขอบอีกด้านหนึ่งซึ่งอยู่ไกลออกไป เรียกว่า ขอบหน้า (leading edge)

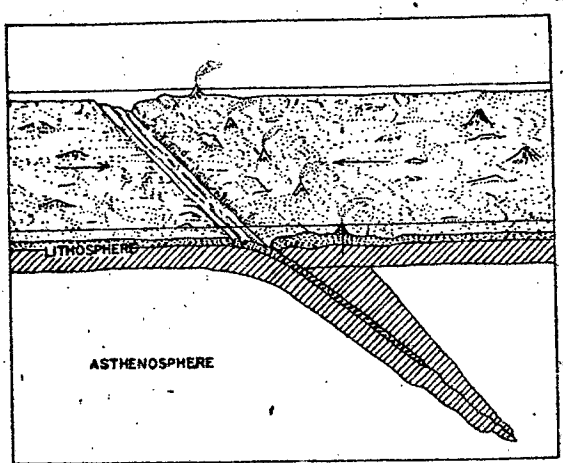


Fig. 4 การเกิดของร่องลึกขนาด (trench) เมื่ออัตราเคลื่อนของแผ่น (plate) ทั้งสองชนกันแล้วมากกว่า 6 เซนติเมตร ต่อปี แผ่นหนึ่งจะมุดลงใต้อีกแผ่นหนึ่ง ทำให้เกิดร่องลึกขนาดทะเล, ภูเขาไฟ และ ร่องลึก (deep)

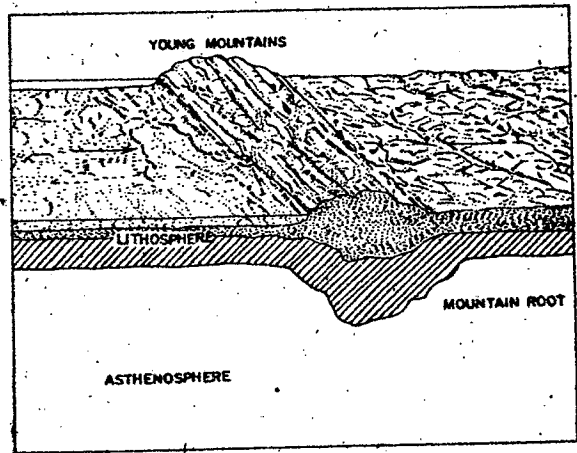


Fig. 5 การเกิดเทือกเขา (mountain range) เมื่ออัตราเคลื่อนของแผ่น (plate) ทั้งสองชนกันแล้วน้อยกว่า 6 เซนติเมตรต่อปี แผ่นทั้งสองจะดันกันขึ้นเป็นเทือกเขา ส่วนหนึ่งจะดันลงไปกับแผ่นฐาน (root) ของเทือกเขา

รอยเลื่อนนี้เรียกว่ารอยแตกแยก (fracture zone) หรือรอยเลื่อนทรานส์ฟอร์ม (transform fault) รอยแตกแยกหรือรอยเลื่อนอันใหญ่ ๆ ก็จะมีชื่อเฉพาะเรียก ภาย เช่น Romanche Fracture Zone ในเทือกเขาสันกลางแอตแลนติก (Mid Atlantic Ridge), Rodrigues, Fracture Zone ในเทือกสันกลางอินเดีย (Mid Indian Ridge) และ Mendocino Fracture Zone ในเทือกสันแปซิฟิกตะวันออก (East Pacific Ridge) เป็นต้น

เมื่อหินหนืดที่ดันขึ้นมาได้เบียดเอาแผ่นที่อยู่สองข้างเลื่อนออกไป โดยเฉลี่ย ประมาณ 10 เซนติเมตรทุกปี (Menard, 1969) อัตราการเลื่อนของแผ่นเหล่านี้จะผันแปรไม่เท่ากัน ดังนั้นการแผ่กระจายที่รวดเร็วจะทำให้เกิดสันในทะเลที่มีระดับสูงและกว้าง มีความลาดเอียง (slope) คำ แผ่นเป็นรูปนูน (convex) เช่นในมหาสมุทรแปซิฟิก ส่วนในมหาสมุทรแอตแลนติก สันมีลักษณะการลาดเอียงชัน เป็นรูปเว้า (concave) เกิดเนื่องจากการแผ่กระจายมีอัตราการเลื่อนช้านั่นเอง

อัตราการเลื่อนของแผ่นยังมีความสำคัญต่อปรากฏการณ์ในโลก ที่ซึ่งขอบนำของแผ่นถูกเลื่อนไปชนกับแผ่นหนึ่ง กวญอัตราเร็วจะทำให้เกิดเป็นร่องลึกบาดาล (trench) ตรงบริเวณขอบที่ชนกัน เพราะเมื่อรวมอัตราการเลื่อนของแผ่นทั้งสองรวมกันเกินกว่า 6 เซนติเมตรทุกปี (Menard, 1969) แผ่นทั้งสอง แผ่นใดแผ่นหนึ่งไม่สามารถจะรับเอาแรงกระทบ (absorption of impact) โดยการค้ำอ้าวขึ้น (buckle up) แต่ขอบของแผ่นหนึ่งซึ่งเป็นเปลือกแข็ง (crust) นั้นจะมุดตัวลงไปที่ขอบของอีกแผ่นหนึ่ง และถูกทำลายการเป็นหินหนืดอีกครั้งในชั้น แอซโทสเฟียร์ (asthenosphere*) ซึ่งเป็นชั้นที่ร้อนอยู่ขาลง การชนกระทบ (impaction) ทำให้เกิดภูเขาไฟ เกิดเกาะและเกิดร่องลึก (deep) เช่น Tonga Trench เป็นต้น นอกจากนี้ยังเกิดรอยแตก (cracks) โดยการคองของแผ่นเป็นแนวขนานกับร่องลึก

*Asthanosphere เป็นชั้นที่อยู่ลึกลงไปจากผิวโลกเป็นสิบลี้ ๆ กิโลเมตร ไม่สามารถหาความหนาที่แน่นอนได้ เป็นชั้นของความไม่มั่นคง (weakness) ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวโดยการปรับตัวแบบคูดยเสมอภาคของเปลือกโลก (isostatic adjustments) ตามความคิดเดิม

มหาดลกาย

เมื่ออัตราเลื่อนของแผ่นทั้งสองรวมกันแล้วต่ำกว่า 6 เซนติเมตรต่อปี (Menard, 1969) แทนที่ขอบของแผ่นโคแผ่นหนึ่งจะถูกทำลายไปในชั้นของแอสซีโนสเฟียร์ ขอบของแผ่นทั้งสองจะชนกันแล้วกันตัวขึ้นทำให้เกิดเทือกเขาใหญ่ขึ้นใหม่ เทือกเขานี้จะประกบขึ้นควยวัตถุเปลือกโลก (crustal material) ซึ่งทับกันขึ้น (fold upward) ภายใต้อการบีบกดซึ่งเกิดจากการเลื่อนของแผ่นทั้งสอง ในขณะที่เดียวกันมา ส่วนของขอบแผ่นก็จะถูกบีบอัดลงไป เกิดเป็นรากฐาน (Mountain root) ของเทือกเขานี้ เทือกเขาที่เกิดขึ้นโดยขบวนการนี้จะสังเกตเห็นได้ เพราะมันจะมีเชิร์ตนอคคูล (Chertnodule) และวัตถุอื่น ๆ ซึ่งเป็นวัตถุที่เกิดเฉพาะในพื้นที่เลี้ยวอย่างเช่นเทือกเขาหิมาลัย เกิดขึ้นโดยการชนกระทบของแผ่นที่แตกมาจาก Gondwanaland (คือพื้นแผ่นดินประเทศอินเดียปัจจุบัน) และแผ่นดินใหญ่ของ Laurasia เป็นต้น

รายละเอียดปลีกย่อยของส่วนต่าง ๆ ที่สนับสนุนทฤษฎีเหล่านี้ การศึกษาหาแรงและแกนของการแผ่กระจาย (pole of spreading) สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว (earth quake) เป็นประจำบริเวณศูนย์กลางหรือแกนของการแผ่กระจาย (center or axis of spreading) การเกิดของแนวแตกแยก (fracture zone or transform fault) การวัดแนวแม่เหล็ก (Magnetic pattern) การเกิดและระเบิดของภูเขาไฟใต้น้ำ (undersea eruption) และอื่น ๆ อีกมากนั้นไม่ได้อธิบายไว้ในที่นี้ ผู้เขียนมีเจตนาที่จะเล่าประวัติความเป็นมาของทฤษฎีเหล่านี้และความหมายของทฤษฎีเหล่านี้กับขบวนการต่าง ๆ และหลักใหญ่ ๆ ของทฤษฎีเหล่านี้ เพื่อผู้สนใจจะได้มีแนวในการค้นคว้าศึกษาต่อเอง ขณะนี้ทฤษฎีเหล่านี้ได้รับความสนใจและเชื่อถือกันมาก มีข้อเขียนใหม่ ๆ ออกมาอยู่ตลอดเวลา โดยมีนักวิทยาศาสตร์ใต้น้ำทฤษฎีเหล่านี้ไปประยุกต์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโลก การอธิบายโดยทฤษฎีเหล่านี้บางอย่างก็เป็นการอธิบายที่ลบล้างทฤษฎีเก่า ๆ อย่างสิ้นเชิง เช่น การอธิบายการเกิดธรณีแอ่งตัว (geosyncline) และภูเขา (mountion) ของ Robert S. Dietz ในข้อคิดเห็นว่าการเกิดของธรณีแอ่งตัวตามขอบของทวีปเกิดจากทฤษฎีการแปรโครงสร้างแบบ

แขน (plate tectonic) M.F.Ridd ไคเสนอข้อคิดใหม่ว่าแผ่นดินของเอเชีย
 ตะวันออกเฉียงใต้ (South-East Asia) ครึ่งหนึ่งไคเคยเป็นส่วนหนึ่งของแผ่น
 ดินใหญ่ Gondwanaland นั่นคือ แผ่นดินประเทศไทยครึ่งหนึ่งเคยอยู่เป็นดินแดนส่วนหนึ่ง
 ในทวีปใหญ่เดียวกับทวีปออสเตรเลียและอินเดียนั้นเอง ซึ่งแต่ไหนแต่ไรมาเป็นที่ยอมรับ
 กันว่า แผ่นดินส่วนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นส่วนหนึ่งของมหาทวีป Eurasia เป็น
 คั้งหนึ่ง ซึ่งมีอยู่ตั้งแต่เริ่มไคเคียงกับตำแหน่งเกี่ยวกับปัจจุบันมาเป็นเวลายาวนานนับพันล้านปี
 โลก และยังมีข้อคิดใหม่ ๆ อีกมากมายปรากฏออกมาตลอดเวลาน่าที่จะติดตามศึกษา
 ความก้าวหน้าของทฤษฎีเหล่านี้ต่อไป

ข้อคิดบางประการ ในการออกไปพักผ่อนในแหล่งธรรมชาติ
--

ประเทือง มหารักษ์กะ

ภาควิชาภูมิศาสตร์

มศว.ประสานมิตร

ในสังคมปัจจุบัน การพักผ่อนหย่อนใจกลายเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งในชีวิต เรามักพูดกันเสมอว่าผู้คนในภาคอนกริต ประสบแต่ความเคร่งเครียดต่าง ๆ อยู่เป็นประจำ จึงต้องหนีไปพึ่งธรรมชาติเพื่อผ่อนคลายภาวะที่เครียดกันนั้น ๆ การหนีไปหาธรรมชาตินับเป็นวิธีที่วิธีหนึ่ง ที่จะช่วยปลดปล่อยเราให้หนีไปจากภาวะความเคร่งเครียดในชีวิต แล้วยังทำให้พลังกำลังที่สูญเสียไปกลับคืนมา ซึ่งจะช่วยให้ยืนหยัดต่อสู้กับความเคร่งเครียดต่าง ๆ ในชีวิตต่อไปได้ใหม่ อาจพูดได้ว่า ธรรมชาติทำหน้าที่เป็นหมอช่วยเยียวยาแก้ความเหนื่อยล้าทั้งทางร่างกายและจิตใจให้แก่เรา ความจริงแล้ว ความรู้ความเข้าใจถึงความสำคัญของธรรมชาติในลักษณะดังกล่าวนี้ ไม่ใช่ของใหม่ คนโบราณทราบซึ่งถึงคุณค่าของธรรมชาติมาแล้วเป็นอย่างดี หลักฐานต่าง ๆ มีปรากฏอยู่หลายแห่ง ที่แสดงว่าคนโบราณรู้คุณค่าของธรรมชาติมานานแล้ว ดังเช่นเรื่องในนิยายกรีกโบราณเรื่องหนึ่ง กล่าวถึงคฤศนุสของ เฮอริคิวลิส ผู้มีชื่อว่า แอนทีออส ศัตรูของ เฮอริคิวลิสผู้นั้น เป็นโอรสของพระแมธรณี ดังนั้น ทุกครั้งที่แอนทีออสเสียที่ล้มลงไปจนตัวล้มผัสกับพื้นดินหรือแมธรณี แอนทีออสต้องไต่พลังกำลังกลับคืนมา ปรากฏว่าแอนทีออสสามารถยืนหยัดต่อสู้กับ เฮอริคิวลิสผู้นั้น เป็นเจ้าแห่งกำลังอยู่ได้ครั้งแล้วครั้งเล่า ตราบจนเฮอริคิวลิสล่วงรู้ความลับสำคัญชนั้น แล้วจัดการไม่ให้ตัวของแอนทีออสสัมผัสกับพื้นดินได้ ต้องพ่ายแพ้ไปในที่สุด จากนิยายเก่าแก่เรื่องนี้ซึ่งชี้ให้เห็นความสำคัญของธรรมชาติด้านหนึ่ง กับจากการที่แหล่งธรรมชาติดึงดูดให้เราออกไปหากัน เสมอในทุกวันนี้อีกด้านหนึ่ง เป็นเครื่องยืนยันว่าธรรมชาติคือสิ่งที่มีค่าต่อชีวิตมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน

แหล่งธรรมชาติที่ให้ประโยชน์ทางการพักผ่อนหย่อนใจมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ด้วยเหตุนี้เราจึงมีโอกาสเลือกชนิดที่เหมาะสมตรงต่อความต้องการได้ ซึ่งมีตั้งแต่ป่าเขาลำเนาไพรที่พื้นดินจรดไปถึงแหล่งต่าง ๆ ตามพื้นน้ำ อันได้แก่ แม่น้ำลำธาร หนองบึง ทะเลสาบ ตลอดจนทะเลและมหาสมุทร แหล่งธรรมชาติเหล่านี้มีความ

สำคัญต่อชีวิตมนุษย์ทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ดี ในการออกไปพักผ่อนตามแหล่งธรรมชาติ
 ใ้ชาวผู้มุ่งแสวงหาความสุขสงบจะสมหวังเสมอไป เขาอาจไม่ได้พักผ่อนหย่อนใจจริงๆ
 เพราะอุปสรรคต่าง ๆ ที่ขัดขวางไม่ให้สมปรารถนาอาจเกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะถ้าไป
 กันเป็นคณะใหญ่ ๆ จำนวนคนมากด้วยแล้ว ผู้ต้องการการพักผ่อนอาจไม่ได้ความสดชื่น
 เบิกบานตามที่หวังไว้ก็ได้ เพราะเขาลักษณะของคนมากเรื่อง แต่เขาก็เห็นว่าไม่ใช่
 ปัญหาใหญ่เสียทีเดียว ปัญหาสำคัญจริง ๆ มักเกิดจากความบกพร่องของการจัดการ โดย
 หัวไปแล้วผู้จัดการท่องเที่ยวคำนึงถึงความสนุกสนานของคณะเป็นสำคัญ ส่วนความสะดวก
 สบายเป็นความสำคัญอันดับรองและโดยเฉพาะ อาจละเลยเรื่องที่ต้องคำนึงถึงเป็นพิเศษ
 นั่นคือ เรื่องความปลอดภัย หากเกิดการละเลยในเรื่องนี้แล้ว ถ้าการท่องเที่ยวครั้ง
 นั้นไม่ต้องหยุดขงกกลางคัน หรือถ้าไม่อันตรายใด ๆ เกิดขึ้นกับทุกคน ก็ต้องนับ
 ว่าเป็นโชคคืออย่างยิ่ง ชาวการสูญเสียครั้งสำคัญ ๆ ในสังคมที่เราได้ยินมักเป็นชาว เพราะที่
 กรรมของคณะท่องเที่ยว ดังนั้นความมุ่งหมายของการเดินทางไปสู่แหล่งธรรมชาติ เพื่อ
 ให้ธรรมชาติช่วยเยียวยาแก้อาการเหน็ดเหนื่อยจากกลายเป็นหมั่นไป หรือที่ร้ายกว่านั้น
 ผู้ออกไปพักผ่อนอาจต้องรับเอาความเศร้า ความสลดหดหู่กลับมาแทนก็ได้ ดังตัวอย่าง
 จากการนำเที่ยวเกาะตารูเตาครั้งแรก ๆ เกาะตารูเตา รวมทั้งเกาะอาดังและเกาะ
 ราวี จัดเป็นอุทยานแห่งชาติทางทะเลแห่งแรกของไทยเรา จึงเป็นแหล่งที่ควรจะให้
 ทั้งความรู้และความสงบร่มเย็นแก่ผู้ได้พบเห็น แต่คณะท่องเที่ยวประสูติเหตุขณะ
 เดินทาง ถึงขนาดที่สมาชิกในคณะต้องเสียชีวิตลงเนื่องจากเรือพลิกคว่ำในทะเล ทำให้
 การท่องเที่ยวครั้งนั้นกลายเป็นพิษเป็นภัยแก่ชีวิตและความทรงจำ อุบัติเหตุในลักษณะนี้
 อาจเกิดขึ้นได้แม้แต่ในการล่องเรือในลำน้ำลาคลอง เราเชื่อกันว่าพื้่นน้ำชนจกเล็ก ๆ
 นี้ไม่น่าจะทำให้เกิดอุบัติเหตุถึงชีวิต แต่ก็ได้เกิดขึ้นแล้วหลายครั้งหลายหน เหตุการณ์
 นำเศร้าสลดอย่างนี้ควรหลีกเลี่ยงให้ได้ เพราะเป็นเรื่องที่เกิดจากความประมาท จึง
 ไม่น่าให้อภัย ส่วนใหญ่แล้วเหตุร้ายมักเกิดจากความหุลหวม โดยยอมให้มีการ
 บรรทุกผู้โดยสารในเรือจนน้ำหนักมากเกินไปจนชืดปลอดภัยบ้าง หรือมีสาเหตุจากความไม่
 รอบคอบบ้าง ไม่จัดเตรียมเครื่องชูชีพไว้ให้พอเพียงจำนวนคน จึงเป็นเหตุให้มีการสูญเสีย
 ทรัพย์สินภรรยาอันมีค่ายิ่งลงไป สำหรับการเดินทางทางบก ก็ไม่พ้นไปจากเหตุการณ์

ร้าย ๆ ท่านองนี้ได้ อันตรายมักเกิดจากการขับรถอย่างประมาท โดยที่ผู้ขับขี่ไม่ยอม
 เคารพกฎเกณฑ์ทาง ๆ เช่น ขับด้วยความเร็วสูง หรือวิ่งกินทางจนไปชนกับรถที่วิ่งสวน
 มา เป็นต้น เหตุการณ์ท่านองนี้เกิดขึ้นเป็นประจำ ดังนั้นผู้ออกไปแสวงหาความร
 วมเป็นจากรวมชาติ อาจต้องพบเห็น หรือเสี่ยงภัย เหล่านี้ก่อนที่จะถึงจุดหมายปลายทาง
 การออกไปสู่แหล่งรวมชาติเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจก็ต้องเป็นหมั่นไปเพราะเหตุดังกล่าว
 อย่างไม่ก็ติในการท่องเที่ยวแต่ละครั้ง ถ้าได้มีการจัดดำเนินการอย่างถูกต้องแล้ว
 ความไม่เข้าใจต่าง ๆ ในขั้นต้นจะต้องไม่เกิดขึ้น ส่วนในขั้นสุดท้าย ถ้าผู้แสวงหา
 ความสุขจากรวมชาติไปถึงปลายทางด้วยความปลอดภัยก็อาจประสบปัญหาที่ปลายทาง
 ได้อีกเหมือนกัน อันตรายที่ปลายทางมักเกิดจากความไม่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ หรือเกิดจาก
 การขาดประสบการณ์ หรือจากความไม่ระเบียบวินัยของบรรดาผู้ที่เข้าไปแสวงหา
 ประโยชน์จากรวมชาติ เพราะไม่ประพฤติปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ ความ
 บกพร่องดังกล่าวนี้ ย่อมทำให้เกิดผลเสียทั้งต่อตนเอง และต่อส่วนรวม

ทุกวันนี้ ปรากฏว่าอุทยานแห่งชาติเป็นแหล่งรวมชาติที่ดึงดูดพวกเราชาวป้า
 คอนกรีตทั้งหลายให้เข้าไปหา ซึ่งน่าจะแปลว่าภาวะความตึงเครียดในชีวิตผลักดันเรา
 ออกไปเพื่อให้ธรรมชาติช่วยผ่อนคลาย เมื่อแหล่งรวมชาติเป็นสิ่งจำเป็นแกชีวิต ทุกคน
 ควรได้รับประโยชน์ และควรได้ต่อเนื่องกันไปโดยไม่มี การขาดตอนด้วย จากข้อเท็จจริง
 ดังกล่าวจึงเป็นการสมควรที่จะได้ทราบถึงระเบียบกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของสถานที่ไว้ เพื่อ
 ให้เราได้ทำแต่สิ่งที่ดีถูกต้องจึงาม เป็นการช่วยทั้งตนเองและส่วนรวมไปด้วยในตัว

อุทยานแห่งชาติที่มีความมาก และเป็นสมบัติของส่วนรวม การที่พวกเราแต่ละคน
 จะช่วยกันรักษาทรัพยากรที่มีความสำคัญนี้ให้คงอยู่ได้ และอยู่ในสภาพที่อุดมสมบูรณ์จริง ๆ
 ก็เป็นอุทยานแห่งชาติตามคตินี้ของสากลนั้น เป็นเรื่องที่เราทุกคนต้องร่วมมือกัน ดังนั้นจึง
 ควรศึกษาให้ทราบหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว แหล่งความรู้ที่ควรหันไปพึ่งก็คือ พระราช
 บัญญัติอุทยานแห่งชาติ พระราชบัญญัติฉบับนี้ ประกาศใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 ข้อกฎหมาย
 ของพระราชบัญญัติฉบับนี้ ได้กำหนดขึ้นตามจุดหมายที่จะ ป้องกัน, อนุบาล, และรักษา
 สภาพธรรมชาติเอาไว้ไม่ให้ถูกทำลาย หรือเปลี่ยนแปลงไป หรือถูกใช้ไปในทางที่ผิด ตามหลัก
 ของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ถือว่าการจัดอุทยานแห่งชาติ เป็นมาตรการสำคัญที่จะช่วย
 ให้เราได้อนุรักษ์ทรัพยากรนานาชนิดไปด้วยในตัว ทรัพยากรเหล่านี้ได้แก่ ต้นน้ำลำธาร,

ที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า, แหล่งดินที่อุดมสมบูรณ์ ป่าไม้ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิด และทิวทัศน์ที่สวยงามอันเป็นที่ดึงดูดใจแก่ผู้พบเห็น กล่าวได้ว่า ถ้ามีการจัดดำเนินการอุทยานแห่งชาติแล้ว เป็นที่แน่นอนว่าทรัพยากรสำคัญ คือ ดิน, น้ำ, ป่าไม้ สัตว์ป่า, และแร่ธาตุ จะพลอยได้รับการอนุรักษ์ไปด้วย

ต่อไปนี้เป็นกฎเกณฑ์สำคัญ ๆ ที่มีอยู่ในพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ แต่เพื่อให้อ่านเข้าใจง่าย จึงจัดรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ดังนี้

1. เขตใดที่ได้ประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติแล้ว ห้ามมิให้กระทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
 - ก. ห้ามยึดถือ หรือครอบครองที่ดิน ห้ามโค่นป่า, แผ้วถางป่า หรือเผาป่า
 - ข. สิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ ไม้, ยางไม้, น้ำมันยาง, น้ำมันสน ตลอดจนรังแะ หรือ ทรัพยากรอื่น ๆ ห้ามเก็บหา นำออกไป ทำให้เป็นอันตราย หรือทำให้เสื่อมสภาพ
 - ค. ห้ามนำสัตว์ออกจากเขตอุทยานแห่งชาติ ตลอดจนห้ามทำให้สัตว์เป็นอันตราย
 - ง. ห้ามทำให้ดิน หิน กรวด หวาย เป็นอันตราย หรือเสื่อมสภาพ
 - จ. ห้ามเปลี่ยนแปลงทางน้ำ หรือทำให้น้ำในลำน้ำ ลำห้วย หนอง บึง เหล่านี้เกิดการท่วมท้น หรือเหือดแห้ง
 - ถ้ามีการฝ่าฝืนข้อห้ามต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วนี้ ผู้กระทำความผิดจะต้องถูกลงโทษ ปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือจำคุกไม่เกินห้าปี หรือทั้งปรับทั้งจำ
2. ในเขตอุทยานแห่งชาติ ห้ามกระทำการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - ก. ห้ามปิดทางน้ำ หรือกีดขวางทางน้ำ หรือ ทางบก
 - ข. ห้ามทำให้หลักเขต ป้าย หรือเครื่องหมายอื่น ๆ เคลื่อนที่ หรือทำให้ลบเลือน หรือทำให้เสียหาย หรือไร้ประโยชน์



- ก. ห้ามเก็บหา หรือนำออกไป หรือทำให้เป็นอันตราย หรือเสื่อมสภาพต่อ
ถาวรไม้, น้ำผึ้ง, กล้วย, ถ่านไม้, เปลือกไม้, หรือผลกลางคว
- ง. หามนำยานพาหนะ เขาออก หรือขับขี่ในเส้นทางที่ไม่ได้จัดไว้เพื่อ
การขับขี่
- จ. หามนำอากาศยานขึ้นลง ในที่ที่มีได้จัดไว้เพื่อการขึ้น
- ฉ. หามนำ หรือปล่อยปลูสัตว์เข้าไป

— ในหมวดที่ 2 นี้ ผู้ฝ่าฝืนจะถูกลงโทษปรับไม่เกินหนึ่งพันบาท
หรือจำคุกไม่เกินหนึ่งเดือน หรือทั้งปรับทั้งจำ

3. ห้ามกระทำการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ก. ห้ามเก็บ หรือทำอันตรายแก่ดอกไม้ ใบไม้ ผลไม้
- ข. หามนำสัตว์เลี้ยงหรือสัตว์พาหนะ เข้าในเขตอุทยานแห่งชาติ
- ค. ห้ามเข้าไปดำเนินกิจการ เพื่อหาผลประโยชน์
- ง. ห้ามปิดประกาศโฆษณา หรือขีดเขียน
- จ. หามนำ เครื่องมือล่าสัตว์ จับสัตว์ หรือนำอาวุธ เข้าไปในเขตอุทยาน
แห่งชาติ
- ฉ. ห้ามยิงปืน จุดประทัด จุดดอกไม้เพลิง
- ช. ห้ามทิ้งขยะมูลฝอยในที่ที่ไม่ได้จัดให้
- ซ. ห้ามทิ้งสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิง
- ญ. ห้ามส่งเสียงอันน่ารำคาญ หรือทำสิ่งอันใดซึ่งรบกวน หรือก่อความเดือด
ร้อนรำคาญแก่คนและสัตว์

— ผู้กระทำความผิด ฝ่าฝืนข้อห้ามในหมวด 3 นี้ มีความผิดปรับไม่
เกินห้าร้อยบาท

สำหรับอุทยานแห่งชาติสำคัญ ๆ ที่มีจุดเด่น น่าจะเป็นแหล่งดึงดูดประชาชน
ให้ไปเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจกันมาก ๆ มีดังต่อไปนี้

1. อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติแห่งนี้ครอบคลุมเนื้อที่ถึง
2,085 ตารางกิโลเมตร ทิศเหนืออยู่ในเขตอำเภอปากช่อง นครราชสีมา ทิศตะวันออก
ออกอยู่ในเขตอำเภอปากช่องของส่วนหนึ่ง และอำเภอภมรินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี อีกส่วนหนึ่ง

ทิศใต้ อยู่ในจังหวัดนครนายก ส่วนทิศตะวันออกอยู่ในเขตอำเภอแก่งคอย, สระบุรี

ภูมิประเทศเป็น เทือกเขาสลับซับซ้อน สูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง

250-1800 เมตร เว้นแต่ทางตะวันออกเป็นที่ราบและลูกเนิน ในเขตอุทยานแห่งชาติ
นี้มีน้ำตกกระจายอยู่มากมายหลายแห่ง เช่น น้ำตกกองแก้ว น้ำตกผาค้วยไม้
น้ำตกเหวสุวัต น้ำตกเหวไทร น้ำตกเหวประทุน น้ำตกนางรอง น้ำตกสาริกา
น้ำตกแม่ปล่อง น้ำตกเหวนรก น้ำตกวังเหว เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีน้ำตกขนาดเล็ก
อีกมากมายหลายแห่ง บางแห่งจะมีน้ำไหลแรงเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้น แหล่งเหล่านี้
มีความงามแตกต่างกันไป นอกจากน้ำตกที่มีอยู่มากมายแล้ว ในเขตอุทยานแห่งชาติ
ยังประกอบไปด้วย ห้วย ลำธาร คลอง แม่น้ำ หนอง บึง และเนินเขา หรือ
มอ ซึ่งมีความงามสงบตามธรรมชาติอยู่อีกมาก

2. อุทยานแห่งชาติคอยอินทนนท์ ส่วนที่เป็นยอดสูงสุดของคอยอินทนนท์
ซึ่งมีชื่อว่าคอยอ่างกา เป็นจุดสูงสุดในประเทศไทย อุทยานแห่งชาติคอยอินทนนท์มี
เนื้อที่ 270 ตารางกิโลเมตร หรือ 168,750 ไร่ สภาพทั่วไป เป็นภูเขาสลับซับซ้อน
มีป่าเขียวข่มตลอดปี และเขาหัวโล้น เพราะป่าไม้ถูกแผ้วถางทำลาย อุทยานแห่งนี้เป็น
ต้นน้ำของลำน้ำหลายสาย เช่น แมกกลาง แม่ยะ แม่ปาน จุดที่น่าสนใจในเขตอุทยาน
แห่งชาติมี น้ำตกแมกกลาง ถ้ำบริจินดา น้ำตกของโยง น้ำตกแม่ยะ น้ำตกสิริภูมิ
น้ำตกแม่ปากอ และอ่างกาหลวง คือยอดคอยอีกลูกหนึ่งซึ่งมีหนองน้ำอยู่ใกล้คอยอ่างกา

3. อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง นับเป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกของประเทศ
ที่ได้จัดให้เป็นอุทยานตามหลักของการจัดอุทยานแห่งชาติสากล มีเนื้อที่ 1,280 ตาราง
กิโลเมตร สภาพทั่วไป พื้นที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน สูงจากระดับน้ำทะเล 100-1500
เมตร ป่าส่วนใหญ่เป็นป่าดงดิบเขา, ป่าเบญจพรรณ, ป่าสนเขา และมีทุ่งหญ้า
ธรรมชาติอยู่หลายแห่ง อุทยานแห่งชาตินี้เป็นต้นน้ำลำธารของลำห้วยใหญ่น้อยหลายสาย
ที่ไหลลงสู่แม่น้ำน่าน จุดที่น่าสนใจมีน้ำตกแก่งโสภา ลำห้วยเข็กใหญ่ ทุ่งแสลงหลวง
น้ำตกแก่งซอง และน้ำตกปอย

4. อุทยานชาติภูกระดึง อุทยานแห่งนี้มีเนื้อที่ประมาณ 348 ตาราง
กิโลเมตร ภูเขาภูกระดึงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของผิวโลกในลักษณะของ dissected
โดยลำน้ำ ประกอบด้วยหินทรายเป็นผิว หินปูนเป็นฐาน ยอดภูกระดึงเป็นที่ราบ

กว้างประมาณ 60 ตารางกิโลเมตร ลาดจากทิศตะวันออกมาตะวันตก ลำธารต่าง ๆ ไหลจากภูกระดึงไปรวมกันเป็นต้นน้ำของลำน้ำพอง ยอดสูงสุดของภูกระดึง คือ ภูมู่ขาว สูงประมาณ 1,350 เมตรจากระดับน้ำทะเล จุดที่น่าสนใจมี ลำพองน้อย น้ำตก ชารสวรรค์ สระแก้ว ห้วยวังกลาง สระอินคาต น้ำตกถ้ำสอ ผาหล่มสัก ผานกแอ่น ผาหมากคูด สวนสีกา และคอกหูลาบขาว สวนสวรรค์? น้ำตกโผนพบ น้ำตกเพ็ญพบ น้ำตกเหล่านี้จะมีน้ำมากในฤดูฝน

5. อุทยานแห่งชาติเอราวัณ หรืออุทยานแห่งชาติเขาสกอม พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูง อยู่ระหว่างแนวใหญ่กับแนวย่อย สูงจากระดับน้ำทะเล 500 - 1,000 เมตร พื้นที่คอย ๆ ลาดลงทางทิศตะวันออกสู่แนวใหญ่ และทางทิศตะวันตกสู่แนวย่อย ยอดเขาเกราะแกระเป็นยอดเขาสูงสุด ซึ่งสูงประมาณ 996 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีลำห้วยเล็ก ๆ หลายสายในเขตอุทยานซึ่งมีน้ำตลอดปี เช่น ห้วยไทรโยค ห้วยพุเตย ห้วยเขาพัง ลำห้วยเหล่านี้ไหลลงสู่แนวย่อย ส่วนห้วยแมกว่า ห้วยมองไล ห้วยทับศิลา ไหลลงสู่แนวใหญ่ อุทยานแห่งชาติเอราวัณมีเนื้อที่ 550 ตารางกิโลเมตร จุดที่น่าสนใจมี น้ำตกเอราวัณ ถ้ำพระธาตุ ถ้ำตาควง พื้นที่สองฝั่งแนวใหญ่ ซึ่งมีทัศนียภาพสวยงาม จาก ภาพของยอดเขา หนาวผา สายน้ำ เกาะแก่ง หาดทราย โดยตลอดแนวแนวใหญ่

6. อุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด สภาพทั่วไป พื้นที่ประกอบด้วยภูเขาหินปูนสูงแหลมและชัน โดยที่เทือกเขาเหล่านี้ยาวติดต่อกันเป็นพิค แนวภูเขาเป็นแนวเขตก้านในของอุทยาน ซึ่งมีเนื้อที่ 66 ตารางกิโลเมตร จุดที่น่าสนใจมี ถ้ำพระยานคร ถ้ำไทร ซึ่งมีหินหยกหินย้อยงดงามมาก หงสามร้อยยอด หงตะกวด คลองเขาแดง คลองบางปู เขาสามร้อยยอด เกาะนมสาว เกาะโครำ (เคยมีโครำ หรือเสียงผา ชุกชุม)

7. อุทยานแห่งชาติเขาลวง สภาพทั่วไป ป่าเขาลวงเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนทอดจากเหนือไปใต้ ระยะทางประมาณ 40 กิโลเมตร ยอดเขาลวงเป็นยอดสูงสุด สูง 1,835 เมตรจากระดับน้ำทะเล ดินบนภูเขาเกิดจากหินแกรนิต และหินปูน ตามเชิงเขามีดินลูกรังและดินแดง มีแร่ดีบุก วุลแฟรม และเหล็ก ป่าเขาลวงเป็นต้นน้ำลำธารของคลองต่าง ๆ กว่า 15 สาย เช่น คลองกรุงชิง คลองเขาแก้ว

คลองท่าแพ คลองละอาย อุทยานแห่งชาติเขาหลวงมีเนื้อที่ 570 ตารางกิโลเมตร
 จุดที่น่าสนใจมี น้ำตกกะโรม น้ำตกท่าแพ น้ำตกพรหมโลก น้ำตกคลองในเขียว
 น้ำตกกรุงชิงฝนแสนหา น้ำตกคลองละอายใหญ่ และคลองละอายน้อย น้ำตกคลอง
 ทางิ้ว ถ้ำสุรกานต์

8. อุทยานแห่งชาติเกาะตารูเตา อาคัง ราวี สภาพทั่วไป เกาะตารูเตา
 มีลักษณะยาวจากเหนือจดใต้ ทางใต้เป็นภูเขาสูงชันมาก (725 เมตรจากระดับน้ำทะเล)
 ทางเหนือของเกาะมีที่ราบขวาง ชายฝั่งตะวันออกเป็นหน้าผาหินสูงชันหลากสี สลับกับหาด
 ทราย โคลน เกาะอาคังและเกาะราวีมีขนาดใกล้เคียงกัน บริเวณนี้เป็นค่านสุดท้ายทาง
 ทะเลของไทยที่ติดต่อกับมาเลเซีย เนื้อที่เกาะตารูเตา 150 ตารางกิโลเมตร เกาะ
 อาคังและเกาะราวีมีขนาดเท่า ๆ กัน คือ ประมาณ 40 ตารางกิโลเมตร จุดที่น่าสนใจ
 ในเกาะตารูเตามี อ่าวทะเลาะวาว มีหาดทรายสวยงาม และโขดหินโผล่จากพื้นน้ำ
 ทำให้เกิดวิวทัศนังงดงาม นอกจากนี้ตามเกาะเล็กเกาะน้อยใกล้ ๆ ล้วนเป็นที่อาศัยของ
 นก จึงช่วยให้เกาะตารูเตามีความงามตามธรรมชาติเพิ่มขึ้น และที่เกาะตารูเตามีน้ำตกงาม ๆ
 หลายแห่ง ส่วนเกาะอาคังและเกาะราวีมีหาดทรายสวยงาม ประกอบกับน้ำทะเลรอบเกาะ
 ใสสะอาดสามารถมองเห็นปะการังและพันธุ์ไม้นานาชนิดได้ ชายฝั่งมีโขดหิน และ
 หน้าผาสลับซับซ้อน เกาะหลีเป๊ะมีหมู่บ้านชาวเล หาดทรายขาวสะอาด เกาะหินงาม
 มีก้อนหินก้อนกรวดงดงาม (ซึ่งถูกนักท่องเที่ยวเก็บไปเสียมากแล้วจนน่าเป็นห่วง)

คตินิยมปฏิสัมพันธ์

ร.ก. คร.ประเสริฐ วิทยารัฐ
อาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์
มศว. ประสานมิตร

พื้นหลังทางทฤษฎี

ภูมิปฏิสัมพันธ์เป็นปรากฏการณ์ที่นักภูมิศาสตร์สนใจศึกษา เนื่องจากภูมิปฏิสัมพันธ์อาจนำมาใช้อธิบายการกระทำต่าง ๆ ของมนุษย์ได้มากมาย ยิ่งไปกว่านั้นยังอาจนำไปทำนายเหตุการณ์บางอย่างอันเป็นผลเกี่ยวเนื่องกับกิจกรรมของมนุษย์ได้ ปัญหาจึงอยู่ที่ว่าในการศึกษามีคตินิยมอะไรซึ่งบอกถึงภูมิปฏิสัมพันธ์ และที่สำคัญไปกว่านั้นคตินิยมที่ใดจะตรวจสอบสามารถวัดได้โดยวิธีการที่เป็นวิทยาศาสตร์

ไรลีย์ (Reilly, 1929) ได้นำเอาทฤษฎีแรงโน้มถ่วงทางฟิสิกส์มาทดลองใช้กับปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์ และเรียกว่า โมเดลแห่งแรงโน้มถ่วง (gravity model) โดยการนำมวลวัตถุมาเปรียบเทียบกับมวลประชากรของเมือง ลักษณะของเมืองทั้งหลายตั้งอยู่บนพื้นที่ย่อมจะต้องมีภูมิปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้น ค่าปฏิสัมพันธ์ไม่อาจวัดได้แน่นอนเช่นค่าแรงโน้มถ่วงในทางฟิสิกส์ ทั้งนี้เนื่องจากมีความซับซ้อน และคงจะเกี่ยวข้องกับตัวแปรหลายตัวซึ่งไม่อาจสังเกตโดยวิธีการง่าย ๆ ได้ อย่างไรก็ตามโดยคำนิยามทางทฤษฎีค่าปฏิสัมพันธ์อาจจะคำนวณได้ แต่ค่าที่คำนวณได้นี้เกือบจะไม่มี ความหมายในเชิงปฏิบัติหรือในสัจ (reality) จากการสังเกตและการศึกษาของนักภูมิศาสตร์หลาย ๆ ท่านเป็นที่ทราบแน่ว่าภูมิปฏิสัมพันธ์จะปรากฏให้เห็นในหลาย ๆ ลักษณะและบางลักษณะสามารถวัดได้เป็นตัวเลขในเชิงปริมาณ (quantitative) จึงนำทดลองดูว่าลักษณะใดที่อาจอธิบายความหมายภูมิปฏิสัมพันธ์ได้ดี ค่าภูมิปฏิสัมพันธ์ระหว่างเมืองสองเมืองนิยามเป็น โมเดลทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$I = G \frac{P_i P_j}{B_{aij}}$$

ในเมือง	I	=	คามุมปฏิสัมพันธ์
	P_i	=	ประชากรของเมือง
	P_j	=	ประชากรของเมือง
	d_{ij}	=	ระยะทางระหว่างเมือง กับเมือง
	G	=	ตัวคงค่า
	b	=	ค้ายกกำลัง

จะพบว่าจากคำนิยามของมุมปฏิสัมพันธ์ข้างต้นก็คือ ผลของประชากร เป็นองค์ประกอบสำคัญ ในพื้นที่จะต้องมีข้อตกลงไว้ เป็นเบื้องต้นว่าประชากรทั้งสองเมืองมีความเป็นเอกภาวะ (homogeneous) กล่าวคือมีลักษณะคล้ายคลึงกันในทุก ๆ ด้าน ส่วนระยะทางนั้น จะวัดโดยวิธีใดก็ได้ กล่าวคือวัดเป็น เส้นทางตรงหรือวัดไปตามเส้นทางถนน หรือวัดด้วย เวลาเดินทาง หรือวัดโดยค่าการ เดินทางก็ได้ ค่าที่น่าสังเกตในสมการอีกสองค่าคือ ค้ายกกำลัง โดยปกติจากหลักเดิมใช้ค้ายกกำลังสอง แต่เมื่อมาใช้จริง ๆ บางท่านเห็นว่าไม่ควรยกกำลัง คือเป็นกำลังหนึ่ง บางท่านเห็นว่าเป็นอย่างอื่น ๆ บางท่านว่าไม่ถึงหนึ่ง และบางท่านเห็นว่าเป็นอย่างอื่นและถูกต้อง เช่นเดียวกับค่า G คงเดิมถือว่าเป็นหนึ่งแต่เมื่อมาใช้จริง ๆ ก็ต่างกันไปตาม ๆ หลายค่า

ความหมายในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ได้ควบคุมค่า G ให้เป็นหนึ่ง ส่วนค่า b ลองทดลอง คำนวณทั้งที่เป็นค่าหนึ่งและค่าสองแต่ไม่พยายามใช้ค่าอื่นที่นอกเหนือไปกว่านี้ การที่ทำ เช่นนี้เพื่อจะทดลอง เฉพาะผลปฏิสัมพันธ์ โดยอาศัยจำนวนคนเป็นมวล ส่วนค่า G นั้น มิได้เป็นจุดสนใจจึงทำให้เป็นหนึ่งตามที่ปรากฏในทฤษฎีดั้งเดิม ส่วนค่า b สนใจจะ ทดลองดูว่าระหว่างค่าหนึ่งและค่าสองอะไรจะช่วยในการอธิบายมุมปฏิสัมพันธ์ได้ดีกว่ากัน

ความคาดหมายในการทดลอง สมมติฐานซึ่งคาดหมายในการทดลองอยู่ที่ว่า คามุมปฏิสัมพันธ์ของค่านี้น่าจะได้ออกจากการตรวจวัดจริง ๆ ในสนาม จะมีสสัมพันธ์กันสูง กับคามุมปฏิสัมพันธ์ซึ่งได้จากการคำนวณโดยใช้โมเดลแรงโน้มถ่วง ผลทางปฏิบัติของความ คาดหมายก็คือ ถ้าต้องการจะศึกษามุมปฏิสัมพันธ์ของเมืองสองเมืองจะใช้อะไรที่สามารถ ตรวจวัดได้ง่าย ๆ หรือสะดวก ๆ เป็นเครื่องชี้บอก

วิธีคำนวณการทดลอง

ได้ใช้กรุงเทพฯ เป็นเมืองหลักในการทดลองและใช้เมืองอื่น ๆ อีกประมาณ 30 เมือง มาคำนวณหาความสัมพันธ์กับกรุงเทพฯ ที่ละคู่ ค่าประชากรของกรุงเทพฯ ได้ใช้ประชากรที่อยู่ในเขตชุมชนที่เป็นเมืองจริง ๆ โดยตัดประชากรเขตหนองจอก ลาดกระบัง มีนบุรี คลิ่งชัน หนองแขม และราษฎร์บูรณะ ออกไป ส่วนจังหวัดอื่นๆ ก็ใช้ประชากรเฉพาะในเขตเทศบาลเท่านั้น

ส่วนความสัมพันธ์ซึ่งตรวจวัดในสนามจริง ๆ เท่าที่ตรวจวัดได้ และน่าสนใจ มีดังนี้ จำนวนเที่ยวไปกลับในหนึ่งวันของรถโดยสารประจำทางปรับอากาศ จำนวนเที่ยวรถประจำทางเดินรายปี จำนวนครั้งการเรียกใช้โทรศัพท์ทางไกล และจำนวนผู้โดยสารรถไฟ

ความสัมพันธ์จากการคำนวณนั้นจะคำนวณออกมา เป็นสี่ค่าคือ เป็นค่าที่ใช้ระยะทางตรงยกกำลังสอง, ระยะทางตามเส้นทางถนนไม่ยกกำลัง กับระยะตามเส้นทางถนนยกกำลังสอง (สำหรับผู้ใช้โดยสารรถไฟใช้ระยะทางตามทางรถไฟ ค่าที่คำนวณได้ทั้งสี่ค่า กับความสัมพันธ์ซึ่งเป็นดัชนีที่ทำการสังเกตในสนามนำมาหาค่าสหสัมพันธ์ตามวิธีการทางสถิติได้ผลออกมาดังตาราง

ค่าสหสัมพันธ์ในลักษณะต่าง ๆ

ดัชนี	ทางตรง	ทางตรง ²	ทางถนน	ทางถนน ²
เที่ยวรถประจำทางรายปี	0.84	0.82	0.67	0.82
เที่ยวรถโดยสารปรับอากาศ ไป - กลับ ใน 1 วัน	0.82	0.83	0.82	0.83
การเรียกใช้โทรศัพท์ทางไกล	0.62	0.51	0.60	0.44
จำนวนผู้โดยสารรถไฟทั้งปี	-0.03	-0.07	0.02*	0.04*

* เส้นทางใช้ทางรถไฟ

ผลการทดลอง

ถ้าพิจารณาอย่างกว้าง ๆ จะพบว่า เทียบวัดประจำทางรายปี และเทียบวัด โดยสารปรับอากาศไป - กลับ ใน 1 วัน มีค่าสหสัมพันธ์ ค่อนข้างสูงกับค่าภูมิปฏิสัมพันธ์ ที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งหมายความว่า คณิตศาสตร์สองอย่างสามารถอธิบายค่าภูมิปฏิสัมพันธ์ ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าที่ได้จากทางตรงและทางถนนมีแตกต่างกัน โดยเฉพาะเทียบวัดประจำทางรายปี ค่าที่ใช้ระยะทางตามถนนค่อนข้างต่ำ ส่วนเทียบวัด โดยสารปรับอากาศไป - กลับใน 1 วัน ทั้งทางตรงและทางถนน ทั้งไม่ยกกำลัง และ ยกกำลังสองไม่แตกต่างกัน คณิตศาสตร์ที่ได้จากการเรียกใช้โทรศัพท์ทางไกล กับค่าภูมิปฏิสัมพันธ์ที่ได้จากการคำนวณมีค่าสหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำในทุกกรณี แสดงว่าขณะนี้การ เรียกใช้โทรศัพท์ทางไกลอธิบายปฏิสัมพันธ์ได้ไม่มากนัก ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นไปได้ว่า ในเมือง ไทยการใช้โทรศัพท์ยังไม่เป็นที่นิยมกันแพร่หลายนัก จึงไม่สามารถนำมาแสดงปฏิสัมพันธ์ ของประชากรโดยตรงได้ แต่ต่อไปเมื่อกิจการโทรศัพท์ก้าวหน้า เป็นที่นิยมกัน ค่าภูมิปฏิสัมพันธ์อาจจะดีขึ้นก็เป็นได้ แต่เท่าที่มีการศึกษาในสหรัฐอเมริกาและในเยอรมัน คณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการ เรียกโทรศัพท์จะใช้ได้แล้ก็ ส่วนจำนวนผู้โดยสารรถไฟทั้งปี ปกติกว่า ค่าปฏิสัมพันธ์ที่ได้จากการคำนวณมีค่าสหสัมพันธ์ต่ำมาก และ เมื่อใช้เส้นทางตรงจะได้เป็น ค่าลบ แสดงว่าจำนวนผู้โดยสารรถไฟทั้งปีนำมาใช้เป็นดัชนีไม่ได้ ความเป็นจริงน่าจะเป็นเช่นนั้น เพราะ เส้นทางรถไฟนั้นมีโครงสร้างที่วางให้ผ่านจุดที่สำคัญ ผู้โดยสารจาก กรุงเทพฯ ที่ไปลงนครสวรรค์หรือผู้ที่ขึ้นจากนครสวรรค์มาลงที่กรุงเทพฯ ไม่หมายความว่า เป็นค่าภูมิปฏิสัมพันธ์ระหว่างนครสวรรค์กับกรุงเทพฯ โดยตรง เพราะผู้ที่โดยสารที่ ขึ้นหรือลงรถไฟที่นครสวรรค์มิใช่ เป็นผู้ที่อาศัยอยู่บนนครสวรรค์ทั้งหมดเพราะการลงรถไฟ ที่นครสวรรค์นั้นยังไปต่อยังจุดอื่น ๆ ได้อีกหลายแห่ง ซึ่งแตกต่างจากผู้โดยสารประจำ ทาง ผู้ซึ่งลงที่นครสวรรค์ส่วนมากจะเป็นผู้ที่อยู่ เฉพาะนครสวรรค์ ทั้งนี้เนื่องจากรถประจำ ทางไต่ผ่านจุดที่เป็นเมืองต่าง ๆ มากกว่ารถไฟ

ในการทดลองครั้งนี้พบว่า เทียบวัดโดยสารประจำทางทั้งปีน่าจะนำมา เป็นดัชนี แสดงค่าภูมิปฏิสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดี ขณะเดียวกันเทียบวัดโดยสารปรับอากาศใน 1 วัน ก็ใช้ได้เช่นกัน แต่น่าสังเกตว่า เทียบวัดโดยสารปรับอากาศนั้น จะมีเฉพาะ เมืองที่ทาง ไกลจากกรุงเทพฯ พอสมควร ส่วนเมืองที่อยู่ใกล้ ๆ นั้นไม่มี ข้อดีของรถโดยสารปรับ

อากาศนั้นส่วนมากจะเชื่อมระหว่างจุดต่อจุด แต่มักไม่เป็นรูปที่รับผู้โดยสารไปตลอดครายทาง ลักษณะเช่นนี้จะ เป็นเครื่องชี้ถึงปฏิสัมพันธ์ใดดี อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนั้นยังไม่ได้พิจารณาถึงที่วัดได้อื่น ๆ ที่น่าจะกระทำได้ เช่น จำนวนหนังสือพิมพ์รายวัน การขนส่งพัสดุ ปริมาณจดหมายที่ติดต่อกัน เป็นต้น

ผลจากดัชนีแสดงภูมิปฏิสัมพันธ์อาจนำไปใช้ในการคำนวณวางแผนค่านอื่น ๆ เช่น การคาดคะเนด้านการค้าระหว่างกรุงเทพฯ กับเมืองต่าง ๆ โดยอาศัยดัชนีที่อธิบายได้ดังกล่าว เป็นเกณฑ์ในการคำนวณ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Bunge, W., (1962) Theoretical Geography; Land Studies in Geography, Series C. No.I
- Dodd, S.C. (1950) The interactance Hypothesis. A gravity Model; fitting Physical Masses and Human groups,
American Sociological Review, 15, 245 - 256
- Haggett, P., (1965 B), Location Analysis in Human Geography,
(london)
- Reilly, W.J. (1929) Method for the Study of Retail Relationship, (University of Texas)

การพัฒนาก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทย

การประชุมทางธรณีวิทยาและแหล่งแร่ ประจำปี 2520
 นายสุทธิ ตรีโกศล
 อธิบดีกรมก๊าซธรรมชาติ
 กรมทรัพยากรธรณี

1. ส่วนประกอบของก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทย

นับตั้งแต่ประเทศไทย ได้ขุดนโยบายเปิดให้มีการขอสัมปทานสำรวจ และผลิตปิโตรเลียมตั้งแต่ปี 2514 เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะในทะเลอ่าวไทย ได้ทำการเจาะสำรวจปิโตรเลียมแล้วจำนวน 37 หลุม และขณะนี้กำลังดำเนินการเจาะสำรวจหลุมที่ 38 ในแปลงสำรวจที่ 16 จากการสำรวจพบปิโตรเลียมจำนวน 12 หลุม คือพบก๊าซธรรมชาติและก๊าซธรรมชาติเหลวจำนวน 9 หลุม พบน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ หรือก๊าซธรรมชาติเหลว 3 หลุม และจากการประเมินก๊าซธรรมชาติสำรองที่บริษัทยูนิย่น ออยล์แห่งประเทศไทย เจาะพบจำนวน 5 หลุม ในแปลงสำรวจที่ 12 และ 13 ปรากฏว่ามีปริมาณไม่น้อยกว่า ล้านลูกบาศก์ฟุต และบริษัท เท็กซัสแปซิฟิกแห่งประเทศไทย เจาะพบจำนวน 2 หลุม ในแปลงสำรวจที่ 15 และ 16 ซึ่งคาดว่าจะมีปริมาณก๊าซธรรมชาติสำรอง ประมาณ 3-4 ล้าน ล้านลูกบาศก์ฟุต

ก๊าซธรรมชาติที่พบในอ่าวไทยประกอบด้วย

ก. ไฮโดรคาร์บอน	86-92	เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย
แยกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้		
1. มีเทน (CH_4)	๙๖	66-80
2. อีเทน (C_2H_6)	๓	10-7
3. โพรเพน (C_3H_8)	๑	5-3
4. บิวเทน (C_4H_{10})	๑	3-1
5. เพนเทน (C_5H_{12}) ^๑	๑	2-1
ก๊าซธรรมชาติเหลว	(เฮกเซน $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$)	

ข. <u>ก๊าซอื่น ๆ</u>	8-14	เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย
ไนโตรเจน (N_2)		1-0.1
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)		13-6.9
ค. <u>กาความร้อน</u>		

ก๊าซธรรมชาติที่พบในอ่าวไทยเฉพาะพวกก๊าซแห้งมีเทนและอีเทนให้
 ความร้อนค่อนข้างสูง คือประมาณ 1,000 บีทียูต่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต

ก๊าซธรรมชาติที่ประกอบด้วย ก๊าซมีเทน และอีเทน เกือบล้วน ๆ
 เรียกว่า "ก๊าซแห้ง" (Dry gas) แต่หากก๊าซธรรมชาติใดมีพวกโพรเพน บิวเทน และ
 พวกไฮโดรคาร์บอนเหลว พวกเพนเทน เฮกเซน ฯลฯ อยู่ในอัตราที่ค่อนข้างสูง เรา
 เรียกก๊าซธรรมชาตินี้ว่า "ก๊าซชื้น" (wet gas) ซึ่งชื่อนี้ก็เป็นไปทางของเดียวกับอากาศ
 ที่เราหายใจนั่นเอง ถ้ามีไอน้ำปนมากเราเรียกว่า อากาศชื้น ถ้าไม่มีไอน้ำปนเราเรียก
 ว่า อากาศแห้ง เป็นต้น

ก๊าซธรรมชาติที่ประกอบด้วยมีเทนและอีเทน หรือที่เรียกว่า "ก๊าซ
 แห้ง" นั้นจะมีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ดังนั้นการขนส่ง จึงจำเป็น
 ต้องส่งไปตามท่อก๊าซ นอกเสียจากความปริมาตรของก๊าซมากมายนานาชาติสามารถทำก๊าซแห้ง
 ให้เป็นของเหลวที่เรียกว่า "LNG - Liquefied Natural Gas" โดยทำให้เย็นกว่า
 จุดน้ำแข็งมาก ถึงลบ 160 องศาเซลเซียส ก็จะสามารถบรรจุใส่เรือ ซึ่งมีถังอลูมิเนียม
 ควบคุมความเย็นเป็นพิเศษ เพื่อจำหน่ายให้แก่อุตสาหกรรม

ส่วนก๊าซชื้นพวกโพรเพนและบิวเทนนั้น ก๊าซเหล่านี้ความดันให้เหลือ
 ประมาณ 70 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทำให้ควบตัวเป็นของเหลว อัดใส่ถัง เรียก "ก๊าซ
 แอล.พี.จี. (Liquefied petroleum Gas) เพื่อใช้สำหรับหุงต้มในครัวเรือน ซึ่ง
 ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

สำหรับก๊าซธรรมชาติเหลวหรือก๊าซไฮโดรคาร์บอนธรรมชาติ ซึ่งเรียกว่า
 "คอนเดนเสท" (Condensate) นั้น ไกลแกพวก เพนเทน เฮกเซน เฮกเทน
 และออกเทน ซึ่งมีสภาพเป็นของเหลว เมื่อผลิตขึ้นมาถึงปากบ่อนแท่นผลิต ก๊าซ
 ธรรมชาติเหล่านี้ เมื่อนำไปเพิ่มออกเทนให้เท่ากับน้ำมันเบนซินก็จะใช้กับรถยนต์ได้เช่น
 เดียวกับน้ำมันเบนซินนั่นเอง หรือใช้เป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานเปโตรเคมีได้โดยตรง

เพราะมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ แนฟทา (Naphta) ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันขันทน

2. การใช้อย่างไรของกาซธรรมชาติ

กาซธรรมชาติสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงด้วยการส่งไปตามท่อ (แบบเดียวกับน้ำประปา) เขาไปใช้ตามบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม

ในสหรัฐอเมริกาและยุโรปใช้กาซธรรมชาติในการหุงต้ม และใช้จุดเตาผิงให้ความอบอุ่นในฤดูหนาว ส่วนในทางอุตสาหกรรม มีการใช้กาซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในการถลุงเหล็กและที่สำคัญคือ การใช้กาซธรรมชาติเผาหม้อต้มน้ำ (steam boiler) ขนาดใหญ่เพื่อเดินเครื่องจักรไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และโรงผลิตกระแสไฟฟ้าด้วย สำหรับอุตสาหกรรมทางเคมีกาซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบ (feed stock) ใช้ในการทำวัตถุสังเคราะห์ทางเคมีต่าง ๆ เช่น พลาสติก ยาฆ่าวัชพืช (weed killer) และปุ๋ยเคมี เป็นต้น

เนื่องจากปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้น กาซธรรมชาติมีวันจะมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น และเป็นที่เชื่อกันว่าจะมีบทบาทสำคัญยิ่งในวงการอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในการถลุงเหล็กและผลิตภัณฑ์ทางปิโตรเคมีคัล เช่น พลาสติก ยางเทียม และ ปุ๋ย เป็นต้น ในประเทศไทยเราได้มีการเจาะสำรวจปิโตรเลียมกันอย่างเข้มแข็งพอที่จะนำมาพัฒนาใช้ประโยชน์ได้ในวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นเดียวกับในสหรัฐอเมริกาและยุโรป ซึ่งมีความก้าวหน้าในการพัฒนาการกาซธรรมชาติเป็นอย่างดี

กาซธรรมชาติที่ผลิตได้จะถูกส่งเข้า เครื่องแยกและอัดความดันบนแทนผลิตภัณฑ์โดยจะแยกเอาน้ำและแยกกาซไฮโดรคาร์บอนออก (condensate) ส่วนกาซแห้งและกาซซันจะส่งมาตามท่อด้วยกันหรือแยกออกก่อนขึ้นบนฝั่ง

กาซธรรมชาติแห้ง (ไคแก๊สเทนและอีเทน) นำไปใช้ประโยชน์ดังนี้

1. ใช้แทนน้ำมันเตาในการผลิตกระแสไฟฟ้า
2. ใช้ในหม้อต้มไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม
3. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยประเภทไนโตรเจนและยูเรีย
4. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต Methanol

5. ไซเป็นวัตุกิบผลิต-LNG (Liquefied Natural Gas) คือ
กรรมวิธีทำกาชธรรมชาติเป็นของเหลว โดยทำให้เย็นต่ำกว่าจุดน้ำแข็งมากถึงลบ 160 องศาเซลเซียส ก็จะสามารถบรรจุทุกใส่เรือ ซึ่งมีถังออลูมิเนียมควบคุมความเย็นเป็นพิเศษ เพื่อไปจำหน่ายต่างประเทศได้

กาชชื้น (Wet Gas) นำมาลดความดันให้เหลือประมาณ 70 ปอนด์ต่อตารางนิ้วแล้วอัดใส่ถัง กาชชื้นนี้ทำประโยชน์ได้หลายอย่าง กล่าวคือ

1. ไซเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มในครัวเรือน
2. ไซกับระบบตู้เย็น และเครื่องทำความเย็น
3. ไซเป็นวัตุกิบป้อนโรงกลั่น

กาชไชลินธรรมชาติ (Condensate) ไซประโยชน์คือ

1. นำไปเติมออกเทนให้เท่ากับน้ำมันเบนซินเพื่อใช้กับรถยนต์
2. ไซเป็นวัตุกิบผลิตเปโตรเคมีคัล

กาชธรรมชาติมีประโยชน์นานับประการดังที่กล่าวมาแล้ว ในปัจจุบันนี้ก็จะเห็นได้ว่ามีความสำคัญยิ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ และเป็นที่เชื่อกันว่าในอนาคตจะมีบทบาทสำคัญมากยิ่งขึ้น

3. มาตรการควบคุมและป้องกันเพื่อความปลอดภัย

หลายท่านเป็นห่วงในเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้กาชธรรมชาติ ความจริงแล้วเรื่องนี้น่าเป็นห่วงอยู่ไม่น้อยทีเดียว เพราะกาชธรรมชาติมันติดไฟได้ง่ายและทำให้เกิดระเบิดได้ง่ายพอ ๆ กันนอกจากนั้นเมื่อเกิดการรั่วไหลอยู่ในห้องหรือไม่มีอากาศถ่ายเทจะทำให้ผู้ที่หายใจเข้าไปมาก ๆ เสียชีวิตได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามทางฝ่ายบริษัทผู้ผลิตเองและทางองค์การกาชธรรมชาติแห่งประเทศไทย ต่างก็ตระหนักในเรื่องนี้ จึงได้มีมาตรการควบคุมและป้องกันเพื่อความปลอดภัยอย่างรัดกุมหลายขั้นตอนรวมทั้งศึกษาหาแนวทางต่าง ๆ ที่จะใช้ในการให้การศึกษา เผยแพร่ความรู้ความเข้าใจถึงวิธีใช้ เรื่องอุปกรณ์การใช้อย่างปลอดภัย และการรักษาความปลอดภัยภายในเคหะสถานบ้านเรือนในส่วนของผู้ใช้อีกส่วนหนึ่ง

ว่ากันตามความเป็นจริงแล้วการผลิตก๊าซธรรมชาติและการนำก๊าซมาใช้ให้เกิดประโยชน์นั้นหาใช่ของใหม่ในโลกแต่อย่างใดไม่ เพราะได้กระทำมาเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 30 ปีแล้ว ในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ในสหรัฐอเมริกา เป็นต้น แต่นับว่าเป็นสิ่งใหม่สำหรับประเทศไทย จึงพลอยทำให้หลายท่านพากันออกที่จะเป็นห่วงในเรื่องความปลอดภัยไม่ได้ ถึงอย่างไรก็ตามกว่าความเจริญทางเทคโนโลยีจะพัฒนาไปได้ถึงสมัยปัจจุบันนี้ การหาทางควบคุมป้องกันเพื่อความปลอดภัยจากการผลิต การขนส่ง การใช้ก๊าซธรรมชาติ ก็ย่อมพัฒนาருทหนาทันสมัยไปควบคู่กัน สำหรับทางด้านเทคโนโลยีนั้น จึงไม่มีอะไรน่าเป็นห่วงวิตกกังวล เพราะทางผู้ผลิตและผู้รับผิดชอบได้มีมาตรการป้องกันและควบคุมอยู่แล้ว จึงจะขอกล่าวถึงขั้นตอนของงานต่างๆ และระบบการควบคุมเพื่อความปลอดภัยให้ทราบพอเป็นสังเขปดังนี้คือ

- มาตรการควบคุมและป้องกันความปลอดภัยในการผลิต

บนแท่นเจาะผลิตนั้น เริ่มจากการติดตั้งอุปกรณ์ปิดหลุมใต้พื้นทะเล โดยอัตโนมัติ อุปกรณ์ดังกล่าวนี้เมื่อทำงานตามปกติจะตองใช้เครื่องไฮดรอลิคคอยส่งแรงดันไปบังคับให้อุปกรณ์เปิดให้ก๊าซธรรมชาติและก๊าซธรรมชาติเหลว ไหลผ่านขึ้นมาบนแท่นผลิตได้ ถ้าหากเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ หรือสุ่วรั่วเสียใด ๆ ก็ตาม เครื่องไฮดรอลิคไม่ทำงาน อุปกรณ์ใต้พื้นทะเลในหลุมเจาะจะปิดเอง ทำให้ก๊าซธรรมชาติและก๊าซธรรมชาติเหลวไม่สามารถไหลขึ้นมา ซึ่งเป็นการป้องกันความปลอดภัยขั้นสุดท้าย นอกจากอุปกรณ์ใต้พื้นทะเลก็เป็นอุปกรณ์ปากหลุมบนพื้นทะเล หรือบางทีก็อาจวางไว้ที่ระดับเหนือน้ำ อุปกรณ์ดังกล่าวนี้สามารถปิดหลุมโดยบังคับด้วยไฮดรอลิคไม่ใ้ก๊าซธรรมชาติและก๊าซธรรมชาติเหลวพุ่งขึ้นมา

สำหรับบนแท่นเจาะนี้มาตรการควบคุมป้องกันความปลอดภัยขั้นแรกคือไม่ยอมให้เกิดไฟเลย ถึงแม้จะเป็นไฟสปาร์คจากมอเตอร์หรือไฟชอร์ตก็ตาม และถ้าหากเกิดก็พยายามป้องกันมิให้ลุกลามออกไป ดังนั้นจึงต้องมี เครื่องควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

สัญญาณบอกเหตุร้ายจากไฟทั้งโดยอัตโนมัติและโดยใช้มือกดปุ่มธรรมดา การบอกโดยอัตโนมัติอาจทำได้โดยใช้เครื่องบันทึกไฟสปาร์คและควัน เมื่อมีควันหรือไฟชอร์ต (สปาร์ค) เครื่องบันทึกจะกริ่งแจ้งเหตุร้ายทันที เครื่องเหล่านี้มักจะติดไว้ในบริเวณห้องต่าง ๆ

- เครื่องวัดปริมาณความหนาแน่นของก๊าซธรรมชาติ ต้องติดตั้งในที่อากาศถ่ายเทไม่สะดวก เมื่อความหนาแน่นของอากาศมีปริมาณก๊าซธรรมชาติมากพอที่อาจจะเกิดการลุกไหม้ขึ้นถ้าเกิดไฟชอร์ตขึ้น เครื่องจะส่งสัญญาณบอกเพื่อแก้ไขได้ทันเวลาที่ก่อนจะเกิดไฟไหม้ขึ้น

- เครื่องดับเพลิงมีทั้งขนาดเล็กแบบเคลื่อนที่จนถึงเครื่องปั้มน้ำขนาดใหญ่ สามารถทำงานโดยไฟฟ้าและดีเซล ใช้ในการดับเพลิงไม่ให้ลุกลามไปได้ นอกจากนั้นในบางแห่งเช่นในห้องอัดความดันมักใช้เครื่องเคลื่อนแบบเป็นโฟมสามารถทำให้เกิดโฟมท่วมห้องใดภายใน 30 วินาที เป็นการดับเพลิงโดยสิ้นเชิง

- ประการสุดท้ายคือการปิดหลุมถ้าหากเห็นว่าเพื่อความปลอดภัยก็อาจจะทำการปิดหลุมหยุดการผลิตชั่วคราว

บนแท่นผลิตสมัยใหม่ที่มีราคาแพงอาจจะมีมาตรการควบคุมป้องกันความปลอดภัยโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ติดตั้งบนหอคอยซึ่งเป็นห้องควบคุมกลางทำหน้าที่สังเกตการณ์และควบคุมดูแลขบวนการทุกอย่างในการผลิตก๊าซ ที่ห้องนี้มีจอภาพคล้ายจอโทรทัศน์ติดตั้งไว้รอบ ๆ ห้อง ทำหน้าที่ควบคุมหลุมผลิตหลุมต่าง ๆ หรือท่อที่ต่อจากหลุมมายังแท่นผลิตกลาง มีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมเครื่องใช้บังคับการผลิตของหลุมต่าง ๆ และระบบปิดเปิดของท่อใด นอกจากนั้นยังคอยแปลรหัสต่าง ๆ ที่ส่งมาจากกล้องบันทึกภาพเห็นอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นกรรายงานความเคลื่อนไหวทุกระยะ และยังบังคับการผลิต บังคับระบบความดัน ระบบอุณหภูมิและอัตราการไหล วัดระดับและชนิดของเหลวปริมาณก๊าซ รหัสต่าง ๆ จะถูกส่งไปยังจอโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เจ้าหน้าที่สามารถบังคับให้เครื่องอุปกรณ์การแยกก๊าซและของเหลวให้ทำงานตามต้องการได้ควย

- มาตรการควบคุมและป้องกันเพื่อความปลอดภัยในการขนส่งก๊าซธรรมชาติตามท่อ

เริ่มตั้งแต่การวางท่อจะต้องมีการออกแบบใหม่ความปลอดภัยอันเนื่องมาจากสภาพและปริมาณการไหลและความดันซึ่งเกี่ยวกับขนาดของท่อ เหล็กและความแข็งแรง นอกจากนั้นต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติด้วย เนื่องจากอาจมีสิ่งเจือปน ที่นี้ต้องพิจารณาในการออกแบบเพื่อให้เกิดความแข็งแรงทนทานสามารถใช้ได้เป็นเวลานาน ส่วนคานนอกของท่อก็ควรออกแบบวิธีการห่อหุ้มให้เกิดความลึกลับและ

สนับสนุนที่สุดด้วย

เมื่อมีการออกแบบถูกต้อง เพื่อป้องกันความปลอดภัยตามอายุการใช้งานแล้ว ก็ยังจะต้องมีมาตรการควบคุมป้องกัน เพื่อความปลอดภัยในการขนส่งก๊าซธรรมชาติไปตามท่อด้วย กล่าวคือการป้องกันอันตรายอันอาจเกิดจากการรั่วหรือระเบิดของท่อเนื่องจากอุบัติเหตุจากภายนอก หรือรั่วจากข้อต่อหรือรูที่เกิดจากสนิมสึกกร่อนก็ตาม ในการนี้ต้องมีกติกตั้งอุปกรณ์สำหรับปิดเปิดโดยอัตโนมัติ กล่าวคือเมื่อเกิดการรั่วจะทำให้ความดันภายในท่อลดลง อุปกรณ์ (วาล์ว) ก็จะปิดเองโดยอัตโนมัติ แต่ในกรณีที่รั่วแต่น้อยจะเกิดเสียงก้องในเครื่องบันทึกเสียงเป็นการแจ้งเหตุการณ์ไปยังสถานีควบคุม เพื่อให้ทำการปิดท่อตอนหัวและท้ายของส่วนที่รั่ว เพื่อทำการซ่อมแซมต่อไป

- มาตรการควบคุมและป้องกันเพื่อความปลอดภัยในสถานียแยกก๊าซและสถานีเพิ่มความดันแจกจ่ายก๊าซธรรมชาติ

สำหรับสถานียแยกก๊าซ (Gas Processing Plant) นั้นในการออกแบบจะคำนึงถึงความปลอดภัยจากการไหลของก๊าซไปตามท่อ ดังนั้นท่อที่ใช้ในสถานีจึงต้องออกแบบพิเศษให้มีความแข็งแรงทนทานไม่รั่วง่าย นอกจากนั้นวาล์วและข้อต่อจะต้องออกแบบโดยมีขั้นตอนการควบคุมให้มีการวนเวียนได้ทุกขณะ และต้องมีการออกแบบโดยวิธีอัตโนมัติในการปิดเปิดเอง ถ้าหากเกิดการรั่วหรือความดันภายในท่อเปลี่ยนแปลงไป การออกแบบมักจะออกแบบให้อุปกรณ์อยู่ในที่แจ้ง ทั้งนี้เพื่อความหนาแน่นของก๊าซธรรมชาติในอากาศน้อยกว่าจุดที่ทำให้เกิดไฟได้ง่าย ในกรณีที่อุปกรณ์ต้องสร้างไว้ในอาคารก็จะต้องออกแบบให้มีระบบบันทึกไฟสปาร์คและควันไฟ และมีการสั่งงานโดยอัตโนมัติให้สัญญาณและสามารถทำงานกับเพลิงไคโดยอัตโนมัติด้วย นอกจากนั้นยังมีห้องควบคุมระบบการทำงานในสถานีทุกชั้นและตรวจสอบได้ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการรักษาความปลอดภัยอีกชั้นหนึ่งด้วย

นอกจากมาตรการรักษาความปลอดภัยดังกล่าวอาจเกิดขึ้นจากการรั่วของท่อและวาล์วต่าง ๆ และมีการปิดโดยอัตโนมัติ และที่อาจจะเกิดอุบัติเหตุจากไฟชอร์ตแล้ว ยังต้องมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานประจำสถานีให้รู้วิธีปฏิบัติใหญ่ทงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ และให้รู้วิธีใช้เครื่องมือและจุดที่จะต้องทำหน้าที่ ทั้งนี้ต้องอาศัยความพร้อมเพียงและความรับผิดชอบทุกคนด้วย

- มาตรการควบคุมและป้องกันเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้กาชปลายทาง

ในการนี้จะต้องมีคำแนะนำเผยแพร่ความรู้เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับกาชให้แก่ประชาชนผู้ซื้อทั่วไป ซึ่งเรื่องนี้มีความจำเป็นและทางองค์การกาชได้วางแผนจะจัดให้มีการสัมมนาทางวิชาการเกี่ยวกับเรื่องกาชประโยชน์ของกาชอยู่แล้ว

นอกจากเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับกาชแล้ว องค์การกาช กำลังพิจารณา วางมาตรการควบคุมคุณภาพของเครื่องอุปกรณที่ใช้กาช เช่น เครื่องวัด ห่อที่ใช้ในการคั่วเมล็ดปอกเปิดต่าง ๆ รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างบ้านเรือนที่ใช้กาชซึ่งส่ง ความปลอดภัย

4. โครงการพัฒนาการชนรรมชาติจากอ่าวไทย

องค์การกาชชนรรมชาติแห่งประเทศไทย (อ.ก.ช.) ได้เริ่มดำเนินงานมาตั้งแต่วันที่ 14 เมษายน 2520 เพื่อเร่งรัดพัฒนาการชนรรมชาติจากอ่าวไทยมาใช้ประโยชน์ให้ได้ ตามเป้าหมายที่รัฐบาลได้กำหนดไว้ โดยได้จัดแบ่งแผนดำเนินงานออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ กันสามขั้นตอน ดังนี้

- | | |
|--------------------|--|
| 1. ขั้นเตรียมการ | ใช้เวลา 1 $\frac{1}{2}$ ปี (เริ่มการจัดตั้ง อ.ก.ช. ขึ้นเมื่อต้นปี 2520 จนถึงกลางปี 2521) |
| 2. ขั้นการก่อสร้าง | ใช้เวลา 2 $\frac{1}{2}$ ปี (ตั้งแต่มิถุนายนปี 2521 ไปจนถึงสิ้นปี 2523) |
| 3. ขั้นการผลิต | เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2524 (ตามเป้าหมาย) เป็นต้น |

การดำเนินงานขั้นเตรียมการ

- การรวบรวมข้อมูลและการสำรวจแนวทางการวางท่อ เนื่องจากโครงการพัฒนาการชนรรมชาติเป็นโครงการใหญ่ซึ่งจะต้องลงทุนหลายพันล้านบาทจึงต้องมีการดำเนินงานอย่างละเอียดรอบคอบ นับตั้งแต่การสำรวจหาข้อมูล การสำรวจแนวทางการวางท่อ การเจรจา กำหนดราคากาชกับบริษัทผู้ผลิต จะต้องกระทำด้วยความรอบคอบโดยคำนึงถึงประโยชน์ที่ประเทศไทยจะได้รับเป็นสำคัญ รวมทั้งการพิจารณาคัดเลือกบริษัทผู้กระทำการสำรวจ สน

ทางการวางทอทั้งทางทะเลและบนบก และบริษัทที่จะก่อสร้างท่อส่งก๊าซจะต้องพิจารณา
คัดเลือกบริษัทผู้ที่มีความชำนาญและมีความสามารถจริง ๆ ดังนั้นจึงต้องใช้เวลานาน
กว่าจะนำก๊าซมาใช้ประโยชน์ได้ ขณะนี้การดำเนินงานของทางองค์การฯ อยู่ในระหว่าง
เตรียมการซึ่งได้แก่การสำรวจหาข้อมูลเพื่อออกแบบแนวทางการวางทอ ทางองค์การฯ
ได้ขอความร่วมมือจากหน่วยราชการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อขอให้อำนวยความสะดวกใน
การสำรวจและให้ข้อมูลเท่าที่มีอยู่อันจะเป็นประโยชน์สำหรับประกอบการพิจารณาในการ
สำรวจแนวทางการวางทอส่งก๊าซฯ ซึ่งก็ได้ได้รับความร่วมมืออย่างดีตลอดมา.

- การพิจารณาหาแหล่งเงินทุน การดำเนินงานดังกล่าวได้กระทำไปพร้อม ๆ
กับการพิจารณาจัดหาแหล่งเงินทุนเพื่อมาลงทุนในการดำเนินการ ทางคณะกรรมการ
บริหารของ อ.ก.ช. ได้แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาเรื่องการเงินของโครงการขึ้น
ชุดหนึ่ง ประกอบด้วยผู้แทนของหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งผู้แทนของกระทรวงการคลัง
ผู้แทนของธนาคารแห่งประเทศไทย ผู้แทนของสำนักงานคณะกรรมการสภาพัฒนาการเศรษฐกิจ
และสังคมแห่งชาติ และอื่น ๆ คณะกรรมการชุดนี้ได้ประชุมหารือกันถึงวันที่จะหาเงิน
กู้จากแหล่งเงินทุนที่เชื่อถือได้และคิดอัตราดอกเบี้ยอย่างยุติธรรมสำหรับใช้จ่ายในการดำเนิน
งาน และได้พิจารณาคัดเลือกสถาบันการเงินที่มีความรู้ความชำนาญในโครงการมาเป็น
ปรึกษาคำนวณการเงินควย การดำเนินงานพิจารณาคัดเลือกเป็นไปด้วยดีโดยในขั้นต้นนี้ได้
พิจารณาเห็นว่าทางธนาคารโลก ซึ่งมีสำนักงานใหญ่อยู่ในกรุงวอชิงตัน สหรัฐอเมริกา
เป็นสถาบันที่น่าสนใจและทางธนาคารโลกเองในขั้นต้นได้เสนอจะให้กู้เพื่อใช้จ่ายในการ
จ้างและดำเนินการเตรียมการทางด้านวิศวกรรมเป็นเงินระหว่าง 80 - 100 ล้านบาท
ขณะนี้ทางธนาคารโลกก็ได้ติดต่อมาโดยส่งเจ้าหน้าที่มาศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับสถาน
การณ์การกู้เงินภายในประเทศเพื่อประกอบการพิจารณาให้เงินกู้ซึ่งได้มาดำเนินการดัง
กล่าว เมื่อกลางเดือนตุลาคม ปี 2520 นี้

นอกจากธนาคารโลกยังมีสถาบันการเงินอื่น ๆ อีกมากแสดงถึงความสนใจจะให้
เงินมาดำเนินการรวมทั้งธนาคารภายในประเทศบางแห่งด้วย

สำหรับข้อเสนอของธนาคารโลกนั้นคณะกรรมการองค์การฯ พิจารณาเห็นว่า
เป็นประโยชน์ต่อโครงการมากเพราะเมื่อทางธนาคารได้ทราบและได้ติดตามโครงการมา

แต่ตนโดยตลอดแล้ว ทางธนาคารอาจจะพิจารณาให้เงินกู้สำหรับมาดำเนินการวาง
ท่อต่อไปอีกส่วนหนึ่งด้วย ซึ่งจะต้องใช้เงินทุนเป็นจำนวนมากเพื่อการนี้ต่อไป อันจะเป็น
ประโยชน์แก่โครงการพัฒนาทางธรรมชาติได้เป็นอย่างมาก

- ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ตามที่ทางคณะรัฐมนตรีได้อนุมัติให้กระทรวงอุตสาหกรรมวางสถาบัน

แห่งฝรั่ง เสด็จดำเนินการศึกษา เพื่อทราบถึงความเหมาะสมในการใช้ประ-
โยชน์ทางธรรมชาติจากอ่าวไทยเมื่อเดือนธันวาคม 2519 นั้น บัดนี้สถาบัน SOFREGAZ
เสนอรายงานขั้นสุดท้ายซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1. การพัฒนาทางธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ของประเทศ โดยการลงทุน
วางท่อส่งก๊าซและอุปกรณ์จากแหล่งผลิตของบริษัท ยูเนียนอยล์แห่งประเทศไทย จำกัด
และจากแหล่งผลิตของบริษัท เท็กซัสแปซิฟิค แห่งประเทศไทย จำกัด มาขึ้นฝั่ง ณ บริเวณ
ใกล้ตึกหีบ และถึงผู้ใช้ในเขตกรุงเทพมหานครนั้นนับว่าเป็นโครงการที่มีความสำคัญทาง
เศรษฐกิจของประเทศและคุ้มกับการลงทุน

2. เรื่องเงินลงทุนในการวางท่อส่งก๊าซนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซที่จะผลิตและจำ
หมายตลอดจนขึ้นอยู่กับขนาดของท่อซึ่งพิจารณาได้เป็นสามระดับ คือ ระดับเล็ก กลาง
และใหญ่ ขนาดเล็กจะลงทุนไม่ต่ำกว่า 5,000 ล้านบาท ขนาดกลางต้องลงทุนประมาณ
7,000 บาท ส่วนขนาดใหญ่จะลงทุนประมาณ 8,000 ล้านบาท

3. ความต้องการใช้ทางธรรมชาติสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเตา หรือ
เชื้อเพลิงอื่น ๆ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และในการอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ มี
ดังนี้ คือ

ในปี พ.ศ. 2524 มีความต้องการใช้สูงสุดวันละ 500 ล้านลูกบาศก์ฟุต โดย
ใช้สำหรับโรงไฟฟ้าประมาณ 350 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน ส่วนที่เหลือต้องการใช้สำหรับ
โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงงานถลุงเหล็ก โรงงานปูนซีเมนต์ โรงงาน
ผลิตโซดาแอช โรงงานผลิตปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยประเภทไนโตรเจน และสำหรับโรงงาน
อุตสาหกรรมขนาดกลาง - เล็ก ตลอดจนกลุ่มผู้ใช้รายย่อยในชุมชนอาคารร้านค้าและ
เขตเมืองใหม่

อนึ่ง ความต้องการดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวภายในเวลา 10 ปีข้างหน้า ในปัจจุบันนี้ทาง อ.ก.ช. กำลังพิจารณาสำรวจรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับความต้องการใช้กาซธรรมชาติของกลุ่มต่าง ๆ ในขั้นต่อไป

- การกำหนดราคาและรางวัลซื้อขายกาซธรรมชาติ

ทางคณะกรรมการพิจารณา กำหนดราคา กาซธรรมชาติ ซึ่งทางคณะกรรมการ ปีโตรเลียมได้แต่งตั้งขึ้นนั้น ได้ดำเนินการเจรจากับบริษัท ยูเนียนอยล์เป็นระยะ ๆ ตลอดจนเกี่ยวกับสูตรกำหนดราคาและรางวัลซื้อขายกาซธรรมชาติ ซึ่งได้ดำเนินการโดยอาศัยแนวทางคำแนะนำของที่ปรึกษาจากบริษัท British Gas Corporation นั้นได้ตกลงในหลักการและรายละเอียดปลีกย่อยกันเป็นส่วนใหญ่แล้ว เหลืออยู่เฉพาะการควบคุมคุณภาพและปริมาณกาซที่จะรับซื้อตลอดจนราคาพื้นฐานซึ่งจะต้องใช้เวลาพิจารณาในรายละเอียดให้รอบคอบอีกเล็กน้อย

นอกจากนี้การเจรจา เรื่องการกำหนดราคาและรางวัลซื้อขายกับบริษัท เท็กซัสแปซิฟิค ได้เริ่มดำเนินการแล้วตั้งแต่กลางเดือนสิงหาคมศกนี้

- การสำรวจขอมูลเพื่อการออกแบบท่อและอุปกรณ์

1. อ.ก.ช. ได้จ้างที่ปรึกษาทางเทคนิคจากสถาบัน ไอ.อี.เอส.ซี. ให้มาปฏิบัติงานให้ อ.ก.ช. ตั้งแต่ต้นเดือนสิงหาคม เกี่ยวกับการวางแผนเลือกแนววาง ท่อส่งกาซจากสถานีชายฝั่งสตัมปีไปสู่อำเภอพระนครใต้และกลุ่มผู้ใช้อื่น ๆ

2. การสำรวจแนววางท่อส่งกาซ

- ได้จ้างบริษัท Pipeline Technologists, Inc

เป็นที่ปรึกษา เพื่อกำหนดขอบเขตการปฏิบัติงานสำรวจสภาพของ ทะเลตามแนววางท่อในทะเลและสภาพพื้นดินตามแนววางท่อย่อย และให้คำปรึกษาในการคัดเลือกบริษัทผู้รับเหมารวบรวม

- ได้ทำการคัดเลือกบริษัทสำรวจสภาพของทะเล (Marine Survey Contractor) ซึ่งมีผู้เสนอมา 7 บริษัท คณะ

กรรมการ อ.ก.ช. ได้เลือกบริษัท Decca Survey แห่ง

ประเทศอังกฤษ ให้มาทำการสำรวจสภาพท้องทะเลตามแนววาง
ท่อส่งก๊าซธรรมชาติซึ่งมีระยะทางรวมกันทั้งสิ้นประมาณ 840 กม.
โดยตกลงทำสัญญาจ้างแบบเหมาจ่าย ในวงเงินประมาณ 6 ล้าน
บาท

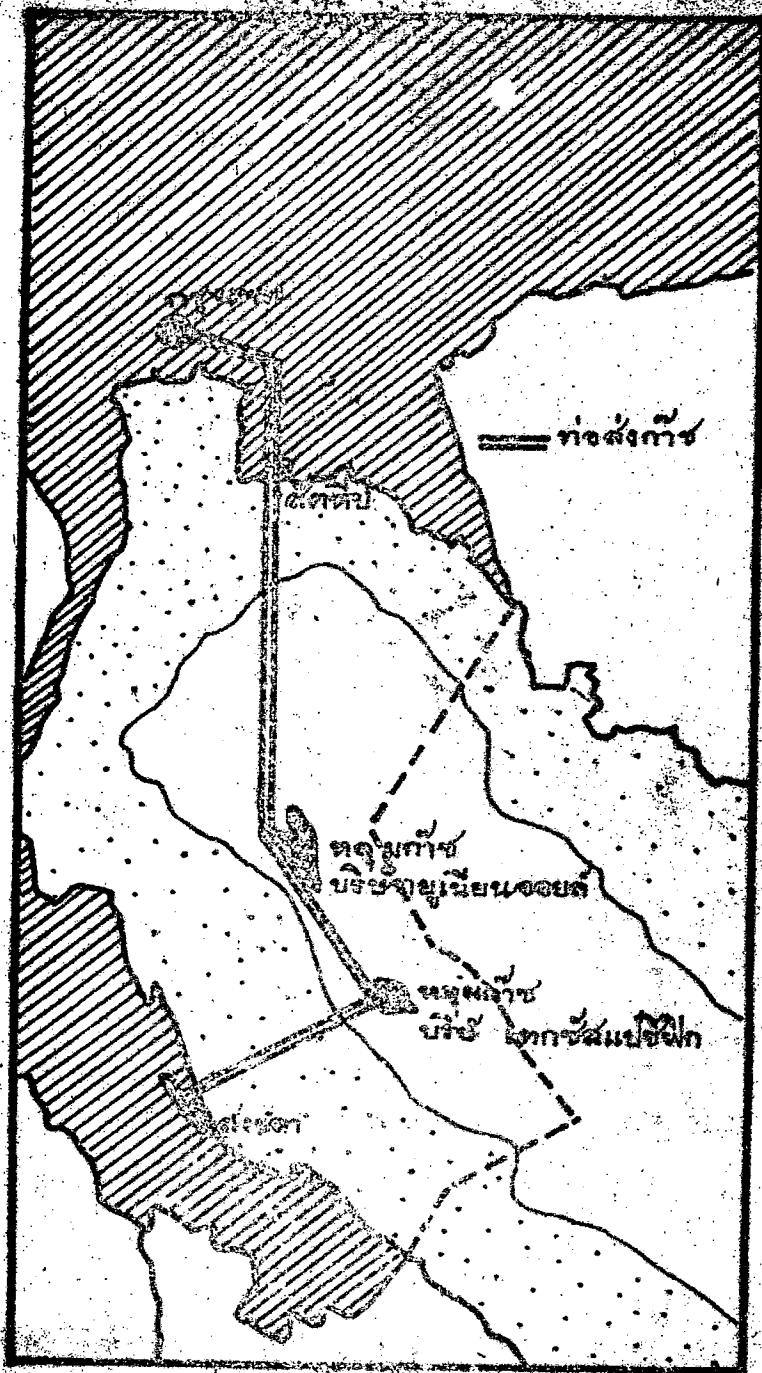
- ได้ทำการคัดเลือกบริษัทสำรวจสภาพพื้นดินตามแนวทางวางทอนบน
บก (Onshore Survey Contractor) ซึ่งมีบริษัทวิศวกรไทย
ยื่นเสนอรวม 8 ราย คณะกรรมการ อ.ก.ธ. ได้พิจารณาคัด
เลือกบริษัท Thai Engineering Consultants Co. Ltd.
ให้ทำการสำรวจสภาพพื้นดินตามแนววางทอก๊าซบนบกแบบจ้าง
เหมาภายในวงเงิน 573,210 บาท กำหนดแล้วเสร็จภายใน
75 วัน
- เริ่มงานสำรวจแนววางทอก๊าซทั้งในทะเลและบนบก ตั้งแต่ต้น
เดือนตุลาคม เป็นต้นไป และจะแล้วเสร็จภายในปลายเดือน
มกราคม 2521 ทั้งนี้โดยมีบริษัท Pipeline Technologists,
Inc. เป็นที่ปรึกษาควบคุมการสำรวจ

ข. ก่อสร้าง

เมื่อการสำรวจและออกแบบทอก๊าซและกำหนดขนาดของท่อแล้ว อ.ก.ธ.
ก็จะทำการประมูลซื้อท่อและอุปกรณ์จากบริษัทผู้ผลิตท่อ คัดเลือกบริษัทพอกซีเมนต์ และ
บริษัทก่อสร้างทอก๊าซ ซึ่งหมายความว่าบริษัทก่อสร้างทอก๊าซธรรมชาติก็จะลงมือ
ก่อสร้างวางท่อทั้งในทะเลและบนบกไปพร้อมกันเลย

อนึ่ง สำหรับการก่อสร้างทอก๊าซบนบกนั้น ทางรัฐบาลได้มีนโยบายว่าจะใช้
บริษัทวิศวกรของไทยเป็นผู้ดำเนินการ โดยมีบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาต่างประเทศเป็น
ผู้คอยควบคุมงานทางด้านเทคนิค

ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้วิศวกรไทย ช่างไทยและคนงานไทยได้ร่วมงาน
ในการพัฒนาอุตสาหกรรมชาติตั้งแต่เริ่มต้นอีกทั้งเป็นการสร้างงานใหม่ให้คนไทยได้ทำเพิ่มขึ้น
โดยได้ตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะให้แล้วเสร็จก่อนสิ้นปี 2523 พอถึงต้นปี 2524 ก็จะสามารถ
นำกฎหมายประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ แทน
แผนน้ำมันเตาได้



แผนที่ธรณีวิทยาภาคกลางและภาคใต้ของประเทศไทย

แนวโน้มของวิชาภูมิศาสตร์ในประเทศไทย

ศาสตราจารย์สวาท เสนาณรงค์

หัวหน้าภาควิชาภูมิศาสตร์

มศว. ประสานมิตร

การที่ผู้เขียนหันมาสนใจที่จะเขียนถึงแนวโน้มของวิชาภูมิศาสตร์ในไทย ก็เนื่องจากในระยะหลังไม่นานมานี้แม่แก่นักศึกษาวิชาภูมิศาสตร์ที่กำลังเรียนจะจบอยู่ในเร็ว ๆ นี้ยังเกิดความข้องใจในเรื่องนี้ขึ้นมา คือสงสัยว่าวิชาภูมิศาสตร์ที่เรียนกันในระดับมหาวิทยาลัยนี้มีเป้าหมายอย่างไรกัน จะมุ่งกันไปทางไหน เรียนแล้วจะไปทำอะไรได้บ้าง แม้แต่ขณะที่ออกไปฝึกสอนนักเรียนตามต่างจังหวัดก็ชักจะสงสัยว่าจะสอนกันให้ถูกเป้าหมายอย่างไร ถึงกับอยากให้พวกครูบาอาจารย์ทางคานวิชานี้เขียนออกมาให้อ่านกันบ้าง

ที่จริงในระยะเวลาที่มีท่านผู้รู้หลายท่านเขียนเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาและแนวคิดของวิชาภูมิศาสตร์ อาทิ ในวารสารภูมิศาสตร์ของสถาบันต่าง ๆ แต่เมื่อได้รับว่าจะเขียนในเรื่องนี้แล้วก็จะลองพยายามดู แต่ใครจะเขียนโดยอาศัยประสบการณ์ที่ตัวเองได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับวิชาภูมิศาสตร์ทั้งในฐานะผู้เรียนและผู้สอนที่ผ่านมากี่ในระยะเวลาที่นับว่ายาวนานพอสมควร อย่างน้อยก็เป็นระยะเวลาที่พอจะเป็นแนวโน้มของวิชาที่บ่งชี้ว่ามีแนวทางไปอย่างไร และถือว่าเป็นแนวความคิดของคน ๆ เดียวที่อาจจะไม่ถูกต้องกับของท่านผู้อื่นก็ได้

เมื่อเป็นเรื่องแนวโน้มหรือแนวคิดทางวิชาภูมิศาสตร์ในประเทศไทย ก็จำต้องกล่าวถึงปรัชญาของวิชาภูมิศาสตร์ทั่วไปสักเล็กน้อย แต่คงไม่จำเป็นที่จะต้องขนาดพาดพิงไปถึงลัทธิยุคกรีก โรมโบราณว่าวิชานี้มีแนวทางมาอย่างไรกันจนถึงปัจจุบัน เพียงแต่จะชี้ว่าแนวทางของวิชาที่เป็นอย่างเป็นที่ทราบกันว่า อย่างน้อยก็มีแนวทางที่เปลี่ยนแปลงกันมา ๒ ประการด้วยกัน เพราะแนวทางนี้ก็เป็นแนวทางที่เกี่ยวข้องมาถึงแนวทางในการเรียนการสอนวิชาในไทยบ้างไม่มากนัก

ปรัชญาที่เป็นแนวทางสำคัญของวิชาภูมิศาสตร์ที่ได้ศึกษามามีแนวโน้มอยู่ ๒ ประการด้วยกันคือ

๑. แรกเริ่มวิชาภูมิศาสตร์ จะมีแนวทางศึกษาเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม โดยเฉพาะภาวะแวดล้อมที่เน้นหนักหรือมักจะหมายถึงสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (Physical or natural environments) อันได้แก่ ลมฟ้าอากาศ ภูมิประเทศ ดิน พืชพรรณ และสัตว์ประจำถิ่น และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมาก เรียกว่ากำหนดชะตากรรมหรือวิถีชีวิตของมนุษย์ อาทิ ถ้าลมฟ้าอากาศแบบที่มีฝนตกน้อยไม่ถึง ∞ นิ้วต่อปี ก็จะมีพืชพรรณธรรมชาติอย่างดึกแคเป็นทุ่งหญ้าสั้น อาชีพสำคัญที่พอจะทำให้ได้ก็คือการเลี้ยงสัตว์ นำฝูงสัตว์เร่รอนหาที่ที่มีแหล่งทุ่งหญ้าให้สัตว์กิน หรือถ้าแห้งแล้งจริง ๆ เป็นทะเลทรายก็ทำอะไรไม่ได้ ไม่มีผู้คนอาศัยอยู่ เหล่านี้แสดงว่าภาวะแวดล้อมซึ่งกำหนดชีวิตของมนุษย์ให้เป็นเช่นนั้น

ในระยะแรก ๆ นี้คตินิยมของมนุษย์ขึ้นอยู่กับภาวะแวดล้อมอย่างมาก อย่างที่เรียกว่า "นียัตินิยมภาวะแวดล้อม" (Environmental Determinism)

๒. ในสมัยหลังต่อมาเมื่อมนุษย์มีความรู้ความสามารถ มีวิทยาการก้าวหน้าขึ้น มนุษย์ก็สามารถดัดแปลงปรับปรุงภาวะแวดล้อมให้เกิดประโยชน์ตามความต้องการของตนเองได้ ก็อาจดัดแปลงทุ่งหญ้า ทะเลทรายให้เป็นที่เพาะปลูกได้ โดยสร้างเขื่อนกัก ทดน้ำ หรือทำทางระบายน้ำเข้าไปสู่อริเวณที่แห้งแล้ง ทำการชลประทานแบบต่าง ๆ วิธีการที่เปลี่ยนแปลงเช่นนี้จะเห็นว่ามีมนุษย์มีบทบาทอย่างมาก อาจทำทุกอย่างให้เป็นไปได้ เกิดคตินิยมซึ่งอาจจะเป็นไปได้ (possibilism)

อย่างไรก็ตามถึงแม้มนุษย์จะมีบทบาทอย่างมากในสมัยหลัง แต่มนุษย์ก็ไม่อาจจะละทิ้ง หรือไม่สนใจต่อภาวะแวดล้อมที่มีความสำคัญในสมัยแรกนั้นได้ ภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติก็ยังมีบทบาทเกี่ยวข้องอยู่มาก มนุษย์อาจจะแก้ไขปรับปรุงเปลี่ยนแปลงภาวะธรรมชาติในบางอย่างได้ แต่ไม่สามารถแก้ไขได้ทั้งหมด ยังคงต้องตกอยู่ในอิทธิพลภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติอยู่ เช่น ภาวะที่เกิดวาตภัยร้ายแรง แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด แม่น้ำในประเทศที่มีเทคโนโลยีสูงก็ตาม ดังนั้นจะเห็นว่าภาวะแวดล้อมนั้นมี ๒ อย่างคือ

ภาวะแวดล้อมที่เกิดจากธรรมชาติและที่เกิดจากคนและทั้งสองอย่างนี้ น่าจะสัมพันธ์กัน

เมื่อแนวความคิดหรือปรัชญาสำคัญของภูมิศาสตร์มีลักษณะกว้าง ๆ ดังนี้ แนวทางในการศึกษาวิชาภูมิศาสตร์ก็มีแนวโน้มไปทำนองเดียวกัน นักภูมิศาสตร์ของโลกในสมัยแรก ๆ ก็คือนักเดินเรือที่จับบันทึกสถานที่, เหตุการณ์ทางภูมิศาสตร์ แม่น้ำภูเขา เกาะแก่ง และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณที่พบเห็นนี้โดยละเอียดเพื่อให้บุคคลรุ่นหลังได้ทราบข้อมูล ซึ่งก็นับว่าให้ประโยชน์อย่างมาก เพราะในสมัยนั้นยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับดินแดนต่าง ๆ อย่างกว้างขวางเหมือนในปัจจุบัน นักภูมิศาสตร์ในสมัยต่อมา มา จะต้องรู้จักชื่อแม่น้ำ ภูเขา ทะเลสาบ ทะเลทรายทั่วไปหมด ซึ่งลักษณะการเรียนการสอนแบบนี้ก็ยังมีอยู่ในหลายแห่ง ถึงแม้จะพบได้จากตำราเรียนของประเทศทางกลุ่มเมดิเตอร์เรเนียนของยุโรปบางประเทศ ภูมิศาสตร์แบบนี้ที่เรียกว่า "Cape and Bay Geography" ผู้ศึกษาจะต้องจดจำลักษณะภูมิศาสตร์ในดินแดนต่าง ๆ ทั่วโลก และมีลักษณะในเชิงการบรรยาย (description) สภาพแวดล้อมต่าง ๆ มากกว่าวิธีการอธิบาย (explanation)

การศึกษาวิชาภูมิศาสตร์ในประเทศไทยก็เช่นเดียวกันเพราะเราได้ยึดถือพิลจากต่างประเทศ ผู้เขียนเคยให้สัมภาษณ์กับนักศึกษาวิชาภูมิศาสตร์ในสมัยแรก ระยะเวลา ๒๐ ปีที่ผ่านมา จากหลักสูตรเก่าที่หาได้ในห้องสมุดของกระทรวงศึกษาธิการก็มีแนวตั้งกล่าว มีหัวข้อเนื้อหาวิชา เรียกว่า ภูมิศาสตร์พิภพ และภูมิศาสตร์พรรณนา ฟังแต่ชื่อก็คิดว่าคงเน้นหนักในทางการบรรยาย พรรณณลักษณะทางกายภาพของดินแดนต่าง ๆ ที่ศึกษา ถ้าเป็นลักษณะกายภาพ แม่น้ำ ภูเขา ของไทยก็คอยได้ผลบ้าง เพราะใกล้ตัวเราเอง แต่กรณีต้องไปพรรณมาถึงดินแดนประเทศอื่น ๆ ไกล ๆ ตัวออกไปก็จำลำบากมากขึ้น ยิ่งถ้าไม่มีภาพหรือแผนที่ประกอบให้นักเรียนดู ก็จะต้องหลับตาวาดภาพเอง ผลที่สุดจะให้สอบไล่ได้ก็คือท่องท่องจำไป แต่การสอนของไทยในสมัย ๔๐ - ๕๐ ปี บางโรงเรียนอาจกลับดีกว่าสมัยนี้ ได้มีการใช้แผนที่ประกอบการสอนมาก โดยเฉพาะในบางโรงเรียนที่ได้อธิปไตยหรือมีอาจารย์ต่างประเทศมาดำเนินการสอน จำได้ว่ามีหนังสือตำราเรียนเล่มหนึ่งในรูปลักษณะของแผนที่เล่ม (Atlas) เรียกว่า ภูมิศาสตร์สยาม ที่นาย เว็น ชัตตัน อาจารย์ใหญ่ของโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยในสมัยนั้นเป็นผู้แต่ง

จะมีแผนที่แต่ละส่วนทุกภูมิภาคของประเทศไทยแสดงลักษณะ ชื่อแม่น้ำ ภูเขา เกาะแก่งต่างๆ
 เชื่อมกำกับ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาประกอบไปด้วย หนังสือตำราเรียน หรือการสอน
 ส่วนใหญ่ก็ยังหนักในการท่องจำชื่อแม่น้ำภูเขา สิ้นค้าเข้า สิ้นค้าออก ผู้เขียนยังเคยหนึ่ง
 ท่องรายชื่อสินค้าเข้าและออกของไทยจนขึ้นใจ เพื่อจะสอบให้ได้คะแนนดี

นักเรียนที่ได้มีโอกาสเรียนกับครูอาจารย์ที่ให่วิธีการอธิบายและมีแผนที่ประกอบ
 เพื่อช่วยให้เรียนรู้ ก็ยังเข้าใจจำกัดที่อยู่จนกระทั่งเรียนจบไปนานแล้วก็ยังเข้าใจเรื่อง
 ราวทางดินแดนนั้นอยู่ จึงนับว่าเป็นวิธีการที่ดีกว่าการสอนในบางโรงเรียนในสมัยที่ไม่
 ยอมให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้แผนที่

การศึกษานี้เน้นหนักในแนวทางที่สองที่เกี่ยวกับตัวของมนุษย์ก็พึงจะมีมากในสมัยไม่นาน
 มานี้ จากหลักสูตรปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ของวิชาสังคมศึกษา ในความมุ่งหมายที่เกี่ยวกับวิชา
 ภูมิศาสตร์ โดยเฉพาะข้อ ๑ ที่กล่าวว่า "ให้มีความรู้ความเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่าง
 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและทางสังคม" "ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และการผลิต
 การบริโภค และการสงวนทรัพยากรของสังคม" และสอนให้รู้จักเหตุผลด้วย แต่ครูผู้สอน
 ตามโรงเรียนจะได้ ดำเนินตามเป้าหมายหรือไม่ กุญแจเป็นเรื่องที่ห่างเหินไป ใน
 เมื่อเนื้อหาที่ให้เรียนส่วนใหญ่ยังเป็นเรื่องของการบรรยายถึงดินแดนต่างๆ ประเทศ,
 เมืองหลวง สินค้าเข้า สินค้าออกของประเทศต่างๆ ทั่วโลก ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับ
 ประเทศไทยก็ลดน้อยลงในขณะที่เกี่ยวกับภูมิศาสตร์ของประเทศต่างๆ ที่ห่างตัวเราออกไป
 ก็เพิ่มมากขึ้นในแง่ของเนื้อหา มีการเรียนภูมิศาสตร์ภูมิภาคทวีปต่างๆ ทั้งเอเชีย ยุโรป
 อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา ออสเตรเลีย แทนที่จะมีลักษณะเพียงแต่
 World Regional Geography โดยสังเขปหัวข้อโดยทั่วไป การที่ต้องเรียน
 ภูมิศาสตร์ภูมิภาคมาตั้งแต่ชั้นประถม มัธยมต้น มัธยมปลายก็เลยต้องเพิ่มเติมข้อความ
 ให้ละเอียดพิสดารหนักขึ้นไปอีก เรื่องของประเทศของตัวเองก็ลดลงไปตามลำดับ รูปแบบ
 อันนี้ยังทิ้งร่องรอยอยู่จนถึงสมัยปัจจุบัน ผู้ที่โจมตีในเรื่องนี้ก็มักจะกล่าวว่า การที่เราวาง
 หลักสูตรตามนี้ก็เพราะใช้แนวของอังกฤษซึ่งเขาควรจะทำเช่นนี้เพราะเคยเป็นจักรวรรดิ
 ที่ยิ่งใหญ่มีดินแดนเมืองขึ้นไปทั่วโลก อย่างชนิดลูกไก่บินไม่ตก เขาก็จำเป็นต้องรู้จักดินแดน

ต่าง ๆ ทั่วโลก แต่เราเป็นประเทศเล็กแทนที่จะเรียนรู้จากเรื่องของเราเองกลับมองข้ามไป เมื่อเวลานำดินแดนอื่นมาเปรียบเทียบกับของไทยเราก็ไม่รู้จะเปรียบไปได้อย่างไร ในเมื่อเรายังไม่รู้จักตัวของเราเองดี จนถึงกับมีผู้กล่าวโจมตีว่าเราน่าจะเลิกเรียน ภูมิศาสตร์ภูมิภาคได้แล้ว ควรหันมาสนใจทางภูมิศาสตร์กายภาพมากกว่า เพราะเป็นเรื่องของหลักเกณฑ์วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเหตุผลน่าศึกษา ในเรื่องนี้ก็มีผู้โศกกลับมาจำได้ว่าในระหว่างที่มีการทำหลักสูตรวิชาภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ยังมี ภูมิศาสตร์ภูมิภาคของทวีปต่าง ๆ อยู่ก็เพราะถือว่า หนังสือภูมิศาสตร์เกี่ยวกับดินแดนต่างๆ เป็นภาษาไทยนั้นเรายังมีอยู่น้อย หรือไม่มีเลย โดยเฉพาะในระดับมหาวิทยาลัย ฉะนั้น ผู้เรียนจำต้องอาศัยตำราเรียนเรื่องราวของดินแดนอื่น ๆ อยู่ เพื่อจะได้ทราบข้อเท็จจริง และควรปรับปรุงการสอนอย่าให้เป็นลักษณะของการบรรยายเล่าให้ฟังอยู่ตามเดิม ควรที่จะใช้เชิงวิเคราะห์ให้มากขึ้น

การสอนในเรื่องดินแดนของไทย ภูมิศาสตร์ประเทศไทยมาสนใจกันมากเมื่อ ปี ๒๕๑๔ - ๒๕๒๐ ตามหลักสูตรใหม่ที่ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประเทศไทย ให้เกิดความรักนิยมบ้านเมืองของตน แต่ก็ไม่ว่าว่าการสอนจะเป็นไปตามเป้าหมาย ดังกล่าวนี้อหรือไม่ ในเมื่อเนื้อหาที่ยังบรรจุไว้อย่างยาวเหยียด ชวนให้ต้องท่องจำต่อไปอีก ส่วนแนวความคิดหรือปรัชญาในข้อที่สองที่เกี่ยวกับความสำคัญของตัวมนุษย์เอง ไม่ใช่เป็นเรื่องเฉพาะทางภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติเท่านั้น ยังต้องให้มาสัมพันธ์กับทางสังคมด้วย จะมีแนวให้เห็นในหลักสูตรวิชาสังคมศึกษา (ภูมิศาสตร์) ในปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายของวิชาภูมิศาสตร์ว่า "เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสังคมนั้น" "ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการผลิต การบริโภค และการสงวนทรัพยากร" ดังที่กล่าวมาแล้ว เหล่านี้แสดงว่าความสำคัญของมนุษย์เข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะทางด้านที่มนุษย์มีบทบาทสำคัญในทางเศรษฐกิจ และทางภาวะแวดล้อม วิธีการสอนก็จะเน้นทางด้านนี้ให้เกิดความคิด เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน แทนที่จะบรรยายให้เต็มไปด้วยความจดจำ แต่เนื้อหาในทางภูมิศาสตร์ก็ยังอยู่เต็มไปหมด และคงจะยิ่งเพิ่มมากยิ่งขึ้น เลยทำให้ผู้เรียนและผู้สอนไม่ทราบจะปฏิบัติตนอย่างไร

จะเรียนจะสอนเน้นหนักในทางไหน คุณประหนึ่งว่าเป้าหมายของวิชาภูมิศาสตร์ที่สอนอยู่นี้ ไม่มีจุดยืนที่แน่นอน จะมุ่งไปทางไหนกัน เนื้อหาก็กว้างเสียจนไม่ทราบว่ามีขอบเขตแค่ไหน สิ่งแวดล้อมทางกายภาพนั้นใดแกอะไร สิ่งแวดล้อมทางสังคมนั้นหยุดอยู่แคไหน ทำให้เนื้อหาจะครอบคลุมกว้างไปหมด ทำให้วิชาภูมิศาสตร์ดูเว้งว่าง ไม่เป็นตัวของตัวเอง เทียบเท่ากับวิชานั้นวิชานี้ไปหมด สมดังที่นักศึกษาวิชานี้ตั้งข้อสงสัยมาตั้งแต่ที่กล่าวไว้ในตอนแรก ว่าภูมิศาสตร์มีเป้าหมายหรือวิธีการที่แท้จริงอย่างไร

เป้าหมายที่แท้จริงของวิชาภูมิศาสตร์นั้นที่จริงมี และมีมานานแล้วด้วย ตามความหมายดั้งเดิมของคำนี้ในภาษาอังกฤษที่มาจากภาษากรีก ที่ว่ามาจากคำว่า "Geo" ที่แปลว่าแผ่นดิน, ภูมิ และ Graphy ที่หมายถึงวิทยาการหรือศาสตร์ แต่ความเปลี่ยนแปลงนั้นอยู่ที่วิธีการที่เรานำมาใช้ มาเรียนมาสอนให้ถูกต้องหรือไม่ จริงความหมายอาจจะเพี้ยนไปแต่ก็ไม่ห่างไกลไปจากคำเดิม แนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงจะเห็นได้จากประสบการณ์ที่ผ่านมาก็คงตนเอง เพียงแต่คำถามที่มีผู้ถามว่า "ภูมิศาสตร์คืออะไร" ก็จะต้องให้เห็นแนวโน้มที่เข้าใจกันมาว่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ในสมัยเป็นนักเรียนในโรงเรียนมัธยม สมัย ๕๐ กว่าปีที่ผ่านมาก็ได้คำอธิบายของวิชาภูมิศาสตร์ ดังที่กล่าวมา คือ วิชาที่เกี่ยวกับแผ่นดิน แต่แผ่นดินที่เราเน้นหนักก็เหมือนกับความเข้าใจตามแนวของปรัชญาในสมัยแรกคือหนักในทางภาวะแวดล้อมทางกายภาพ อาทิเช่น เรื่องแม่น้ำ ภูเขา มีลักษณะหน้าตาอย่างไร ถ้าเราศึกษาลักษณะของแผ่นดินในลักษณะอธิบายหาเหตุผลก็จะทราบกระบวนการวิวัฒนาการของพื้นแผ่นดินที่เปลี่ยนแปลงไป ถ้าจะเข้าใจเรื่องแผ่นดินแห่งใดให้ดี เราก็ต้องศึกษาที่ตัวแผ่นดินนั้น หรือถ้าไปไม่ได้ก็ต้องอาศัยจากตัวแทนของแผ่นดินคือ "แผนที่"

พอถึงสมัยต่อมาที่นำความสัมพันธ์ทั้งแผ่นดินและมนุษย์เข้าด้วยกัน ตามหลักสูตรในปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ที่กล่าวมานั้น จะเห็นว่าก็ได้แนวทางมาจากแนวของต่างประเทศ เพราะผู้เขียนจำได้ว่าเมื่อวิทยาลัยวิชาการศึกษามีสัญญาแลกเปลี่ยนทางวิชาการกับมหาวิทยาลัยอินเดียนา แห่งสหรัฐอเมริกา ผู้เชี่ยวชาญทางภูมิศาสตร์ ดร. โทมัส แฟรงก์ บาร์ตัน ที่ส่งมาช่วยการศึกษาทางด้านภูมิศาสตร์ระหว่างปี ๒๔๙๕ - ๒๕๐๐ เคยแจกข้อความที่ให้

ความหมายของวิชาภูมิศาสตร์แกนนิตที่สอนว่า ภูมิศาสตร์คือ "วิชาที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและทางวัฒนธรรมในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง (the study of the relationship between physical environments and cultural environments in any region.)" คร. บาร์ตัน ยังให้คำอธิบายเสริมต่อไปอีกว่า "cultural environments" นั้นคือหมายถึงคำ man-made environments คือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น และยังเน้นว่าในถิ่นใดถิ่นหนึ่งของโลก โดยยกตัวอย่างว่า เช่น ในจังหวัดใด, อำเภอใด, หรือตำบลใด เป็นต้น ซึ่งเรื่องนี้จะเห็นว่าสำคัญมากเพราะ สิ่งเหล่านี้ก็คือ สถานที่, พื้นที่, แดนดิน, ภูมิ นั่นเอง จะสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมสองอย่างนั้นไม่พอสองในถิ่นใดถิ่นหนึ่งของโลก และ คร. บาร์ตัน ยังเสริมถึง วิธีการศึกษาอีกว่า ต้องเน้นทั้งการบรรยาย (description และอธิบาย (explanation) ลักษณะของภูมิศาสตร์ นั้นมีความสัมพันธ์กัน (relationship) และเกี่ยวโยงกัน (association) จะต้องเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน และเริ่มจากบริเวณใกล้ตัวเองก่อนแล้วถึงห่างไกลออกไปตามลำดับ

ผู้เขียนก็ถนัดแนวที่เขียนไว้อย่างง่าย ๆ ดังกล่าวนั้นเพื่อเป็นแนวการสอนร่วมกัน แต่เมื่อได้มีโอกาสไปศึกษาต่ออีกครั้งในปี พ.ศ. ๒๕๐๐ จำได้ว่ามีศาสตราจารย์ของมหาวิทยาลัยอินเดียนา (คร. เบนเน็ต) ถามว่าลองให้คำจำกัดความของภูมิศาสตร์ให้ฟัง ผู้เขียนก็ตอบไปตามคำสอนของ คร. บาร์ตัน ประโยคแรก ผลที่ได้รับก็คือ คำนิยามนั้นทันสมัยไปแล้ว เขาใช้กันมาเมื่อ ๒๐ ปีก่อน และได้บอกว่าปัจจุบันนี้เราศึกษาภูมิศาสตร์ในเรื่อง "causes and effects" ซึ่งเข้าใจว่าจะเน้นหนักในวิธีการศึกษาที่เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน ข้อสำคัญไม่ใช่เป็นการบรรยายหรือท่องจำ ก็ควรจะเข้าใจที่ในสมัยหลังพวกเรทางภูมิศาสตร์จะเน้นการสอนในเรื่องเหล่านี้ให้มาก เป็นเหตุเป็นผลที่สัมพันธ์กันโดยเฉพาะเหตุผลที่อาศัยหลักเกณฑ์ แนวคิดทางภูมิศาสตร์ ดังวิธีง่าย ๆ ถ้ามีฝนปริมาณเช่นนี้ ดินเช่นนี้ ก็ทำให้มีพืชพรรณ, อาชีพของประชากร เช่นนั้น ไม่ใช่เป็นการบรรยายเล่าให้ฟังต้องให้นักเรียนได้คิดหาเหตุผลทางภูมิศาสตร์ออกมาเอง (geographical thinking)

ในระยะต่อมาอีกไม่กี่ปี ทางวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้ศาสตราจารย์คณะศึกษาศาสตร์ ดร. เอนเกล (Dr. Engle) แลกเปลี่ยนมาใหม่อีก ในบทเรียนให้ความคิดรวบยอดของวิชาแต่ละแขนงทางศึกษาศาสตร์ ดร. เอนเกล ให้ความหมายของวิชาภูมิศาสตร์ ดังจะเห็นว่ามิอะไรพิสดารมากกว่าของ ดร. บาร์ตัน คือ

Geography deals with areal arrangement. Its Principal orientation is toward terrestrial space, the earth surface, where it studies the varying distributional patterns created by nature and man. It seeks to define physical and cultural feature found on earth, to show their distribution, to make them understandable by explaining the basic forces or factors underlying the locational patterns of their existence, and to present the more fundamental of their interrelationships

ขอได้สังเกตคำที่ขีดเส้นใต้ไว้ล้วนแต่มีความหมายในทางภูมิศาสตร์อย่างใด การจัดระเบียบของเนื้อที่, พื้นที่ของแผ่นดิน, แบบรูปของการแจกกระจาย, แบบรูปของทำเลที่ตั้ง, ความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน.

หลังจากนั้นต่อมาจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะเมื่ออาจารย์ของเรากลับจากการศึกษาต่อวิชาภูมิศาสตร์เพิ่มเติมมาจากต่างประเทศ ถ้ามีใครตั้งคำถามนิสิต นักศึกษารุ่นหลัง ๆ ว่า ภูมิศาสตร์คืออะไร นิสิตบางคนตอบทันทีไม่ได้ บางคนก็ตอบตามความหมายเก่า แต่หลายคนตอบสั้น ๆ ทันทีว่า "เป็นการศึกษาถึงเรื่อง "Space "

"Space" ในความหมายจากพจนานุกรมภูมิศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถานให้ไว้ว่า ระว่างที่ (เช่น ระยะทางที่ยืดหยุ่นออกไป, พื้นที่ ที่พอดีพอเหมาะสมควร หรือที่อาจารย์บางคนให้ว่า "ภูมิ" แผ่นดินจะเห็นว่าผลที่สุดความหมายของภูมิศาสตร์กลับมาตามเดิมคือ พื้นที่ แผ่นดิน ภูมิ ภูมิศาสตร์ที่ไม่พบ แผ่นดิน เราต้องศึกษาถึงเรื่องแผ่นดินอยู่ ศึกษาพื้นที่ หรือจะเป็นพื้นที่สัมพันธ์กันระหว่างสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและทางสังคมอย่างไรก็ตาม

ดังนั้นสิ่งอะไรเล่าที่เปลี่ยนไป ที่มีแนวโน้มเปลี่ยนไปจากเดิมคืออะไร อยากจะขอตอบอย่างง่าย ๆ ว่า สิ่งที่เปลี่ยนคือแนวโน้มทางการศึกษา ซึ่งก็เป็นธรรมดาของวิทยาการทั้งหลาย ที่จะต้องเจริญเติบโตขึ้นไปอยู่เรื่อย ๆ ไม่มีการหยุดนิ่ง ดังปรัชญา

ของการศึกษา เช่นกัน คือการเจริญงอกงามใกรคิดค้นวิธีการใหม่ ทฤษฎี กฎเกณฑ์ใหม่
อะไรเข้ามา ถ้าใช้ประโยชน์ใคข้อมูลที่ดี ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ก็ยอมรับที่ยอมรับ
นำมาใช้ให้แพร่หลายต่อไป เพราะภูมิศาสตร์นั้นไม่ใช่วิชาทางด้านสังคมศาสตร์อย่างเดี่ยว
เป็นวิทยาศาสตร์ตาย " Owing to its dual nature, Geography is both a
natural and a social science as such, serve as an integrating link"
ฉะนั้นเราใช้ข้อมูลต่าง ๆ นำมาคิดคำนวณด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกับวิทยาศาสตร์
อื่น ๆ แต่เราต้องพึงเห็นผลข้อมูลทางด้านสังคมศาสตร์อย่างมากมาย ประกอบคำอธิบายการวิเคราะห์
ของเราให้รอบคอบยิ่งขึ้น

ภูมิศาสตร์ในสมัยหลังในปัจจุบันเรามุ่งในเรื่องอะไร เรามักพูดกันบ่อยครั้งเกี่ยวกับ
ปริมาณวิเคราะห์ (Quantitative analysis) การวิเคราะห์ที่อาศัยข้อมูลวิธีการ
ที่วัดได้ ซึ่งมีวิธีการมากมาย แต่ถ่วงเวียนอยู่ในเรื่องระวางที่ พื้นที่ (space) เกี่ยว
กับทำเลที่ตั้ง (Location) ซึ่งมีอยู่หลายประการที่สัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวข้องกับ
ตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดคำศัพท์ที่มีความหมายเกี่ยวกับพื้นที่ (space) มากหลาย เช่น
Spatial distribution, Spatial relation, Spatial interaction
จนในที่สุดถึงกับมีผู้ให้คำจำกัดความภูมิศาสตร์คือการศึกษาดังตัวแปรของพื้นที่ที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก
"Geography is the study of spatial variation on the earth's surface"
ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาและวิจัยเพื่อเป็นเครื่องมือในการ
วางหลักเกณฑ์การกำหนดทำเลที่ตั้ง รูปแบบของการตั้งถิ่นฐาน อาชีพ ที่ตั้งที่เหมาะสมของ
โรงงานอุตสาหกรรม ที่ตั้งทางการเกษตร โรงเรียน โรงพยาบาล สถานือนามัย ฯลฯ
ฉะนั้นภูมิศาสตร์ (Geographer) ที่แท้จริงจะไม่มีบทบาทในกิจการหลายอย่าง ไม่ได้
เป็นเพียงครูสอนวิชาภูมิศาสตร์แต่อย่างเดี่ยว

ถ้าจะสรุปสั้น ๆ ในเรื่องแนวโน้มของวิชาภูมิศาสตร์นั้น ใครจะกล่าวว่าเป้าหมาย
ของวิชาภูมิศาสตร์ไม่ได้เปลี่ยนแปลง ยังเป็นการศึกษาเรื่องแผ่นดิน " ภูมิ " เรื่องพื้นที่อยู่
แต่ที่มีแนวเปลี่ยนไปในระยะเวลาที่ผ่านมาก็คือ วิธีการศึกษา ในขั้นแรกนั้นมุ่งศึกษาแต่
เพียงการแจกกระจายความสัมพันธ์ของภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติและทางสิ่งที่มีมนุษย์
สร้างขึ้นในดินแดนหนึ่งของโลกอย่างกว้าง ๆ โดยวิธีการที่ควรอธิบายให้เป็นที่ยุติ

กัน ในทางภูมิศาสตร์ แต่ในสมัยต่อมาวิธีการศึกษานั้นได้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 ทางสถิติคำนวณมาใช้ประโยชน์ ศึกษาในพื้นที่เฉพาะแห่งตามที่ต้องการ เพื่อค้นหาข้อมูล
 เป็นตัวเลขออกมาวิเคราะห์หาเหตุผล และทำข้อมูลด้านอื่น ๆ มาประกอบการวิเคราะห์
 นั้นด้วย ซึ่งวิธีการปริมาณวิเคราะห์ (Quantitative Analysis) เหล่านี้
 ถ้าได้ศึกษาและนำไปใช้อย่างได้ผลแล้วก็จะเกิดประโยชน์ในกิจการงานหลายอย่าง
 โดยเฉพาะในการวางแผน นโยบาย กำหนดคชอบขายของฝั่งงาน ปรระสานงาน
 ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถ้าได้ศึกษากันอย่างจริงจังตามแนวใหม่แล้ว
 ก็จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาท้องถิ่น พัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเช่นเดียวกับ
 กับการศึกษารอื่น ๆ เช่นกัน

การศึกษาลักษณะการกระจายตัวของแหล่งเสื่อมโทรม
ในเขตกรุงเทพฯ - ชนบุรี โดยใช้ Nearest - Neighbor Index.

โดย กวี วรรณ

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มศว.ประสานมิตร

ความนำ

กรุงเทพฯ-ชนบุรีในปัจจุบันได้กลายเป็นเมืองใหญ่เมืองหนึ่งในเอเชียและเป็นเมืองที่ใหญ่ที่สุดเมืองเดียวของประเทศไทย (Primate City) ที่เราเรียกว่าเมืองโตเดี่ยว เหตุที่ทำให้กรุงเทพฯ มีขนาดใหญ่มาก เนื่องจากกรุงเทพฯ ได้กลายเป็นศูนย์กลางการปกครอง ศูนย์กลางเศรษฐกิจ ศูนย์กลางการศึกษา ศูนย์กลางการคมนาคม และศูนย์กลางการบริการทั้งหมดในประเทศ

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา กิจการอุตสาหกรรมได้พัฒนาอย่างมากทั้งในเขตกรุงเทพฯ และชานเมืองทำให้มีผู้คนอพยพเข้ากรุงเทพฯ เพื่อเข้ามาหางานทำเป็นจำนวนมากเช่นกัน

ผลที่เกิดจากการอพยพเข้าเป็นจำนวนมากทำให้กรุงเทพฯ ต้องรับภาระในเรื่องอุปโภค บริโภค และสาธารณูปโภค และกลายเป็นปัญหาที่แก้ยาก บริการไม่ทั่วถึง เช่น ปัญหาการจราจร ปัญหาน้ำประปา ปัญหาที่อยู่อาศัย ฯลฯ

สำหรับปัญหาที่อยู่อาศัย นับเป็นปัญหาใหญ่ของกรุงเทพฯ ปัญหาหนึ่งเนื่องจากแต่เดิมกรุงเทพฯ ไม่มีการวางผังเมืองกันมาก่อน จึงปรากฏว่าที่อยู่อาศัยในเขตกรุงเทพฯ-ชนบุรี เป็นลักษณะผสม ไม่เป็นระเบียบอยู่ปะปนกันทั่วไป มีทั้งบ้านชนิดดีที่สุุดจนถึงชั้นเลวที่เรียกว่า เป็นแหล่งเสื่อมโทรม

ปัญหาเรื่องแหล่งเสื่อมโทรม เป็นปัญหาที่ทางเทศบาลนครกรุงเทพฯ ให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพราะจากการสำรวจของกระทรวงมหาดไทย ปรากฏว่าแหล่งเสื่อมโทรมมักกระจายอยู่ทั่วกรุงเทพฯ ไม่น้อยกว่า 80 แห่ง

จากลักษณะการกระจายของแหล่งเสื่อมโทรม ในเขตกรุงเทพฯมหานครเป็นปริมาณมาก ดังกล่าว จึงเป็นสิ่งสมควรจะศึกษาลักษณะการกระจายเป็นอย่างยิ่ง

ความมุ่งหมายในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายของแหล่งเสื่อมโทรมในกรุงเทพฯ ว่ามีลักษณะการกระจายเป็นอย่างไ
2. เพื่อศึกษาว่าลักษณะการกระจายของแหล่งเสื่อมโทรมนั้น มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยรอบอย่างไร

ข้อมูลและขอบเขตที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจโดยกระทรวงมหาดไทย เมื่อวันที่ 20 กันยายน ถึง 20 ตุลาคม พ.ศ. 2512 และได้จัดแสดงแหล่งเสื่อมโทรมไว้ในแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 รวมไว้กับเขตที่อยู่อาศัยหนาแน่นอื่น ๆ ที่ได้ทำการสำรวจ

ผู้เขียนได้จัดทำแยกเขียนออกมาไว้ต่างหาก (ดูแผนที่ประกอบ) เฉพาะเขตที่เป็นแหล่งเสื่อมโทรม ที่มีอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และธนบุรี

จากนั้นได้แปลง ตำแหน่งของแหล่งเสื่อมโทรมจากที่แสดงเป็นบริเวณ มาเป็นจุด โดยถือจุดตรงกลางบริเวณแหล่งเสื่อมโทรมนั้น เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ทาง

คำจำกัดความ

คำว่าแหล่งเสื่อมโทรม ได้จัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. บริเวณแหล่งเสื่อมโทรมมาก หมายถึงบริเวณแหล่งเสื่อมโทรมที่มีสภาพอาคารชั่วคราว เช่น ฝาไม้ สังกะสี หรือ ก่ออิฐไม่ หลังคามุงสังกะสีเก่า ๆ หรือจาก และมีสภาพบริเวณค้ำน้ำขัง
2. บริเวณแหล่งเสื่อมโทรมน้อย หมายถึงแหล่งเสื่อมโทรมที่มีสภาพอาคารค่อนข้างถาวรแต่มีสภาพทรุดโทรม มีการต่อเติมจนเกือบไม่มีบริเวณขาน ไม่มีการระบายน้ำ

วิธีการศึกษา

ได้จัดแบ่งเขต แหล่งเสื่อมโทรมออกเป็น 5 เขต ดังนี้ คือ

1. เขตกลาง ได้แก่เขตย่านใจกลางกรุงเทพฯธนบุรี หรือเขต C.B.D. โดยกำหนดเขตตั้งแต่ เชียงสะพานกรุงธนบุรีท่ามถนนราชวิถี-อนุสาวรีย์-

- ชัยสมรภูมิ ถนนราชปรารภ - ถนนราชคำริ - ถนนสีลม จดแม่น้ำ
เจ้าพระยา แล้วเรียบชายฝั่งไปจดตำแหน่งเดิมซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ
28.4 ตารางกิโลเมตร มีตำแหน่งของแหล่งเสื่อมโทรม ถึง 23 แห่ง
2. เขตเหนือ ได้แก่เขตตั้งแต่ถนนราชวิถี - ถนนสุขุมวิท -
ถนนดินแดง - ซุปเปอร์ไฮเวย์ - ทางรถไฟสายเหนือ วกไปสถานีบางซื่อ
ตามทางรถไฟสายใต้ ไปถึงสะพานพระราม 6 แล้วเรียบชายฝั่ง
เจ้าพระยาไปจดตำแหน่งเดิม ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 30.75 ตารางกิโลเมตร
มีตำแหน่งแหล่งเสื่อมโทรม 12 แห่ง
3. เขตตะวันออก ได้แก่เขตติดต่อกับเขตเหนือด้านซุปเปอร์ไฮเวย์ จดถนน
ราชปรารภ ทางใต้คือ ถนนเพลินจิตและสุขุมวิท ถึงสะพานพระโขนง
ตลอดจนแสนแสบ ตลอดจนถึงบางทองกลาง จดถนนลาดพร้าว ไปต่อ
พหลโยธิน และซุปเปอร์ไฮเวย์ มีเนื้อที่ประมาณ 51.7 ตารางกิโลเมตร
มีตำแหน่งแหล่งเสื่อมโทรมประมาณ 11 แห่ง
4. เขตใต้ ได้แก่ แนวเขต ตั้งแต่สะพานพระโขนงตามแนวคลองพระโขนง
มาจดแม่น้ำเจ้าพระยา เรียบชายฝั่งมาถึงหัวถนนสีลม จึงวกไปตามถนน
สีลม ราชคำริ จดถนนเพลินจิตแล้ววกไปตามถนนสุขุมวิท ถึงตำแหน่ง
เดิมมีเนื้อที่ประมาณ 50.0 ตารางกิโลเมตรมีตำแหน่งเสื่อมโทรมประมาณ
21 แห่ง
5. เขตตะวันตก ได้แก่ เขตฝั่งธนบุรีทั้งหมด โดยถือจุดตั้งแต่สะพาน
พระราม 6 เรียบชายฝั่งเจ้าพระยา ถึงคลองควาคะนอง วกไปตามแนว
คลองควาคะนอง ต่อแนวคลองคาน ตลอดจนถึงบางขุนศรี ตลอดจนถึงบางกอกน้อย
ตามถนนจรดสนิทวงศ์ไปถึงตำแหน่งเดิม ที่สะพานพระราม 6 มีเนื้อที่
ประมาณ 45 ตารางกิโลเมตร มีตำแหน่งแหล่งเสื่อมโทรมประมาณ 15 แห่ง

เครื่องมือที่ใช้ศึกษา

1. ใช้หลักการของ "nearest neighbor analysis" ของ Clark
และ Erans ซึ่งได้เสนอวิธีคำนวณที่เรียกว่า R Scale ไว้ดังนี้

$$\bar{R} = \frac{\bar{r}A}{\bar{r}E}$$

R = ค่าของลักษณะการกระจาย

$$\bar{r}A = \frac{r}{N}$$

r = ผลรวมระหว่างจุดที่มีระยะทางที่ใกล้ที่สุด

N = จำนวนจุด (แหล่งสลัม)

$$\bar{r}E = \frac{1}{2\sqrt{P}}$$

$$P = \frac{\text{จำนวนจุดหรือแหล่งสลัม}}{\text{พ.ท. ของบริเวณนั้น}}$$

2. เมื่อหาค่า R Scal ได้แล้ว จึงนำค่าที่ได้มาจำแนกตาม Pattern ดังต่อไปนี้

ค่า 0.00 - 0.70 กระจายแบบจับกลุ่มกระจุก (Clustered Pattern)

ค่า 0.70 - 1.40 " " ตามบุญตามกรรม (Random Pattern)

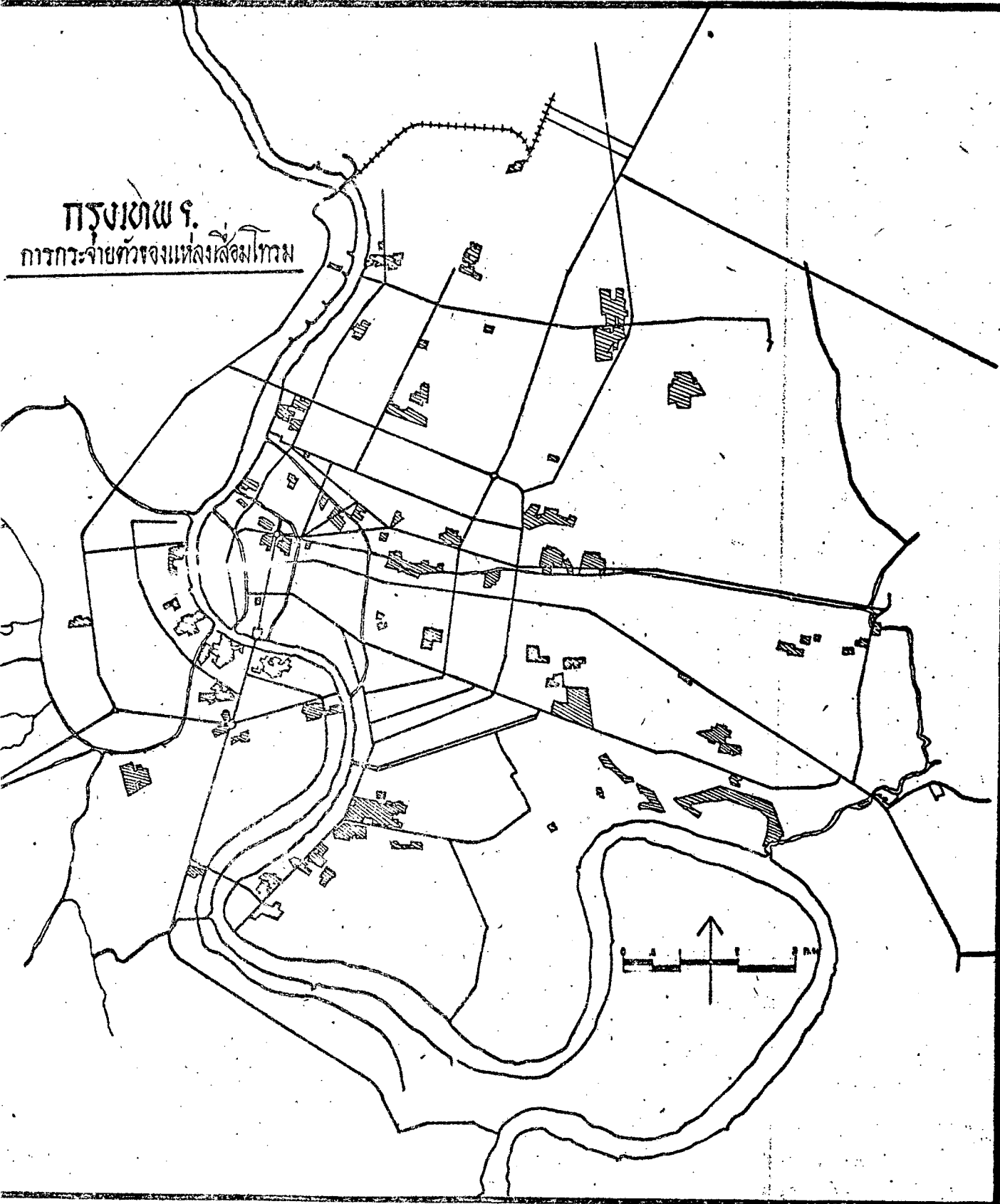
ค่า 1.40 - 2.14 " " กระจัดกระจาย (Dispersed Pattern)

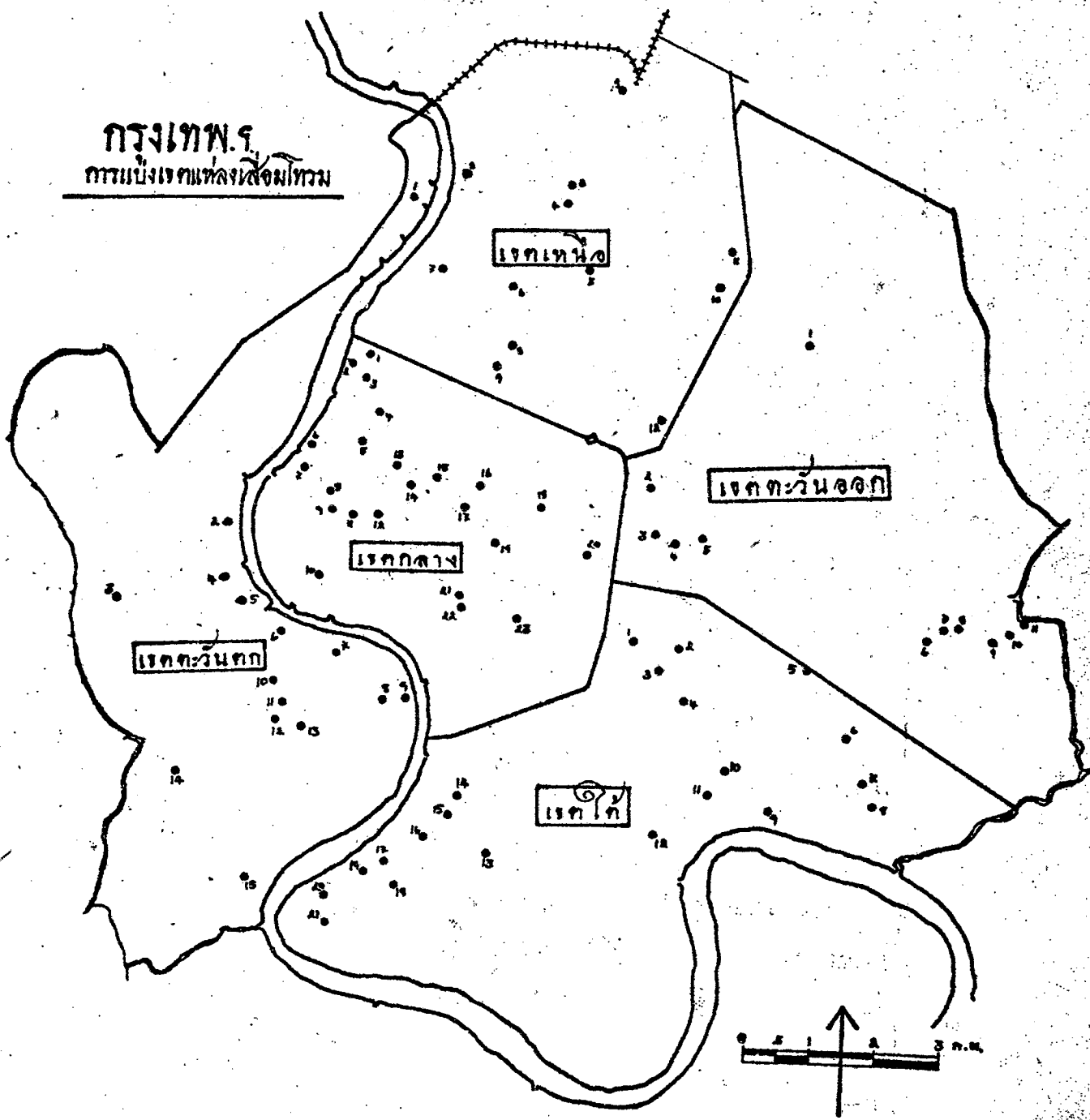
3. เมื่อจัด Pattern ของแต่ละเขตได้แล้ว จึงนำมาวิเคราะห์ในเชิงภูมิศาสตร์ โดยวิธี Descriptive หาค่าความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในแต่ละเขต

การกระทำกับข้อมูล

เมื่อได้จัดทำแผนที่และแบ่งเขตเสร็จแล้ว ได้ทำการวัดระยะจากแผนที่ และนำมาคำนวณดังนี้

กรุงเทพมหานคร
การกระจายตัวของแหล่งอุตสาหกรรม





เขตกลาง

ระยะจากจุด ถึงจุด	ระยะทาง (ก.ม.)	ระยะทางเป็นค (ก.ม.)	
1-2	.3	.3	
2-1	.3	-	
3-2	.35	.35	
4-5	.55	.55	
5-4	.55	-	$\bar{r}_A = \frac{r}{N} = \frac{8.35}{23}$
6-7	.4	.4	= .36
7-6	.4	-	
8-9	.3	.3	$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{P}} = \frac{1}{2\sqrt{.81}}$
9-8	.3	-	= .55
10-9	1.1	1.1	$R_n = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} = \frac{.35}{.35}$
11-9	.35	.35	= .65
12-11	.4	.4	
13-14	.35	.35	
14-15	.4	.4	
15-14	.4	-	
16-17	.4	.4	
17-16	.4	-	
18-19	.9	.9	
19-18	.9	-	
20-19	1.45	1.45	
21-22	.2	.2	
22-21	.2	-	
23-22	.9	.9	
$N = 23$		$\epsilon r = 8.35$	

เขตเหนือ

ระยะจากจุดถึงจุด	ระยะทาง (ก.ม.)	ระยะทางเป็นคู่ (ก.ม.)	
1-3	1.75	1.75	$\bar{r}_A = \frac{r}{N} = \frac{9.40}{12} = .783$
2-3	1.6	1.6	
3-4	.5	.5	$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{6.2}} = \frac{1}{1.24} = .81$
4-3	.5	-	
5-4	1.1	1.1	$R_n = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} = \frac{.783}{.81}$
6-7	1.15	1.15	
7-6	1.15	-	$= .97$
8-9	.4	.4	
9-8	.4	-	
10-11	.6	.6	
11-10	.6	-	
<u>12-10</u>	<u>2.3</u>	<u>2.3</u>	
N = 12		$\Sigma r = 9.40$	

เขตตะวันออก

ระยะจากจุดถึงจุด	ระยะทาง (ก.ม.)	ระยะทางเป็นคู่ (ก.ม.)	
1-2	3.3	3.3	$\bar{r}_A = \frac{r}{N} = \frac{5.85}{11}$
2-3	.75	.75	
3-4	.3	.3	$= .53$
4-3	.3	-	
5-4	.4	.4	$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{P}} = \frac{1}{2\sqrt{.46}}$
6-7	.3	.3	
			$= 1.08$
			$R_n = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} = \frac{.53}{1.08}$

ระยะจากจุด ถึงจุด	ระยะทาง (ก.ม.)	ระยะทางเบี่ยง (ก.ม.)	
7-8	.25	.25	$R_n = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} = \frac{.53}{1.08}$
8-7	.25	-	
9-10	.25	.25	= .49
10-9	.25	-	
<u>11-10</u>	<u>.3</u>	<u>.3</u>	
N = 11		$\epsilon r = 5.85$	

เขตใต้

ระยะจากจุด ถึงจุด	ระยะทาง (ก.ม.)	ระยะทางเบี่ยง (ก.ม.)	
1-3	.6	.6	
2-3	.45	.45	
3-2	.45	-	
4-3	.6	.6	
5-6	1.25	1.25	$\bar{r}_A = \frac{r}{N} = \frac{9.40}{21}$
6-7	.75	.75	= .45
7-8	.4	.4	
8-7	.4	-	$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{P}} = \frac{1}{2\sqrt{.42}}$
9-10	.9	.9	
10-11	.45	.45	= $\frac{1}{2 \cdot .65} = \frac{1}{1.30}$
11-10	.45	-	
12-11	1.05	1.05	= .77
13-15	.9	.9	$R_n = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} = \frac{.45}{.77}$
14-15	.35	.35	= .58

ระยะจากจุด ถึงจุด	ระยะทาง (ก.ม.)	ระยะทางเป็นค (ก.ม.)	
15-14	.35	-	
16-15	.5	.5	
17-19	.35	.35	
18-17	.4	.4	
19-17	.35	-	
20-21	.45	.45	
21-20	.45	-	
N = 21		$\Sigma r = 9.40$	

เขตตะวันตก

ระยะจากจุด ถึงจุด	ระยะทาง (ก.ม.)	ระยะทางเป็นค (ก.ม.)	
1-2	5.95	5.95	
2-4	.9	.9	$\bar{r}_A = \frac{r}{N} = \frac{16}{15}$
3-4	1.75	1.75	$= 1.07$
4-5	.45	.45	
5-4	.45	-	$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{P}} = \frac{1}{2\sqrt{.33}}$
6-5	.8	.8	
7-6	.95	.95	$= \frac{1}{2 \cdot .57} = .88$
8-9	.35	.35	
9-8	.35	-	$R_n = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} = \frac{1.07}{.88}$
10-11	.35	.35	
11-12	.30	.30	$= 1.21$
12-11	.30	-	

ระยะจากจุด ถึงจุด	ระยะทาง (ก.ม.)	ระยะทางเบี่ยง (ก.ม.)	
13-12	.45	.45	
14-12	1.75	1.75	
<u>15-14</u>	<u>2.00</u>	<u>2.00</u>	
N = 15		Er = 16.00	

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลที่คำนวณได้ จำแนกผลได้ดังนี้

เขต	จำนวนสลัม	เนื้อที่ (ก.ม. ²)	ค่า	Pattern
กลาง	23	28.4	.65	Cluster Pattern
เหนือ	12	30.75	.97	Random Pattern
ตะวันออก	11	51.9	.49	Cluster Pattern
ใต้	21	50.0	.58	Cluster Pattern
ตะวันตก	15	45.0	1.21	Random Pattern

จากผลที่ได้ จะเห็นว่าไม่มีเขตไหนมีการกระจาย แบบ Dispersed Pattern เลย หมายถึงไม่มีการกระจายในลักษณะของ ระยะทางเท่า ๆ กัน เต็มพื้นที่ในเขตใดเขตหนึ่ง Pattern ที่ปรากฏจะเป็นแบบ Cluster และ Random แสดงว่าจะมีการกระจายตัวเป็นแบบรวมกลุ่ม (Cluster) บาง เป็นแบบกระจายไม่เป็นที่ทิศทาง (Random) บาง แต่เป็นแบบรวมกลุ่มเสียมากกว่าคือ ปรากฏอยู่ใน 3 เขต คือ เขตกลาง เขตตะวันออก และเขตใต้

1. ถ้าวิเคราะห์ การกระจายที่เป็นกลุ่มนี้แล้วทั้ง 3 เขต ที่มี Pattern แบบกลุ่ม จะมีลักษณะ เป็นที่น่าสังเกตได้ดังนี้

1.1 มีจำนวนแหล่งเสื่อมโทรมมาก ในเขตกลาง และเขตใต้ ยกเว้นตะวันออก

1.2 แหล่งเสื่อมโทรม จะรวมตัวอยู่ในเขตที่มีอาคารบ้านเรือนหนาแน่นทั้งหมด

- 1.3 แนวที่แหล่งเสื่อมโทรมกระจายตัว จะเป็นเขตที่อยู่อาศัยเก่า หรือตามแนวถนนที่มีมาแต่เก่า

เขตกลาง

จะเห็นว่าส่วนใหญ่ เป็นเขตที่มีการสร้างบ้านเรือนมากจนเขตรอบนอก จึงมีจำนวนแหล่งเสื่อมโทรมมากที่สุด และส่วนใหญ่จะอยู่ส่วนเหนือ ได้แก่บริเวณ ถนนสามเสน บริเวณเทเวศร์ บางลำพู นางเลิ้ง และตามแนวคลองแสนแสบ เขตนี้มีแนวต่อเนื่องกันโดยตลอด จึงทำให้จับกลุ่มเป็นกลุ่มใหญ่กลุ่มเดียว และระยะระหว่างแหล่งเสื่อมโทรมแต่ละแห่งไม่ห่างไกลนัก

เหตุผลว่าทำไมจึงได้มีแหล่งเสื่อมโทรมหนาแน่นบริเวณนี้ อาจให้เหตุผลได้ว่า

1. เพราะส่วนนี้มีการตั้งถิ่นฐานมานาน ต่อมาเมื่อเมืองเจริญขึ้น ผู้คนได้อพยพเข้ามามากขึ้น จึงได้มีการสร้างอาคารร้านค้า เบียดเสียดกันมากขึ้น แม้ว่าจะมีเนื้อที่เพียง เล็กน้อยก็ตาม

2. การที่ผู้คนอพยพมาอยู่บริเวณนี้มาก ก็เนื่องจากใกล้บริเวณศูนย์กลางการค้า ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วสำหรับสมัยก่อน

3. ส่วนมากริมถนนจะเป็นอาคารร้านค้า แต่ด้านหลังของอาคาร จะเป็นแหล่งเสื่อมโทรม เพราะคนจะไปแทรกอยู่ตามซอกซอย โดยไปสร้างที่อยู่อาศัยติดกันเป็นฟัก

เขตใต้

จะมีลักษณะจับกลุ่ม เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มบริเวณ ตามแนวถนน เจริญกรุง ตั้งแต่บางรักถึงถนนตก รวมทั้งถนนจันทร์

อีกกลุ่มหนึ่งได้แก่แนวตามถนนพระราม 4 ถึงท่าเรือคลองเตย เป็นพื้นกำลังกล่าว เขตใต้ทั้ง 2 กลุ่มนี้อยู่ตามแนวถนนที่สร้างมาแต่เดิม และเก่าแก่ บริเวณนี้จะเป็นโรงงานเก่า คือ แถวถนนเจริญกรุงจะเป็นบริเวณโรงงาน และโกดัง ที่อยู่ริมแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งต้องการใช้แรงงานจำนวนมาก ผู้คนที่อพยพเข้ามาหางานทำจึงพากันมาสร้างที่อยู่อาศัยหนาแน่นกันอยู่ในบริเวณนี้

อีกแห่งหนึ่ง คือ บริเวณถนนพระราม 4 และท่าเรือคลองเตย เป็นแหล่ง
ที่ใช่แรงงานใหญ่อีกเขตหนึ่งเหมือนกัน จึงทำให้ผู้คนมาอาศัยกันอยู่หนาแน่น
เป็นที่น่าสังเกตว่า เขตนี้ แหล่งเสื่อมโทรมจะมีความสัมพันธ์กับแม่น้ำ
เจ้าพระยา

เขตตะวันออก

เขตนี้มีจำนวนแหล่งสลัมน้อยที่สุด คือ 11 แห่ง เพราะว่าเป็นแหล่ง
เสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นใหม่ ๆ และอยู่บริเวณที่ว่างไกล ๆ ถนนใหญ่ ความจริงการกระจาย
ไม่ได้รวมกันเป็นกลุ่มทั้งหมด แต่แยกออกเป็น 2 กลุ่ม ห่างไกลกันด้วย ลักษณะไม่น่าจะ
เป็น Cluster Pattern แต่เพราะว่าลักษณะที่เป็นกลุ่มย่อยนั้นอยู่ใกล้ชิดกันมาก
คือบริเวณถนนเพชรบุรีตัดใหม่ ตัดทางรถไฟ และบริเวณปลายถนนเพชรบุรีใกล้สามแยก
คลองตัน

2. ลักษณะการกระจายแบบ Random จะมีอยู่สองเขต คือ เขตใต้
และ เขตเหนือ

เขตตะวันตก

มีลักษณะการกระจายที่ออกไกลจากกลุ่ม 4 ตำแหน่ง จึงทำให้มองดู
ว่าเป็นการกระจายทั่วไป ไม่เป็นกลุ่ม หรือกระจายเท่า ๆ กัน แต่ส่วนใหญ่แล้วจะรวม
กลุ่มกันอยู่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่หน้าโรงพยาบาลศิริราช ไปถึงวงเวียน
ใหญ่ และคลองสาน

เขตนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า แหล่งเสื่อมโทรมจะหนาแน่นในเขตที่เป็นย่านการค้า
และเป็นที่อยู่อาศัยเก่าแก่มาก่อน และสัมพันธ์กับแม่น้ำเจ้าพระยา

เขตเหนือ

เขตนี้จะอยู่กระจุกกระจายกันเด่นชัดอาจเป็นเพราะว่ามีสถานที่ราชการ
หลายแห่ง คั่นอยู่ระหว่างที่อยู่อาศัยของคน แหล่งเสื่อมโทรมจะมีอยู่ที่บางกระบือ บริเวณ
วงเวียนเกียกกาย หรือ แนวถนนสามเสน บริเวณแนวถนนพระรามที่ 5 แถวบางซื่อ
และตามถนนชูปเปอร์ไฮเวย์ ตรงตัดกับถนนสุทธิสาร เมื่อพิจารณาค่าการกระจาย

ประมาณ .97 จะเห็นว่ามีการกระจายน้อยกว่าเขต ตะวันตก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า บริเวณแถบกว้างก็ได้

สรุป

จากลักษณะการกระจายที่กล่าวมาทั้งหมด พอจะสรุปความสัมพันธ์ของการกระจายแหล่งเสื่อมโทรมได้ดังนี้

1. แหล่งเสื่อมโทรมจะสัมพันธ์กับย่านการค้าและที่อยู่อาศัยหนาแน่น
2. แหล่งเสื่อมโทรมจะสัมพันธ์กับลำแม่น้ำ และลำคลอง
3. แหล่งเสื่อมโทรม จะสัมพันธ์กับถนนที่สร้างมา เป็นเวลานาน
4. แหล่งเสื่อมโทรม จะสัมพันธ์กับย่านที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรม หรือโกดัง

ที่ต้องใช้แรงงาน

ทั้ง 4 ข้อ เป็นเพียง โครงสร้างใหญ่ ๆ ที่แหล่งสลัมมีความสัมพันธ์อยู่ด้วย แต่ลักษณะที่แท้จริงของการกระจายแหล่งสลัมอาจจะมีสาเหตุอย่างอื่นอีกหลายประการ ซึ่งน่าจะมีความหมายมากกว่านี้

ภาคผนวก

การศึกษาครั้งนี้ เป็นเพียงศึกษาและวัดลักษณะการกระจายของแหล่งสลัมของแต่ละเขตเท่านั้น ไม่ได้แสดงความสัมพันธ์ออกมาเป็นตัวเลขแต่ประการใด การแสดงความสัมพันธ์ โดยการบรรยายลักษณะโดยทั่วไป อาจไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ถ้าหากได้มีวิธีการวัดความสัมพันธ์ออกมาเป็นตัวเลข คงจะทำให้มองเห็นลักษณะการกระจายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

หนังสือเทศ

Yeates Maurice H., An Introduction to Quantitative Analysis in
Economic Geography., Mc grow-Hill Book Company, New York,
1978, 182 pp.

รายงานการสำรวจ Housing กรุงเทพมหานคร สำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย
(Sheet) ธันวาคม 2512.

แผนที่แสดงย่านที่พักอาศัยที่หนาแน่น และแหล่งเสื่อมโทรม สำนักผังเมือง 1: 50,000,
ธันวาคม 2512.

อากาศเป็นพิษกับการผันแปรของภูมิอากาศในหัวเมือง

นายหอม งามนิตย์

อาจารย์ประจำภาควิชาภูมิศาสตร์

มศว. ประสานมิตร

สิ่งสกปรกในอากาศ (Air pollution)

อันเนื่องมาจากความเจริญของอารยธรรม มนุษย์ได้เผาผลาญเชื้อเพลิงจากซากพืชซากสัตว์ (Fossil fuels) ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา สิ่งสกปรกในบรรยากาศเป็นผลโดยตรงจากการเผาไหม้ (การเผาไหม้ ธาตุ + ออกซิเจน) พลังงานไฟฟ้าเกือบทั้งหมดเราได้มาจากการเผาถ่านหินและน้ำมัน ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่เราใช้กันอยู่จึงมีส่วนทำให้อากาศสกปรกด้วย การเผาไหม้ของเครื่องยนต์เพื่อให้ตัวมันเองเคลื่อนที่ก็เป็นตัวการเพิ่มความใสโครกให้แก่บรรยากาศ การเผาไหม้พลังงานเพื่อความเจริญจะส่งผลถึงอากาศที่เราใช้หายใจ

ก๊าซที่ทำให้อากาศสกปรกนั้นมี Carbon monoxide, Sulfur dioxide Nitrogen dioxide, Nitric oxide, Ozone, Vaporized hydrocarbon และ Aldehydes ซึ่งเราจะต้องพิจารณาอนุภาค ของอนุภาคที่ติดด้วย เช่น ฝุ่นละออง ยามาแมลง และ ฯลฯ

อนุภาคของสารสกปรกในบรรยากาศที่มีขนาดเล็กที่สุดเราเรียกว่า Aerosols จะต่างจากอนุภาคขนาดใหญ่ที่อนุภาคขนาดใหญ่จะตกลงสู่พื้นดินอย่างรวดเร็ว ส่วน Aerosols จะล่องลอยไปในบรรยากาศได้เป็นเวลานาน ๆ บางครั้งอาจกลายเป็นไอที่เรามองเห็นได้ เป็นกลุ่มควันและหมอกบาง ๆ กลุ่มควันประกอบด้วยอนุภาคทั้งของแข็งและของเหลว ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของขยะหรือเชื้อเพลิง

โซครายอยู่หน้าตรงที่สิ่งใสโครกในบรรยากาศที่เป็นพิษนั้น เรามองไม่เห็นหรือเกือบไม่เห็น เพราะมันประกอบด้วย aerosols ที่กระจัดกระจายหรือก๊าซที่ไม่มีสี เช่น Sulfur dioxide, Carbon monoxide

คาร์บอนออกไซด์ (Carbon oxide)

คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide - CO_2) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติอยู่แล้ว จากการหายใจของสัตว์และการเผาไหม้ของสมบูรณ์ของเชื้อเพลิงจากถ่านหิน ทรายถ่านหินหรือสารอื่น ๆ ที่มีคาร์บอนผสมอยู่

การเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในอากาศตามปกตินี้ จะไม่เป็นโทษต่อวัฏจักรของชีวิต เราจึงไม่เรียกมันเป็นสิ่งสกปรก (Pollutants) แต่การเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่านหินในอุตสาหกรรมนี้ แม้ว่าคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มเข้าสู่บรรยากาศอย่างช้า ๆ แต่เมื่อตรวจสอบคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มเข้าสู่บรรยากาศจำนวนมาก ซึ่งเราจะกล่าวถึงในตอนต่อไป

ในการเผาไหม้สมบูรณ์ (Complete combustion or oxidation) ของน้ำมันหรือสารที่มีคาร์บอนผสมอยู่ผลที่ได้จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ออกมากด้วย ถ้าการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (Incomplete combustion) จะมีคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide - CO) เกิดขึ้น ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นการสร้างความสกปรกให้แก่บรรยากาศด้วยน้ำมือของมนุษย์เอง

ก๊าซ CO นี้เป็นสารที่เราไม่สามารถจะมองเห็นได้ รวมทั้งเป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่นและไม่มีรสด้วย และไม่สามารถสังเกตได้จากอาการแสบหรือเคืองตา หรือเมื่อผ่านรูจมูกหรือแม้แต่เมื่อมันเข้าสู่ปอดแล้วก็ตาม CO เมื่อเข้าสู่ผนังของปอดแล้ว CO จะเข้าสู่กระแสเลือดไปรวมกับเฮโมโกลบิน (Hemoglobin) แล้วสร้างสารที่เรียกว่าคาร์บอกซีเฮโมโกลบิน (Carboxyhemoglobin) ซึ่งจะมีผลทำให้เลือดมีสมรรถภาพในการรับออกซิเจนได้น้อยลง CO เพียงเล็กน้อยเมื่อปนกับอากาศเข้าสู่ปอด จะส่งผลอย่างมากต่อหน้าที่การดูดซึมออกซิเจนของเลือด เนื้อเยื่อส่วนใหญ่ของร่างกายสามารถทนทานต่อการที่ร่างกายขาดออกซิเจนได้ มีเนื้อเยื่อสองชนิดที่มีผลต่อการขาดออกซิเจนคือ เนื้อเยื่อสมองและเนื้อเยื่อหัวใจ

ผลของ CO เมื่อเข้าสู่ร่างกายนั้นมีตั้งแต่เราารู้ได้เพียงเล็กน้อยและร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองจนถึงทำให้สลบและตายได้ CO ที่เข้าไปสะสมเรื้อรังในร่างกาย

มนุษย์เรามีวิวัฒนาการมาไคร่น้อยมาก จากการเปิดเผยของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่า CO มีผลร่วมกับเชื้อโรคที่ทำให้เกิดผลต่อหัวใจ นักวิทยาศาสตร์ส่วนมากพบหลักฐานและเชื่อว่าโรคหัวใจมีส่วนสัมพันธ์กับ CO ที่เกิดจากการสูบบุหรี่ และยังพบต่อไปอีกว่าทารกที่เกิดจากการคาที่สูบบุหรี่นั้นมีโอกาสได้รับ CO ด้วยเหมือนกัน

ต้นกำเนิดอันสำคัญของ CO ในบรรยากาศมาจากเครื่องยนต์รถแก๊สโซลีนที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ รถยนต์ที่วิ่งช้า ๆ ในขณะที่การจราจรคับคั่งทำให้เกิด CO ในบรรยากาศได้ 25 - 50 ส่วนในล้าน (part per million) จากการค้นคว้าเป็นเวลานานพบว่าในบริเวณที่ CO สะสมในบรรยากาศมากกว่า 50 ppm จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ได้ จากการค้นคว้าพบว่าถ้าในบรรยากาศมี CO 1000 ppm อากาศบริเวณนั้นจะทำให้คนสลบภายใน 1 ชั่วโมง และตายภายใน 4 ชั่วโมง

กำมะถันออกไซด์ (Sulfur Oxides - SO)

จากอันตรายที่มีอยู่รอบตัวมนุษย์และปัญหาต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับผลผลิตออกไซด์ของกำมะถันเป็นสารพิษเคี้ยวที่มีอันตรายต่อมนุษย์มาก SO เมื่อเข้าไปสะสมอยู่ในบรรยากาศมากขึ้นจะทำให้บรรยากาศเป็นพิษได้ โศกนาฏกรรมจาก SO นี้เกิดมาแล้วในลอนดอนและเมืองอื่น ๆ

กำมะถันไดออกไซด์ (Sulfur dioxide -SO₂) เกิดจากกำมะถันที่ผสมอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงได้รับการเผาไหม้ กำมะถันนั้นเราจะพบในถ่านหินและน้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณต่าง ๆ กัน เมื่อเผาเชื้อเพลิงดังกล่าวเพื่อให้ความร้อนหรือพลังงาน จะทำให้ SO₂ เกิดขึ้น กำมะถันไตรออกไซด์ (Sulfurtrioxide - SO₃) เกิดจากบรรยากาศที่มี SO₂ ได้รับแสงอาทิตย์ทำให้ SO₂ รวมตัวกับ O (oxidation) กลายเป็น SO₃ การเผาไหม้บางทีก็ทำให้เกิด SO₃ ได้เช่นกัน ความชื้นในบรรยากาศจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับ SO₃ ทำให้เกิดการตกกำมะถันขึ้นมา (Sulfuric acid = H₂O + SO₃ = H₂SO₄)

กรดซัลฟูริกเป็นกรดที่กัดกร่อนวัตถุอื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว สามารถกัดกร่อนเนื้อเยื่อที่มีชีวิต ถูกเท้าในลอนดอน สารอื่น ๆ รวมทั้งหิน กรดซัลฟูริกผสมกับน้ำแม่เพียงเล็กน้อยก็เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อของปอดได้ สารผสมกำมะถันชนิดอื่น ๆ เช่น Hydrogen sulfide (H₂S) ซึ่งมีกลิ่นคล้ายไข่เน่ามีพิษต่อร่างกายน้อยกว่า

คาร์บอนมอนอกไซด์ แต่จะมีผลทำให้วัตถุฝังไ้มากกว่า และเป็นสารที่ทำให้อากาศ
 ใสโครนน้อยกว่า SO_2 H_2S ตามปกติจะเกิดจากเศษขยะและโรงงานอุตสาหกรรม
 บางชนิด

ไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen Oxides - NO)

ออกไซด์ของไนโตรเจนที่พบว่าเป็นสารพิษในบรรยากาศคือ ไนโตรเจนออกไซด์
 และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซสองชนิดนี้เกิดจากขบวนการเผาไหม้ร้อน
 (Hot combustion process) เพราะส่วนผสมทางเคมีของไนโตรเจนและออกซิ-
 เจนในบรรยากาศจะปรากฏให้เห็นเมื่อบรรยากาศมีอุณหภูมิสูง หลังจากนั้น NO เกือบ
 ทั้งหมดจะเปลี่ยนสภาพเป็น NO_2 เป็นก๊าซที่มีสีน้ำตาลและมีกลิ่นฉุนไม่พึงปรารถนา
 ผลของไนโตรเจนออกไซด์ที่มีต่อมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับการสะสมของก๊าซในอากาศ
 ซึ่งจะมีผลทำลายเนื้อเยื่อของปอดบ้างเล็กน้อย โดยปกติก๊าซชนิดนี้จะทำให้เกิดโรคเรื้อ
 รังเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ไนโตรเจนไดออกไซด์
 สามารถดูดรังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) จนตัวมันเองสลายตัวกลายเป็น
 ไนโตรเจนออกไซด์ (NO) และอะตอมิออกซิเจน (Atomic Oxygen - O) ซึ่งอะตอมิออกซิเจนจะไปรวมกับออกซิเจนโมเลกุล (Oxygen molecule - O_2)
 ในบรรยากาศ แล้วเปลี่ยนสภาพเป็นโอโซน (Ozone - O_3) โอโซนนี้เป็นสารเป็อง
 ทุนที่มีปฏิกิริยาอย่างรุนแรงทำให้เกิดหมอกพิษ (dangerous smog) ที่ก่อให้เกิด
 โศกนาฏกรรมในลอสแอนเจลิส

ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon)

ไฮโดรคาร์บอน เป็นก๊าซ (หรือละอองขนาดเล็ก - Aerosols) ที่พุ่งกระจาย
 เข้าสู่อากาศจากการระเหย (Evaporation) ของก๊าซโซลีนและสารอินทรีย์
 เหลวชนิดอื่น ๆ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากทรากสัตว์หรือสารอื่น ๆ ผลของไฮโดรคาร์-
 บอนที่มีต่อมนุษย์นั้นมีหลายประการ สารนี้บางครั้งเป็นตัวการก่อให้เกิดมะเร็ง (Carci-
 nogenic = Cancer inducing) ในร่างกายมนุษย์ บางอย่างทำให้เสกตา
 บางชนิดก่อให้เกิดสารพิษในบรรยากาศ ดังจะไดกล่าวถึงต่อไป

หมอกเคมี (Smog Chemicals)

หมอกแดดเคมี (Photochemical Smog) เกิดขึ้นในอากาศโดยปฏิกิริยาของแสงอาทิตย์ที่ทำกับออกไซด์ของไนโตรเจนและไฮโดรคาร์บอน

เมื่อบรรยากาศได้รับแสงอาทิตย์ไนโตรเจนไดออกไซด์จะรวมตัวกับไฮโดรคาร์บอนสร้างสารประกอบของออกซิเจนขึ้นมา (เรียกว่า Oxidant) เช่น Peroxyacetyl nitrate (PAN) ในกรณีที่เป็นหมอกแดดองค์ประกอบที่ทำให้เกิดอันตรายคือโอโซน ไนโตรเจนไดออกไซด์ PAN และสารประกอบของออกซิเจนอื่น ๆ หมอกกลายเป็นส่วนหนึ่งของบรรยากาศเหนือชุมชนเมืองไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมืองใหญ่ ๆ ที่มีแสงแดดจัดและมีการจราจรโดยรถยนต์เป็นพาหนะอย่างหนาแน่น

อนุภาคตัวถุสาร (Particulates)

อนุภาคตัวถุสารไม่ใช่อากาศ เป็นอนุภาคขนาดเล็กของวัตถุฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศ อนุภาคเหล่านี้จะเป็นทั้งของแข็งและของเหลวมีขนาดต่าง ๆ กัน และเป็นอนุภาคในอากาศที่เราสามารถมองเห็นได้ เช่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 20 ไมครอนที่ฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศทั่วโลก มีดังตารางต่อไปนี้

อนุภาคที่เกิดจากธรรมชาติ	10 ⁶ เมตริกตัน/ปี
ฝุ่นจากดินและหิน	100 - 500
ฝุ่นจากไฟไหม้ป่าและการลุกไหม้อื่น ๆ	3 - 150
ผงเกลือจากทะเล	(300)
ฝุ่นผลจากการระเบิดของภูเขาไฟ	25 - 150
อนุภาคที่เกิดจากก๊าซ	
ซัลเฟตจาก H ₂ S	130 - 200
เกลือแอมโมเนียจาก NH ₃	80 - 270
ไนเตรตจาก NO	60 - 430
ไฮโดรคาร์บอนจากการคายของพืช	75 - 200
รวม	773 - 2200

เกิดจากการกระทำของมนุษย์	
ฝุ่นละออง (จากการฟุ้งกระจายโดยตรง)	10 - 90
ฝุ่นละอองที่เกิดจากก๊าซ	-
ซัลเฟตจาก SO ₂	130 - 200
ไนเตรตจาก NO _x	30 - 35
ไฮโดรคาร์บอน	15 - 90
รวม	185 - 415
รวมทั้งสิ้น	958 - 2615

ขนาดของอนุภาคจะเป็นตัวการควบคุมความเร็วในการตกลงพื้นโลกของอนุภาค
 วัสดุสาร อนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ๆ จะตกลงมาช้ามากจึงลอยลอยไปในอากาศเป็น
 เวลานาน และบางทีก็ถูกกระแสลมพัดไปไกล ๆ อีกด้วย ขนาดของวัสดุสารในบรรยากาศ
 นี้แบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ ๆ คือ

1. ขนาดเล็กที่สุด (Smallest) มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.4 ไมครอน
 และจะมีอยู่ในอากาศประมาณ 1,000 - 5,000 หน่วยต่ออากาศ 1 ลบ.ซม. พวกนี้
 เราเรียกว่าแกนไอท์เคิน (Aitken nuclei)

2. ขนาดใหญ่ (Large nuclei) มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.4 - 1.0
 ไมครอน มีอยู่ในอากาศประมาณ 300 หน่วยต่ออากาศ 1 ลบ.ซม.

3. ขนาดยักษ์ (Giant nuclei) มีขนาด 1 - 10 ไมครอน มีในบรรยากาศ
 เพียงเล็กน้อย

ส่วนไมเออร์ส (Byers) แบ่งขนาดของอนุภาควัสดุสารในบรรยากาศไว้ดังนี้

ชนิดของอนุภาค

รัศมีโดยประมาณ (ซม.)

ไอออนขนาดเล็ก 10^{-7}

ไอออนขนาดกลาง $10^{-7} - 10^{-5}$

ไอออนขนาดใหญ่ $2 \times 10^{-6} - 10^{-5}$

ควัน ฝุ่น หมอกแดด (Haze) $10^{-5} - 10^{-4}$

แกนการกลั่นตัวขนาดใหญ่	$10^{-5} - 3 \times 10^{-4}$
แกนการกลั่นตัวขนาดยักษ์	$3 \times 10^{-4} - 10^{-3}$
หยาดเมฆและละอองหมอก (Fog)	$5 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-3}$
หยดฝนปรอย ๆ (Drizzle drops)	$5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-2}$
หยดฝน (Raindrops)	$5 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-1}$

ฝุ่นละอองจะฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศอยู่ตลอดเวลา สิ่งเหล่านี้เป็นผลผลิตจากการกระทำของมนุษย์โดยเฉพาะการเผาไหม้ของโรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า เตาเผาขยะ โดยเฉพาะขยะที่เผาเป็นกองโดยไม่มีอะไรปิดบังและไฟไหม้ป่า นอกจากนี้ยังมีอนุภาควัตถุสารที่เกิดจากธรรมชาติอีกด้วยได้แก่การระเบิดของภูเขาไฟ การกัดกร่อนดินโดยกระแสลม การกระทำของมนุษย์มีส่วนทำให้การกระทำโดยธรรมชาติเลวร้ายลงไปอีก

อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน เป็นอนุภาควัตถุสารที่มีอันตรายต่อมนุษย์มาก เพราะมันสามารถผ่านรูจมูกของเราเข้าไปสู่อุดคอ แล้วไปฝังแน่นอยู่ในถุงลมของปอด อนุภาคบางชนิดสามารถดูดซึมน้ำและอินทรีย์วัตถุได้ ทำให้กัมมันตภาพรังสีคอสมิก คอย ๆ สะสมอยู่ในถุงลม นี้เป็นเพียงตัวอย่างเดียวของก๊าซพิษที่สามารถรวมกับอนุภาคที่สกปรกในบรรยากาศได้

ตะกั่ว (Lead) ตะกั่วเป็นอนุภาคสารในอากาศที่เป็นพิษต่อชีวิตมนุษย์มากที่สุด ในภาวะแวดล้อมของเรา ในปี 1971 ในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ตะกั่ว Tetraethyl ผสมกับน้ำมันก๊าซโซลีน ในขณะที่มีการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ตะกั่ว 70 - 80 เปอร์เซ็นต์ จะกระจายเข้าสู่บรรยากาศในลักษณะของละออง หรืออนุภาคฝุ่น ซึ่งมีส่วนของตะกั่วที่เป็นอันตรายรวมอยู่ด้วย

การผสมตะกั่วลงในน้ำมันก๊าซโซลีนเริ่มตั้งแต่ปี 1923 และนักวิทยาศาสตร์ได้พบอันตรายของตะกั่วในเวลาต่อมา แต่สาธารณชนและบริษัทน้ำมัน เพิ่งจะตระหนักถึงภัยอันตรายนั้นก็เมื่อ 40 ปีล่วงมาแล้ว จากการศึกษาในปัจจุบันพบว่าหิมะที่ตกในกรีนแลนด์ ในปี 1940 มีตะกั่วมากกว่าในก่อนคริสตกาลถึง 500 เท่า

ตะกั่วจะเข้าสู่ร่างกายทางปอด ลำไส้และแม่แต่ทางผิวหนัง เมื่อมีปริมาณที่เพียงพอแล้วมันจะทำลายสมอง ลำไส้เล็กและส่วนอื่น ๆ ของร่างกายผู้ที่อาศัยในชุมชน

เมืองในอเมริกาส่วนมากจะสูดตะกั่วเข้าไปกับลมหายใจ ตะกั่วจะเข้าไปรบกวนการทำหน้าที่ของเฮโมโกลบิน จากปรากฏการณ์ในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าถ้ามีตะกั่วในอากาศเพิ่มขึ้นมากกว่าปัจจุบันนี้อีกเล็กน้อย ผู้ที่อาศัยในชุมชนเมืองต่าง ๆ ของอเมริกาจะเป็นโรคโลหิตจาง (Anemia) อย่างอ่อน

เด็ก ๆ ในเมืองจะเป็นบุคคลที่ได้รับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายมากที่สุด เพราะมีบ้านเก่า ๆ ที่ทาสีที่มีตะกั่วผสมอยู่ จึงเป็นไปได้ว่าเด็ก ๆ ในชุมชนเมืองและกิ่งเมืองจำนวนเป็นล้าน ๆ คนจะต้องได้รับผลอันเกิดจากตะกั่วที่ฟุ้งกระจายมาจากรถยนต์รวมทั้งตะกั่วที่อยู่ในสีทาบ้าน

ใยหิน (Asbestos) ใยหินเป็นใยเรียว ๆ ไซ้เป็นขนวนและสารทนไฟ ในรอบสองทศวรรษที่ผ่านมา มนุษย์ใช้ใยหินสำหรับฉนวนมิวโลหะและฉนวนฉนวนเพื่อเคลือบผิวคอนกรีต ขบวนการปนใยหินนั้นทำให้ใยหิน 50 เปอร์เซ็นต์วิวัฒนาการเข้าสู่บรรยากาศ ผลที่ได้ก็คือเป็นการเพิ่มความสกปรกให้แก่บรรยากาศมากขึ้นไปอีก

จากการศึกษาในราวปี 1960 เกี่ยวกับอนุภาคฝุ่นละอองของใยหิน จากการศึกษาศพคนในนิวยอร์กคอกอกพิสูจน์ ปรากฏว่าศพเหล่านั้นมีใยหินสะสมในเนื้อเยื่อของปอด ผงฝุ่นของใยหินนี้เมื่อสะสมกันมากขึ้นจะมีสภาพเป็นใยคล้ายเข็ม ทำให้มะเร็งในปอดเกิดขึ้นได้ง่าย

ปรอท (Mercury) นอกจากตะกั่วแล้วโลหะอื่น ๆ ที่มีอยู่ในบรรยากาศในปริมาณที่มากพอ ๆ กับตะกั่วยังไม่ปรากฏว่ามีอนุภาคของโลหะใดที่ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ ทั้งนี้ยกเว้นปรอท ความสกปรกของน้ำทะเลอันเนื่องมาจากสารปรอทเราจะกล่าวถึงอีกครั้งในบทที่ 5

ปัจจุบันนี้ดูเหมือนว่าปรอทในบรรยากาศจำนวนมากมีต้นกำเนิดมาจากปล่องควันของโรงงานผลิตพลังงานไฟฟ้าและการเผาขยะ ไปรอทจากโรงไฟฟ้านั้นเกิดจากการเผาถ่านหินที่มีปรอทผสมอยู่บ้างเล็กน้อย การเผาขยะนั้นปรอทมาจากกระดาษซึ่งการผลิตกระดาษต้องใช้ปรอทเป็นสารเบื้องต้น เขาช่วยในการผลิตด้วย

ปรอทเป็นสารพิษที่รู้จักกันดีว่าเป็นสารพิษต่อร่างกายเมื่อเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากพอ สำหรับปรอทที่มีในบรรยากาศนั้นเป็นโทษต่อมนุษย์น้อยมาก

อนุภาคที่มีคลอรีนผสมอยู่ (Chlorine - Containing Particulates)

สารสกปรกไฮโดรคลอริกอื่น ๆ ที่เรารู้จักกันดีอีกอย่างหนึ่งก็คือกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) ซึ่งเกิดจากการเผาขยะประเภทพลาสติกที่เรียกว่า Polyvinyl chloride (PVC) ในสหรัฐอเมริกาปีหนึ่ง ๆ มีการผลิตพลาสติกออกมาเป็นพันล้านปอนด์ และมีจำนวนมากที่กลายเป็นขยะ ผลที่ได้อีกคือจะมีกรดไฮโดรคลอริกฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศในรูปของละอองหรือฝุ่นซึ่งจะมีผลต่อผิวหนัง หรือทำลายระบบหายใจของมนุษย์ที่มีการสูดเอาสารคลอรีนเข้าไป

D.D.T. เป็นสารประเภท Chlorinated hydrocarbon ที่มนุษย์ผลิต

ขึ้นเพื่อปราบแมลงต่าง ๆ นั้นมีจำนวนมากที่สุด ยามาแมลงที่ปนเข้าสู่บรรยากาศนั้นมีปริมาณเกินครึ่งที่เป็นละอองหรืออนุภาคขนาดใหญ่ปลิวว่อนเข้าสู่บรรยากาศ เมื่ออยู่ในบรรยากาศ ลมจะเป็นตัวพัดพาสารพิษนี้ไปได้เป็นระยะทางไกล ๆ สิ่งมีชีวิตทั้งหลายรวมทั้งมนุษย์จะสูดสารพิษนี้เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ ยิ่งไปกว่านี้สารพิษนี้ยังไหลลงสู่ทะเลและกระจายอยู่ตามผิวน้ำอีกด้วย สารพิษนี้จะเข้าไปอยู่ในลูกโซ่อาหาร

Food Chain)

อนุภาคสารกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Particles)

สารกัมมันตภาพรังสีที่ฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศนั้น เกิดจากโรงงานไฟฟ้าปรมาณู (Nuclear power plants) โรงงานผลิตเชื้อเพลิงปรมาณูและจากการทดลองอาวุธปรมาณู

สิ่งสกปรกจากสารกัมมันตภาพรังสีนั้นรวมทั้งไอโซโทปที่มีช่วงชีวิตสั้น ๆ

(Short-live Isothope) เช่น ไอไอคีน 131 มีช่วงชีวิตอยู่ได้ 8 วัน นอกจากรังสีไอโซโทปอื่น ๆ ที่มีช่วงชีวิตนานกว่า เช่น ซีเซียม (Cesium) ครึ่ง

ชีวิต (half life) ของมันมีอายุถึง 30 ปี บางชนิดครึ่งชีวิตมีอายุยาวนานถึง 1000 ปี

อันตรายของสารกัมมันตภาพรังสีที่แพร่กระจายขึ้นสู่บรรยากาศจากโรงงานไฟฟ้าปรมาณูได้มีการศึกษากันตั้งแต่ปี 1950 เมื่อปรากฏว่ามีโรคมะเร็งในโลหิต (Leukemia) เกิดขึ้นกับเด็ก ๆ ซึ่งมีสาเหตุเหมือนกับที่ตัวอ่อน (Embryos) ได้รับรังสีเอ็กซ์เมื่อตอนที่มารดาไปฉายรังสีเอ็กซ์เพื่อตรวจสุขภาพ จึงได้มีการศึกษาขอบปรองของการเกิดของเด็กและโรคมะเร็งในโลหิตในเด็กซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นมากในสหรัฐหลังจากที่มีการทดลองอาวุธปรมาณูและฝุ่นกัมมันตรังสีตกลงสู่พื้นดิน

เตาพลังงานปรมาณู ที่ใช้กันในทศวรรษสุดท้ายนี้ปรากฏว่า ทำให้มีฝุ่นกัมมันตภาพรังสีเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ส่วนใหญ่เป็นฝุ่นของไอโอดีน ซีเซียม สตรอนเตียม หรือไอโซโทปอื่น ๆ ทั้งในน้ำและในอากาศ การที่มีฝุ่นกัมมันตภาพรังสีเพิ่มขึ้นนั้นประการหนึ่งเป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมทำให้พลังงานไม่พอใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ตัวอย่างเช่นเตาปรมาณูเดรสเดน (Dresden) ตั้งอยู่ทางซีกาโกถึง 50 ไมล์ เริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้ามาตั้งแต่ปี 1960 ระยะเวลาที่เริ่มเปิดโรงงาน ฝุ่นกัมมันตภาพรังสีฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศในปริมาณต่ำ แต่เพิ่มเป็น 284,000 คูรี (Curies) ในปี 1962 เพิ่มเป็น 521,000 คูรี ในปี 1964 และเพิ่มเป็น 736,000 คูรี ในปี 1966 อัตราการตายของทารกเพิ่มขึ้นตลอดเวลานับจากกลางปี 1966 ในรัฐอิลลินอยส์ บริเวณที่อยู่คนในที่สุดของโรงงานไฟฟ้าปรมาณูเดรสเดน

ปัจจุบันนี้ปรากฏว่าละอองก๊าซของสารกัมมันตภาพรังสีปลิววนมาจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณูและแหล่งอื่น ๆ จะต้องได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบ เพราะปริมาณฝุ่นกัมมันตภาพรังสีเพียงเล็กน้อยในบรรยากาศจะมีผลกระทบต่อมนุษย์ และสภาวะแวดล้อมเกินกว่าที่จะคาดการณ์ได้ อันตรายของฝุ่นกัมมันตภาพรังสีที่มนุษย์สัมผัสทั้งภายในและภายนอกร่างกายจากการหายใจของมนุษย์จะสูดเอาสารกัมมันตภาพรังสีเข้าสู่ปอดแล้วจะไหลเข้าสู่กระแสโลหิต สารกัมมันตภาพรังสีนี้จะปลดปล่อยรังสีออกมาในเวลาต่อไป

นักวิทยาศาสตร์บางคนยังคงแคลงใจถึง "ระดับปลอดภัย" (Safe level) หรือระดับประเคิม (Threshold) ซึ่งเป็นระดับที่ถ้ามีฝุ่นกัมมันตภาพมากกว่าระดับนี้แล้วจะทำลายเซลล์ที่มีชีวิตได้ นักวิทยาศาสตร์เหล่านี้มีความรู้สึกว่ามีกัมมันตภาพรังสีบางอย่างที่ควรจะต้องแสดงให้เห็นถึงอันตรายที่มีต่อเด็ก ผู้ใหญ่ หรือแม่แต่ทารกในครรภ์ว่าแต่ละวัยมีความปลอดภัยต่อรังสี ณ. ระดับใด

ต้นกำเนิดและผลของสิ่งสกปรก

การสร้างสิ่งโสโครกในบรรยากาศ

ในปี 1972 สหรัฐสร้างสิ่งสกปรกเข้าสู่บรรยากาศมากกว่า 140 ล้านตัน ประมาณ 60 เพอร์เซ็นต์มาจากรถยนต์ 14 เพอร์เซ็นต์มาจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณู

18 เปอร เซนต์มาจากโรงงานอุตสาหกรรม 8 เปอร เซนต์มาจากเทคโนโลยีความอบอุ่นและการหุงต้ม

สิ่งสกปรกจากรถยนต์ รถยนต์หนึ่งและรถบรรทุกที่ใช้ เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน เป็นตัวการสร้างความสกปรกให้แก่อากาศที่มนุษย์ยังแก้ไขไม่ได้ การสร้างเครื่องและการเผาไหม้เชื้อเพลิงของไอออกซิเจน เขาช่วย ขึ้นเป็นตัวการสร้างความบอมโมนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจนออกไซด์ ในกรณีที่ต้องการให้รถสตาร์ทติดเร็วและเร่งรถให้วิ่งเร็วขึ้น อัตราการใช้น้ำมันจะมากกว่าปกติ ทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ ไฮโดรคาร์บอนก็จะกระจายออกมาในรูปของไอเสีย และทางของอากาศของคาร์บูเรเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะที่วิ่งด้วยความเร็วต่ำจะมีไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนโมนอกไซด์ออกมามากขึ้น

ข้อเสนอในการแก้ปัญหานี้ก็คือเราควรย้อนกลับไปใช้ เครื่องจักรไอน้ำแทน เครื่องจักรสันดาปภายในในรถยนต์ รถยนต์ เครื่องจักรไอน้ำนั้นใช้ เครื่องจักรชนิดสันดาปภายนอกซึ่งทำให้เกิดคาร์บอนโมนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอนน้อยกว่า แต่มีข้อเสียอยู่ตรงที่ว่า เครื่องจักรไอน้ำนั้นมีขนาดใหญ่และราคาแพงกว่า เครื่องยนต์สันดาปภายใน และยังมีข้อจำกัดอื่น ๆ อีก

น่าจะมีการวิจัยเพื่อพัฒนา เครื่องขับเคลื่อนด้วยพลังไฟฟ้า (Electricity generating fuel cell) โดยประคิษฐ์ เชื้อเพลิงที่รวมกับออกซิเจนได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนที่เหลือให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ แถวารถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังไฟฟ้ายังห่างไกลจากความเป็นจริงมากนัก ปัจจุบันนี้การประคิษฐ์รถยนต์ไฟฟ้าเพื่อใช้ในเมือ่งที่อากาศสกปรกกำลังก้าวหนาไปมาก แถวารถยนต์นั้นต้องใช้ไฟฟ้าจากโรงงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งก็จะเป็การสร้างความสกปรกให้บรรยากาศแพนรถยนต์อยู่ดี และอาจจะมีปริมาณและอันตรายมากกว่า เสียด้วยซ้ำ เพราะโรงงานมีขนาดใหญ่โต

การผลิตพลังงานไฟฟ้า การผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่า 650 เปอร เซนต์ในรอบ 25 ปีที่ผ่านมา โรงงานไฟฟ้าส่วนมากผลิตพลังงานไฟฟ้าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากซากพืชซากสัตว์ - ซึ่งมีส่วนทำให้มีสิ่งโสโครกในอากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว สิ่งสกปรกที่โรงไฟฟ้าผลิตขึ้นมีกำมะถันไดออกไซด์ เขมา ไนโตรเจนออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และคาร์บอนโมนอกไซด์ อัตราส่วนของสิ่งต่าง ๆ ที่พ่นออกมาจะแตกต่างกัน

ออกไปตามชนิดของโรงงานและ เชื้อเพลิงที่ใช้

อุตสาหกรรม ต้นกำเนิดของสารสกปรกในบรรยากาศที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีตั้งอยู่โดยทั่วไป โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร และเมืองที่อยู่รอบ ๆ กรุงเทพมหานคร เช่น นนทบุรี นครปฐม สมุทรปราการ เป็นต้น อัตราส่วนของสารสกปรกที่โรงงานปล่อยออกมาจะขึ้นอยู่กับชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม สารสกปรกที่ผลิตออกมามากได้แก่กำมะถันไดออกไซด์ร่วมกับสารอื่น ๆ เช่น ปะอศตะกั่ว และโลหะอื่น ๆ โดยเฉพาะจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเหล็กซึ่งตั้งอยู่ตามเมืองสำคัญ ๆ ทั่วโลก

เตาผิง (Space Heating) บ้านส่วนมากในประเทศอบอุ่นจะต้องมีเตาผิง เพื่อให้ความอบอุ่น เชื้อเพลิงที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ไฟฟ้า ถ่านหิน เครื่องทำความร้อนที่ใช้ไฟฟ้าจะทำให้เกิดสารสกปรกในบริเวณโรงงานเท่านั้น ไม่ทำ ความสกปรกในอาคารที่ใช้ อย่างไรก็ตามก็ยังมีสารสกปรกเกิดขึ้นอยู่คือ สารสกปรกที่เกิดจากเตาผิงมีกำมะถันไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอนและเขม่า.

สารสกปรกที่เกิดจากเตาผิงมีแนวโน้มที่จะลดลง เพราะว่าอาคารที่อยู่อาศัย สร้างได้ดีขึ้นช่วยป้องกันความหนาวโศบายและเครื่องทำความร้อนจากไฟฟ้าก็มีใช้มากขึ้น

ความเสียหายอันเนื่องมาจากอากาศสกปรก

เมื่อ 2 - 3 ทศวรรษที่ผ่านมาชาวอเมริกันเริ่มศึกษาปริมาณ อันตรายและความสลับซับซ้อนของอากาศสกปรก ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ของอากาศสกปรก ที่ยังไม่มีการศึกษา เราพอที่จะแบ่งผลของอากาศสกปรกได้เป็น 4 ประการคือ

1. ทำให้ทัศนวิสัยเลวลงและมีผลต่อการมองเห็น
2. ทำความเสียหายให้แก่วัตถุต่าง ๆ
3. ทำลายพืช
4. ผลต่อมนุษย์

ทัศนวิสัย (visibility) ผลประการแรกของอากาศสกปรกที่เราสังเกตเห็นได้ก็คือ ทำให้ทัศนวิสัยเลวลง ทุก ๆ คนที่เคยนั่งเครื่องบินผ่านเมืองใหญ่ ๆ จะมองเห็นความสกปรกของอากาศในหัว เมืองปรากฏเป็นสีเทา โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ลมสงบ

ตามเมืองใหญ่ ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่มีเมฆเลย เครื่องบินก็ยังบินลงสู่สนามด้วยความลำบาก กับต้นที่นำเครื่องบินลงเมืองฟีนิกซ์ (Phoenix) ในรัฐอริโซนา อันเป็นเมืองซึ่งครั้งหนึ่งอากาศบริสุทธิ์มาก มีท้องฟ้าสีคราม ขณะนี้ยังต้องใช้อุปกรณ์นำร่องเข้าช่วยในการหาทางวิ่งของเครื่องบิน

เมืองบางเมืองของอเมริกัน ความสกปรกของอากาศทำให้ทัศนวิสัยเลวลงจนกระทั่งเป็นอุปสรรคต่อการจราจรโดยรถยนต์ ทัศนวิสัยอันแสนเลวนั้นเกิดขึ้นจากอนุภาคของฝุ่นละอองที่ลอยลอยอยู่ในอากาศสะท้อนแสงอาทิตย์กลับไปที่หมอก ยิ่งละอองขนาดใหญ่มากทัศนวิสัยจะยิ่งเลวลงมาก

การทำความเสียหายให้แก่วัตถุ (Deterioration of Materials)

ความสกปรกของอากาศสามารถทำลายวัตถุได้เกือบทุกชนิดแม้แต่โลหะที่แข็งที่สุดรวมทั้งหินควย ความสกปรกประเภทกรดต่าง ๆ เช่น กรดกำมะถันที่เกิดจากกำมะถันออกไซด์ จะมีผลทำให้วัตถุผุพัง (Corrosion) โดยเฉพาะพวกโลหะต่าง ๆ และทำให้ในลอนแตกแยกได้ รวมทั้งผุขนิคอื่น ๆ ด้วย ไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซที่ทำให้สีและและเงินกลายเป็นสีดำ โอโซนจะทำให้ยางแตกและผุพัง

มีตัวอย่างปรากฏให้เห็นมากมาย ที่ความสกปรกของอากาศในปัจจุบันได้ทำลายวัตถุโบราณที่ทำจากหิน อนุสาวรีย์ หินแกะสลักที่ทำจากหินอ่อนจะถูกทำลายได้ง่ายหลังจากที่มีอายุยืนยาวมาหลายศตวรรษ วิหารพาร์เธนอน (Parthenon) ในกรุงเอเธนส์ รูปแกะสลักทั้งหลายในกรุงโรมและเมืองฟลอเรนซ์ ก็ทำลายลงเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย บางชิ้นจำไม่ได้เลยหลังจากที่ถูกอากาศสกปรกในเมืองทำลายลงชั่วเวลาสองสามศตวรรษ แม้แต่แกรนิต ซึ่งเป็นหินที่ทนทานที่สุดในทางธรณีวิทยา ก็ยังถูกอากาศสกปรกทำลายลงได้ ตัวอย่างที่ชี้ให้เห็นได้ก็คือ อนุสาวรีย์รูปเข็มคลีโอพัตรา (Cleopatra's Needle) เป็นอนุสาวรีย์ของชาวอียิปต์ที่มีการโยกย้ายไปไว้ในนิวยอร์ก เป็นอนุสาวรีย์ที่มีอายุยืนยาวมาหลายพันปี แต่ในที่สุดรอยสลักก็เลอะเลือนไปอันเป็นผลจากการกระทำของบรรยากาศภายในตัวเมือง

อนุภาคของสิ่งสกปรกนั้นสามารถพัดพาไปได้ด้วยความเร็วสูง ซึ่งสามารถทำลายผิวหน้าของตึกได้ ผลจากการกระทำเช่นนั้นที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาที่น่าตกใจจะประมาณค่าของความสูญเสียได้ แต่คงไม่ต่ำกว่า 2 - 3 พันล้านต่อปี

ทำลายพืชพรรณ (Damage to Vegetation)

ได้มีการประมาณกันว่า

ในสหรัฐอเมริกา ต้นไม้ถูกอากาศสกปรกทำลายลงเป็นมูลค่าปีละ 10 ล้านดอลลาร์ แต่มูลค่าทั้งหมดที่อากาศสกปรกทำลายชีวิตพืช ต้นไม้ และพืชพรรณอื่น ๆ ยังไม่สามารถประเมินค่าได้ เพราะการแยกประเภทการทำลายนั้นเราก็คงที่จะทำได้เสียแล้ว จากตัวอย่าง กรณีที่สวนผลไม้ใช้พลาสติกหุ้มและมีเครื่องกรองอากาศ ผลไม้จะให้ผลเพิ่มขึ้นถึง 40 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างของต้นไม้ที่ถูกอากาศสกปรกทำลายที่เห็นได้ชัด ๆ และพืชถูกทำลายทั้งหมด ได้แก่พืชที่ปลูกอยู่รอบ ๆ โรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีกำมะถันไดออกไซด์กระจายออกมาจากการเผาไหม้ของแก๊สโซลีน

ในปัจจุบันนี้เป็นที่ทราบกันว่าพืชอาจถูกทำลายลงได้หลายทาง มีก๊าซสกปรกบางชนิดที่มีผลต่อการมีชีวิตของพืชด้วยเช่น ไอโซน สารประกอบที่มีออกซิเจนทั้งหลาย เช่น PAN ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (Hydrogen fluorides) ในโตรเจนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่สามารถทำลายพืชพรรณได้

ไอโซนในอากาศสกปรกที่พัดมาจากบริเวณหุบเขาที่มีประชากรหนาแน่นทางตะวันออกของลอสแอนเจลิส สามารถทำลายพืชพรรณสวยงามและมีค่าได้แก่ สนพอนเคอโรซา (Ponderosa) ใน San Bernadio National Forest ในปี 1971 มากกว่า 1000 ไร่ อันเป็นป่าไม้ที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลมากกว่า 5000 ฟุต และอยู่ไปทางตะวันออกของลอสแอนเจลิส รวมทั้งบริเวณซาน เบร์นาดิโน ในระยะทาง 80 ไมล์ ไอโซนและกำมะถันไดออกไซด์มีผลต่อต้นสนที่ขึ้นอยู่สองข้างถนน ไฮเวย์ด้วย ปรากฏการณ์เช่นนี้มีลักษณะคล้าย ๆ กันทุก ๆ เมืองทั่วสหรัฐ จากต้นไม้ดังกล่าวและต้นไม้อื่น ๆ รวมทั้งต้นไม้พุ่มเตี้ยต้องแคระแกร็นคืบไปตาม ๆ กัน หรือไม้ก็กลายเป็นสีน้ำตาลและมีลักษณะของใบเปลี่ยนไป นิวเจอร์ซีย์เป็นรัฐที่มีโรงกลั่นน้ำมันและโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ หนาแน่นมาก นักท่องเที่ยวทราบกันว่าอากาศมีกลิ่นเหม็นและทำให้เคืองตา และอากาศสกปรกนี้ทำลายพืชพรรณทุกชนิด

แม้กระทั่งพืชชั้นต่ำก็ยังถูกทำลายด้วยเช่น ไลเคนส์ (Lichens) จะไม่ปรากฏให้เห็นในเขตที่ห่างจากตัวเมืองออกไปหลาย ๆ ไมล์ โดยเฉพาะเมืองที่มีอากาศเสียมาก ๆ อย่างนิวยอร์กหรือลอสแอนเจลิส

ผลที่ปรากฏต่อมนุษย์ (Effect on Man)

1. ป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ได้มีการรวบรวมสถิติจาก บริเวณนครใหญ่ ๆ ของสหรัฐ ที่มีอากาศสกปรกมาก ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับ สุขภาพและการเพิ่มอัตราการตายด้วยโรคเรื้อรัง รวมทั้งโรคเกี่ยวกับหัวใจและปอด ตลอดจนมะเร็งชนิดต่าง ๆ ด้วย

เป็นที่กระจ่างแจ้งแล้วว่าความผิดปกติของหลอดลมและปอดที่เรียกว่า โรค หลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis) และโรค Emphysema หรือ Bronchitis-emphysema มีอัตราผู้ป่วยเพิ่มขึ้นในบางบริเวณของสหรัฐอเมริกา โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังและโรคอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเป็นสาเหตุการตายของคนอายุ มากกว่า 45 ปีในอังกฤษ ความตายอันเนื่องมาจากโรคนี้อาจมีความสัมพันธ์กับขนาดของ ประชากร (Population Size) ของเมือง และรวมทั้งปริมาณการเผาไหม้ภายในตัวเมืองด้วย

อากาศสกปรกนั้นมีส่วนทำให้การโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังมีอาการทรุดหนัก ลงไปอีก ความเสียหายที่ปรากฏในสหรัฐเนื่องมาจากโรคนี้นี้ เราเรียกว่าความเสียหาย แห่งโคโรนา (Dorona disaster) โคโรนาเป็นเมืองอยู่ในรัฐเพนซิลเวเนีย ตั้งอยู่บนคูกน้ำของแม่น้ำโมนองกาฮีรา (Monongahera) และมีหุบเขาล้อมรอบ อากาศที่อยู่เหนือเมืองโคโรนานั้นมีควันและไอน้ำลอยอยู่ เป็นควันและไอจากเตาหลอม โลหะ โรงงานถลุงเหล็ก และโรงงานกระดาษมะถันที่ตั้งอยู่ตามฝั่งแม่น้ำ ในเดือน ตุลาคม 1948 แนวประทะอากาศร้อน (Warm front) เคลื่อนตัวเข้ามาในเขต เมืองโคโรนาและปกคลุมอยู่เหนืออากาศเย็นจากลำน้ำในหุบเขา อากาศในหุบเขาจึง เคลื่อนที่ไม่ได้ อากาศเบื้องล่างจึงเต็มไปด้วยกำมะถันไดออกไซด์และสารสกปรกอื่น ๆ ที่ปล่องควันพ่นออกมา เมื่อหลาย ๆ วันเข้าความสกปรกของอากาศในเมืองโคโรนา ก็เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อากาศเริ่มมีคัสลัวลงและไม่เหมาะที่จะหายใจได้ คน 20 คนตาย พันที่อีก 17 คนตายในเวลาต่อมา ต่อมามีฝนตกหนักทำให้อากาศถูกชะล้างจนสะอาด โรคแห่งความตายจึงยุติลง

ความเสียหายโคโรนาครั้งนั้นมีคนป่วยถึง 4910 คน ปรากฏว่าเป็นอายุ 65 ปี และมากกว่าขึ้นไปถึง 65 เปอร์เซ็นต์ เกือบครึ่งหนึ่งของจำนวนนี้ป่วยหนัก ในช่วง 9 ปี

หลังโศกนาฏกรรมครั้งนั้น อัตราผู้ป่วยในเมืองโคโรนามีมากขึ้น อัตราการตายก็มีเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งเป็นผลมาจากความสกปรกของอากาศที่ทำลายปอดและหัวใจ

โรค Emphysema ที่เกิดในสหรัฐมีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในแคลิฟอร์เนีย คนตายเพราะโรคนี้อีกถึง 400 เฟอร์ เซนต์ในรอบ 10 ปี ในอัตราที่เพิ่มขึ้นยังมีวิธีการรักษาที่ทันสมัยเป็นตัวอย่าง อย่างไรก็ตามโรคก็ตามแสดงให้เห็นว่าอากาศสกปรกเพิ่มขึ้นทำให้คนตายเพิ่มขึ้น

เป็นที่น่าสังเกตว่าโรคทางเดินหายใจเรื้อรังจะมีผลต่อหัวใจด้วย เพราะหัวใจต้องทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยการขาดออกซิเจนที่ปอดดูดซึมไคน้อยลง ทำให้คนตายด้วยโรคหัวใจเพิ่มขึ้นด้วย ปรากฏการณ์นี้เกิดกับคนที่อาศัยอยู่ในเมืองใหญ่ ๆ มากกว่าในชนบทหรือเมืองเล็ก ๆ ที่มีอากาศสกปรกน้อยกว่า

2. สารที่ทำให้เกิดมะเร็งและทำให้ชาติพันธุ์เปลี่ยนแปลง (Carcinogenic and mutagenic Pollutants) มีหลักฐานปรากฏเป็นที่แน่ชัดแล้วว่าสารสกปรกประเภทไฮโดรคาร์บอนบางชนิดเช่น เบนโซไพรีน (Benzopyrene) และอนุภาคบางชนิดเป็นตัวก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (Carcinogenic = cancer producing) น่าจะเป็นไปได้ที่ว่า เบนโซไพรีนเป็นส่วนผสมของสารสกปรกที่มีอยู่ในอากาศในตัวเมืองเสมอ สารนี้เป็นสิ่งที่ทำให้ genetic material (DNA) ในเซลล์ของร่างกายเปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลาย ผลของสารที่ทำให้เกิดมะเร็งและการเปลี่ยนแปลงชาติพันธุ์ที่เพิ่มขึ้นทุกวันทำให้ต้องมีการศึกษาค้นคว้ากันต่อไป

3. ความเสียหายทับทวี (Cumulative damage) นักวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษเกี่ยวกับอากาศสกปรกและสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ทำให้ความสำคัญของคำถามที่ถามถึง "ความเสียหายทับทวี" ที่มีต่อชีวิต มีมากขึ้น โดยเริ่มย้อนไปสู่สมัยเมื่ออากาศยังเสียไม่มากนัก

สารต่าง ๆ เช่น กำมะถันไดออกไซด์ ปัจจุบันยังมีสะสมในอากาศจำนวนน้อย แต่สามารถเพิ่มขึ้นจนเป็นอันตรายต่อคนที่สุขภาพอ่อนแอได้เพียงแต่มีสารดังกล่าวฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศเพิ่มขึ้น เช่น ความหายนะโคโรนา ทำไมเราจึงจะทราบได้ว่าใน 2 - 3 ทศวรรษข้างหน้า สารสกปรกที่ฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศจะยังคงมีระดับต่ำพอที่จะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและทำให้มนุษย์ถึงกับตายได้ ปัญหานี้จะมีขึ้นครั้งแล้ว

ครั้งเล่า เมื่อเราพบสารพิษเคมีชนิดใหม่ รวมทั้งสารกัมมันตภาพรังสี สารที่ทำให้เกิดมะเร็ง สารที่ทำให้ชาติพันธุ์เปลี่ยนแปลง ซึ่งสารเหล่านี้เพิ่มทับทวีเข้าสู่บรรยากาศ และสิ่งแวดล้อมของมนุษย์อยู่ทุกเมื่อเชื่อวัน

ภูมิอากาศในตัวเมือง

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จึงเป็นสิ่งยืนยันได้ว่าสภาพมลภาวะ (Pollution) ในบรรยากาศนั้นจะมีอันตรายต่อมนุษย์อย่างมาก นอกจากนั้นอากาศเสียยังมีผลโดยตรงต่อภูมิอากาศในตัวเมืองอีกด้วย สภาพภูมิอากาศในตัวเมืองจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอยู่ตลอดเวลาถ้าเมืองนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้นทุกวัน การสร้างบ้านทุกหลัง การสร้างถนนทุกสาย โรงงานทุกโรงภายในตัวเมืองล้วนแต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจุลภูมิอากาศ (Microclimates) ในบริเวณนั้น ๆ แล้วสร้างสภาพภูมิอากาศใหม่ขึ้นมาที่มีองค์ประกอบสลับซับซ้อนกว่า ทั้งขึ้นอยู่กับการออกแบบ ความหนาแน่น และหน้าที่ของอาคารเหล่านั้น ซึ่งผลของตัวเมืองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจำแนกได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

๑. เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ
๒. เปลี่ยนแปลงความสมดุลปริมาณความร้อน (heat budget)
๓. การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ของสภาพอากาศปกติระดับพื้นผิวและองค์ประกอบ

๑. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า สภาพอากาศเสียในตัวเมืองนั้นมีสูง อันเป็นผลมาจากการเผาไหม้ เชื้อเพลิงซากพืชซากสัตว์เป็นสำคัญ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของความร้อนในบรรยากาศ เป็นตัวการบ่งแสงอาทิตย์ที่จะส่องลงสู่พื้น และเป็นตัวสร้างแกนการกลั่นตัวในบรรยากาศจำนวนมาก อากาศเสียนี้มีผลทั้งต่อผู้อยู่อาศัยอยู่ในตัวเมืองและการวางผังเมือง องค์ประกอบที่ทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลงนั้นเราสรุปได้ดังนี้

ก. ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Aerosols) เกิดจากอนุภาคฝุ่นละอองเล็ก ๆ ที่ลอยลอยในบรรยากาศ (วัดเป็น mg m^{-3} หรือ μgm^{-3}) ส่วนใหญ่เป็นอนุภาค

ของผงถ่าน (carbon) ตะกั่ว อะลูมิเนียม และซิลิกา

ข. ก๊าซ เป็นผลที่เกิดจากก๊าซ (วัดเป็น ppm - part per million) แหล่งกำเนิดของก๊าซกล่าวมาอย่างละเอียดแล้ว

ก. ผลของฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีผลอย่างมากต่อความร้อนในบรรยากาศ โดยการทำให้บรรยากาศมีอุณหภูมิลดลงเพราะแสงอาทิตย์ส่องถึงผิวโลกได้น้อยลง อันเป็นผลตรงกันข้ามกับผลของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงศตวรรษปัจจุบันนี้ ผลเฉลี่ยของอนุภาคฝุ่นละอองในอากาศที่สะสมในบรรยากาศมีเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในยูเรเชีย ซึ่งส่วนหนึ่งของฝุ่นละอองเกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟอาแก็ง (Agung) ในบาหลี (๑๙๖๓) และภูเขาไฟคัมชัตคา (Kamchatka - 1966) นอกจากนี้ฝุ่นละอองในบรรยากาศยังเป็นผลโดยตรงหรือโดยทางอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ มีปริมาณถึงประมาณ ๓๐% ตัวอย่างเช่น ยุทธภูมิมิรดังในแอฟริกาในสงครามโลกครั้งที่สอง ทำให้ฝุ่นปลิววนจากผิวทะเลทรายลงลอยเป็นกลุ่มเมฆฝุ่นเหนือทะเลแคริบเบียนเป็นบริเวณกว้าง

อนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็ก (มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๐.๐๑ - ๐.๑ μm) ในบริเวณชนบทในอังกฤษมีประมาณ ๕๕๐๐ cm^{-3} แต่ฝุ่นขนาดเดียวกันในตัวเมืองมีถึง $150,000 \text{ cm}^{-3}$ และอาจเพิ่มถึง $4,000,000 \text{ cm}^{-3}$ โดยเฉพาะถ้าวัดในระดับพื้นผิวในเขตอุตสาหกรรม ลักษณะของฝุ่นขนาดใหญ่ก็เช่นเดียวกัน เช่นฝุ่นขนาดใหญ่ (0.5 - 10 μ) วัดได้ $23 - 30 \text{ cm}^{-3}$ แต่ในชนบทวัดได้เพียง $1 - 2 \text{ cm}^{-3}$ ฝุ่นและควันในตัวเมืองจะมีมากขึ้นในขณะที่ลมพัดซัด มีการยกตัวของอากาศน้อย มีลักษณะอุณหภูมิผกกลับ (Inversion) มีความชื้นสัมพัทธ์สูง และมีลมพัดมาจากแหล่งกำเนิดของของเสียคือมาจากย่านอุตสาหกรรม และย่านที่พักอาศัยที่มีบ้านหนาแน่น เนื่องจากชาวเมืองต้องใจพัดงานและความร้อนมากทำให้เมืองพ่นควันอยู่ตลอดเวลา ควันและความร้อนเหล่านี้จะมีผลทำให้วัฏจักรประจำวันและฤดูกาลเปลี่ยนแปลง อนุภาคฝุ่นละอองจะสะสมในบรรยากาศมากที่สุดในตอนเช้ามีค่อนเป็นช่วงที่อุณหภูมิต่ำสุด เมื่อช่วงเวลากลางวันมาถึงขบวนการธรรมชาติก็จะดำเนินต่อไปอีก สิ่งโสโครกในตอนกลางคืนจะถูกกักอยู่ในบรรยากาศชั้นเสถียร (Stable layer) ซึ่งอยู่สูงจากผิวโลกขึ้นไปไม่กี่

รอยฟุต และฝุ่นละอองอากาศถูกนำกลับลงสู่ระดับพื้นผิวเมื่อมีการพาความร้อน (Thermal convection) ทำให้เกิดมีการผสมกันในแนวตั้ง (Vertical mixing) เราเรียกขบวนการนี้ว่า " ขบวนการพ่นไอ" (Fumigation)

ผลโดยตรงของอนุภาควัตถุสารสกปรกในบรรยากาศคือ ลดปริมาณการแผ่รังสีและแสงของดวงอาทิตย์ที่จะส่องลงถึงพื้นดิน อนุภาควัตถุสารสกปรกรวมกับการกระทำของหมอก ทำให้ชุมชนเมืองบนเกาะอังกฤษ สูญเสียรังสีของแสงอาทิตย์ไปถึง ๒๕ - ๕๕ % ในช่วงเดือน พฤศจิกายน - มีนาคม ในปี ๑๙๕๕ ประมาณกันว่าเมืองไลเชสเตอร์ (Leicester) สูญเสียรังสีจากดวงอาทิตย์ในช่วงฤดูหนาว ๓๐ % และ ๖ % ในฤดูร้อน การสูญเสียรังสีจากดวงอาทิตย์จะมีมากในช่วงที่แสงอาทิตย์ปะทะหมอกในมุมต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการได้รับแสงอาทิตย์ของเมืองที่อยู่โดยรอบ คือ เวียนนา สูญเสีย ๑๕ - ๒๑ % เมื่อความสูงของดวงอาทิตย์สูงจากขอบฟ้า ๓๐° การสูญเสียเพิ่มเป็น ๒๕ - ๓๖ % เมื่อความสูงของดวงอาทิตย์ ๑๐° ฝุ่นละอองในบรรยากาศจะคายความร้อนออกในตอนกลางคืนมีผลทำให้อุณหภูมิในตัวเมืองในตอนกลางคืนสูงขึ้น

การที่มีแกนการกลั่นตัว (Condensation nuclei) เข้าสู่มรรยากาศ ตัวเมืองอย่างมากมาย โดยเฉพาะส่วนที่อยู่ในระดับต่ำในบริเวณผิวดินติดกับชายฝั่งแม่น้ำ ทำให้เกิดหมอกหนาที่ปในตัวเมือง ซึ่งเป็นอุปสรรคอันสำคัญของการจราจร ปრაกฏการณ์นี้จะมีมากตามตัวเมืองในเขตอบอุ่น เช่น ลอนดอน ปารีส นิวยอร์ก โตเกียว ฯลฯ

ข. ผลของก๊าซ กิจกรรมต่าง ๆ ในตัวเมืองโดยเฉพาะกิจกรรมที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากพืชซากสัตว์ นอกจากจะทำให้เกิดอนุภาคฝุ่นละอองแล้ว ยังก่อให้เกิดก๊าซพิษอีกด้วย ก๊าซที่เข้าสู่บรรยากาศจากแหล่งต่าง ๆ นี้จะทำให้องค์ประกอบของอากาศเปลี่ยนไป ทำให้มีก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเข้าสู่บรรยากาศมากกว่าปกติ และไม่สามารถจะสลายตามวัฏจักรของธรรมชาติได้ เพราะวัฏจักรการทำให้บรรยากาศสะอาดตามธรรมชาตินั้นเป็นไปได้อย่างช้า ๆ และมีขีดจำกัดของสมรรถภาพในการกำจัดในตัวของมันเอง ตัวการที่จะทำการกำจัดก็มีต้นไม้ และกระแสน้ำ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวการกำจัดอากาศเสียกับตัวการทำให้อากาศเสียแล้วนับว่า แตกต่างกันมาก จนทำให้เกิดการ

สะสมของอากาศเสียในตัวเมือง ทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินเพิ่มขึ้น เราเรียกปรากฏการณ์ว่า "ความเสียหายทับทวี" (Cumulative damage)

๕. การเปลี่ยนแปลงความสมดุลปริมาณความร้อน อุณหภูมิในตัวเมืองจะแตกต่างจากชนบทที่อยู่โดยรอบตัวเมืองอย่างเด่นชัด และโดยทั่วไปอุณหภูมิในตัวเมืองจะสูงกว่า อันเป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบดังต่อไปนี้

ก. การเปลี่ยนแปลงสมดุลการแผ่รังสีอันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของบรรยากาศ

ข. การเปลี่ยนแปลงสมดุลการแผ่รังสีอันเนื่องมาจาก อัตราการสะท้อนแสง (albedo) สภาพการนำความร้อน (heat conductivity) และสมรรถนะการเก็บความร้อนของวัสดุพื้นผิว

ค. การสร้างความร้อนจากกิจกรรมของมนุษย์

ง. การลดการกระจายความร้อน อันเนื่องจากการเปลี่ยนรูปและการไหลของอากาศอันเนื่องมาจากความขรุขระของพื้นผิวในตัวเมือง

จ. การลดความต้องการพลังงานเพื่อกักขังและการคายไอน้ำของพืช เนื่องจากลักษณะของพื้นผิว -การระบายน้ำที่รวดเร็ว และโดยทั่วไปความเร็วของลมในตัวเมืองต่ำ

ก. องค์ประกอบของบรรยากาศ อากาศสกปรกทำให้การส่องแสงผ่านบรรยากาศในตัวเมืองได้น้อยกว่าชนบทที่อยู่โดยรอบ ยกตัวอย่างเช่นระหว่างช่วงปี ๑๙๖๐ - ๑๙๖๕ อัตราการส่องผ่านของแสงเหนือเมืองที่ทรายน้อยกว่าชนบทโดยรอบเฉลี่ยแล้ว ๙ % และจะน้อยกว่าถึง ๒๕ % ในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง ตารางต่อไปนี้จะเปรียบเทียบสมดุลพลังงานระหว่างตัวเมืองกับชนบท ตัวเมืองคือเมืองซินซินนาติ ในฤดูร้อนปี ๑๙๖๕ ภายใต้สภาวะที่มีลมแอนตี้ไซโคลนปกคลุมตัวเมืองและชนบทใกล้เคียง มีเมฆปกคลุมประมาณ $\frac{3}{8}$ และมีความเร็วลมประมาณ 2 msec^{-1} (5 mph)

เวลา	บริเวณยานการค้ำ			บริเวณชนบท		
	๐๘๐๐	๑๓๐๐	๒๐๐๐	๐๘๐๐	๑๓๐๐	๒๐๐๐
รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์	๘๑๓	๑๐๘๔	-	๕๓๕	๑๑๖๕	-
รังสีคลื่นสั้นจากการสะท้อนแสง	๖๑	๑๓๖	-	๑๑๔	๒๒๖๘	-
รังสีคลื่นยาวทั้งหมด	-๘๘	-๑๔๔	-๑๕๐	-๘๘	๒๘๖	-๘๖
รังสีทั้งหมด	๒๖๔	๙๗๕	-๑๕๐	๒๓๓๗	๘๕๑	-๘๖
ความร้อนอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์	๕๖	๔๑	๓๗	๐	๐	๐

ข. พื้นผิวในตัวเมือง องค์ประกอบเบื้องต้นในการควบคุมองค์ประกอบความร้อนในตัวเมืองคือลักษณะและความหนาแน่นของพื้นผิวตัวเมือง (Urban surface) นั่นคือ พื้นผิวทั้งหมดของอาคารและถนน ตลอดจนรูปทรงเชิงเรขาคณิต ซึ่งลักษณะของพื้นผิวของตัวเมืองจะมีผลต่อการดูด การคายพลังงานและความเร็วลม

ค. ความร้อนที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ มีการประมาณกันว่า เมืองใหญ่ ๆ ในเยอรมันมีปริมาณความร้อนเกิดจากการเผาไหม้ $๑๕ - ๓๐ \text{ ly day}^{-1}$ ในเดือนธันวาคม และมากกว่า $๕๐๐ \text{ ly - day}^{-1}$ ในเดือนมิถุนายน ในเมืองฮัมเบอร์ก ในปี ๑๙๕๖ ปริมาณความร้อนจากความร้อนจากการเผาถ่านหินในเดือนธันวาคมมีค่า 40 ly day^{-1} แต่ได้รับปริมาณความร้อนจากดวงอาทิตย์มีเพียง 34 ly day^{-2} จากการคำนวณพบว่าการใช้เชื้อเพลิงในลอนดอนในปี ๑๙๕๐ ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นราว ๐.๖°C ซึ่งมีผลทำให้ความร้อนในตัวเมืองสูงกว่าบริเวณโดยรอบ $\frac{๒}{๓} - \frac{๒}{๕}$ เท่า จากตารางข้างบนแสดงให้เห็นถึงสมดุลความร้อนในตัวเมืองซึ่งขึ้นต้นเกิดจากการกระทำของกิจกรรมมนุษย์ โดยเฉพาะในฤดูร้อน ความร้อนที่กิจกรรมของมนุษย์ผลิตขึ้นนี้โดยเฉลี่ยแล้วมีค่าประมาณ $37 \times 10^{-3} \text{ ly min}^{-1}$ ทั้งกลางวันและกลางคืน ประมาณ $\frac{๒}{๓}$ โรงงานอุตสาหกรรม บ้านพักอาศัย ธุรกิจการค้าเป็นตัวสร้างขึ้น $\frac{๒}{๓}$ เกิดจากรถยนต์ ในเขตบอสตัน - วอชิงตัน เมกาโลโพลิส (Megalopolis) จะมีประชากรอาศัยอยู่ถึง ๕๖ ล้านคน ในเขตตัวเมืองที่ต่อเนื่องกันกินพื้นที่กว่า

๓๖,๐๐๐ ตารางกิโลเมตร ทำให้กิจกรรมของมนุษย์มารวมกันผลิตความร้อนออกมาเท่ากับ ๕๐ % ของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ได้รับในฤดูหนาวที่บันทึกได้ในระดับพื้นผิว และ มีค่าถึง ๑๕ % ของรังสีของดวงอาทิตย์ที่ได้รับในฤดูร้อน

ง. เกาะความร้อน (Heat island) ขบวนการสร้างความร้อนทั้งหมดในตัวเมือง โดยปกติทำให้ตัวเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าชนบทที่อยู่โดยรอบ ส่วนใหญ่แล้วเกิดจากการแผ่ความร้อนของอาคารที่มีอุณหภูมิสูงและเกิดจากพื้นผิวตัวเมืองและอากาศเสียที่ปกคลุมตัวเมืองคายรังสีคลื่นยาวออกมาหลังจากได้รับรังสีคลื่นสั้นแล้ว "เกาะความร้อน" จะมีผลทำให้ตัวเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าชนบทโดยรอบอย่างน้อยประมาณ 5 - 6 C (9 - 11 F) และความแตกต่างนี้อาจเพิ่มเป็น 6 - 8 C (11 - 14 F) ในตอนที่อากาศเริ่มจะแจ่มใสในตอนกลางคืนตามเมืองขนาดใหญ่ ที่เป็นอย่างนี้ก็เพราะว่าเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่สัมพันธ์กัน เกาะความร้อนเป็นผลมาจากความเย็นในชนบท ซึ่งความเย็นนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณการลดอุณหภูมิตามระดับสูง (Lapse rate) ในชนบท

ในช่วงปี ๑๙๓๑ - ๑๙๖๐ ศูนย์กลางของลอนดอนมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี ๑๑.๐ °C (51.8 F) บริเวณชานเมือง 10.3 C (50.5 F) และชนบทโดยรอบมีอุณหภูมิ ๘.๖ (49.2 F) ความแตกต่างจะมีมากขึ้นอย่างไรขึ้นอยู่กับสภาวะของอากาศ โดยเฉพาะในตอนกลางคืนเมื่อพื้นที่นั้นตกอยู่ภายใต้สภาพอุณหภูมิผกกลับ สภาพเกาะความร้อนนี้ถ้าเกิดในเมืองที่ไม่มีลมประจำพัดผ่าน จะก่อให้เกิดระบบลมพัดขึ้นในเมืองนั้น เมืองยิ่งโตขึ้นเพียงใด จะมีผลทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยประจำปีของเมืองเพิ่มขึ้น เช่น เมืองโอซากาในญี่ปุ่น อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2.6 C (4.5 F) ในรอบหนึ่งร้อยปีที่ผ่านมา และโตเกียวเพิ่ม 1.5 C (3 F) ความสัมพันธ์ของขนาดของเมืองกับการเพิ่มลักษณะเกาะความร้อนนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อน แฮนด์เลอร์ (ohandler) กล่าวว่าเมืองไลเซสเตอร์ซึ่งมีประชาชน ๒๖๖,๐๐๐ คน ทำให้เกิดความร้อนมีความเข้มข้นเท่ากับส่วนเล็ก ๆ ของลอนดอน ซึ่งค่ากล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าขนาดของเมืองมีอิทธิพลต่อความร้อนน้อยกว่าความหนาแน่นของตัวเมือง

๓. การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิว

โครงสร้างของตัวเมืองมีผลต่อการเคลื่อนที่ของอากาศทั้งการเคลื่อนที่ที่เกิดจากตัวก้อนและการเคลื่อนที่ตามแนวถนน โดยทั่วไปแล้วความเร็วของลมที่วัดได้ในบริเวณตัวเมืองต่ำกว่าชนบทโดยรอบทั้งนี้เป็นผลมาจากอาคารเป็นตัวขวางทางลม ความเร็วลมบริเวณศูนย์กลางตามปกติจะต่ำกว่าชนเมืองในราว ๕ % ในช่วงเวลากลางวัน ความเร็วลมในศูนย์กลางเมืองจะต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ แต่ในตอนกลางคืนความเร็วลมในศูนย์กลางเมืองจะมากกว่าบริเวณโดยรอบ ทั้งนี้เป็นผลมาจากขบวนการกลกอกวน (Turbulence mechanical) ในใจกลางเมืองมีสูงในตอนกลางคืน เพราะอากาศใจกลางเมืองจะมีการถ่ายพาความร้อนจากระดับพื้นผิวขึ้นสู่ระดับสูงโดยขบวนการพองตัวขึ้นสู่เบื้องบน

ผลของพื้นผิวตัวเมืองยังมีผลต่อความชื้นอีกด้วย เนื่องจากตัวเมืองขาดแหล่งนำขนาดใหญ่ และระบบการระบายน้ำในตัวเมืองมีส่วนช่วยลดอัตราการระเหยในตัวเมืองให้น้อยลง รวมทั้งขาดแหล่งพืชขนาดใหญ่ที่จะเป็นตัวการคายไอน้ำ (Evapotranspiration) ซึ่งเหล่านี้เป็นตัวการทำให้ในตัวเมืองมีความร้อนเพิ่มขึ้น จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีแนวโน้มว่าตัวเมืองในเขตละติจูดกลางมีความชื้นสัมบูรณ์น้อยกว่าบริเวณโดยรอบ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีลมพัดอ่อน ๆ และท้องฟ้ามีเมฆปกคลุม ในทางตรงกันข้าม ถ้าท้องฟ้าโปร่ง อากาศแจ่มใส มีอากาศค่อนข้างคลุมตัวเมือง ความชื้นจะสูงขึ้น และจุดน้ำค้างจะไม่ต่ำมาก ความแตกต่างของความชื้นระหว่างตัวเมืองกับชนบทโดยรอบเราจะสังเกตได้ทั้งในกรณีของ "ความชื้นสัมพัทธ์" บางทีในตอนกลางคืนความชื้นในตัวเมืองอาจน้อยกว่าชนบทโดยรอบถึง ๓๐ % ขณะที่อุณหภูมิกำลังขึ้นสูง

อิทธิพลของตัวเมืองต่อหยาดน้ำฟ้า (รวมทั้งหมอก) นั้นเราตรวจสอบไม่ค่อยได้ เพราะในตัวเมืองมีถึงวัดน้ำฝนอยู่น้อยแห่ง และการที่มีอากาศปั่นป่วนอยู่เสมอทำให้ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ไม่แน่นอน อย่างไรก็ตามเป็นที่รู้กันอย่างแน่ชัดแล้วว่า ตัวเมืองจะสร้างสภาวะท้องถิ่นที่เหมาะสมจะให้เกิต้น้ำฟ้ามากขึ้นโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน ทั้งนี้เพราะตัวเมืองจะสร้างสภาวะให้อากาศยกตัวขึ้นตามลาดชัน (Orographic) และผลของตัวก้อนอันเนื่องมาจากสิ่งก่อสร้าง การเพิ่มความหนาแน่นของแกนการกลั่นตัว และ

การยกตัวของความร้อน (Thermal convection) จากสถิติของเมืองมิวนิค (Munich) แสดงให้เห็นว่ามีฝนตกเบา ๆ ในเขตตัวเมืองมากกว่าบริเวณโดยรอบ ๑๑ % (๐.๑ - ๐.๕ มม. หรือ ๐.๐๐๔ - ๐.๑๒ นิ้ว) ตามเมืองในยุโรปเหนือมีฝนตกมากในตัวเมืองมากกว่าชนบทโดยรอบ ๒ - ๓ % ทำให้ในตัวเมืองมีหยาดน้ำฟ้าเพิ่มขึ้น ๕ - ๑๐ % เมืองขอมเบย์ของอินเดียซึ่งมีการอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมีฝนตกเพิ่มขึ้นและมากกว่าชนบทโดยรอบถึง ๑๕ %

หนังสืออุเทศ

เอลส์เวิร์ธ, โทมัสจี, น้ำเน่า อากาศเป็นพิษ สภาวิศวกร สุวรรณสถิตย์ แปล
หนังสือแปลชุดเสรีภาพ, ๒๕๑๔, ๒๓๓ หน้า

Bach, Wilfrid, Atmospheric Pollution, McGraw-Hill Problem Series
in Geography, McGraw-Hill Book Company, 1972, 144 pp.

Barry, R.G. Chorley; R.J., Atmosphere, Weather and climate,
Mathuen & Co. Ltd., 1976, pp. 322 - 341

Battan, Louise J., Cloud Physic and Cloud Seeding., Doubleday &
Company, Inc, Garden City, N.Y., 1962, 144 pp.

Blair, Thomas A., Fite, Robert C., Weather Elements, Prentice-Hall,
Inc, Englewood, Cliffs ., N.J., 1957, 414 pp.

Byer, Horace Robert, General Meteorology, Mc graw- Hill Book
Company, 1959, 401 pp.

Fagan, John J., The Earth Enviroment, Prentice-Hall, Inc, 1974
pp. 9 - 52

Finch, Vernor C., and the other, The Earth and Its Resource, Mc
Graw-Hill Book Company 1948 pp. 21 - 186.

รายชื่อสมาชิก (ต่อ)

101. คุณอรรรถพล ยอดเสนา
ร.ร.เสนา "เสนาประสิทธิ์"
อ.เสนา อยุธยา
102. คุณประเสริฐ วิฑยารัฐ
17/219 พชนเวศม์ 5
สุขุมวิท 71 ก.ท.
103. คุณประสิทธิ์ โอสดานนท์
17 ซอยอุคมายศ 3 หัวหมาก
บางกะปิ กรุงเทพฯ
104. คุณศุภพงษ์ ประภาศิริ
หอพักสมบุญณ์ ซอยสวัสดิ์
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 11
105. คุณจำปาศรี เพ็พสง่า
350/6 สุขสวัสดิ์ 35
อ.ราษฎร์บูรณะ ก.ท. 14
106. คุณประภาส ศรีนิวม
ร.ร.วิสุทธิกษัตรี อ.พระประแดง
สมุทรปราการ
107. คุณเอมอร ปฐมเทียนวิโรจน์
439 ถ.เนืองประดิษฐ์
อ.โพธาราม ราชบุรี
108. คุณจันทร์จิรา สุทธิไชยากุล
289 ซอยแสงจันทร์
อ.บ้านฉาง ก.ท. 12
109. คุณเพิ่ม นิลรัตน์
ภาควิชาสังคมศาสตร์
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี
110. คุณชานะ ชูโต
1031 ถ.ประชาธิปไตย ต.สมเด็จพระยา
อ.คลองสาน ก.ท.6
111. คุณสุทัศน์ นพวงศ์
66 ซอยเพชรบุรี ถ.เพชรบุรี
พญาไท ก.ท. 4
112. คุณจรล คุ้มมัน
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้า ก.ท.6
113. คุณพวงนอย สุวรรณเจริญ
วิทยาลัยครูจันทร์ เกษม
ลาดพร้าว กรุงเทพฯ
114. คุณพรชัย สติทวีบูลย์
143 หมู่ 5 อ.ภาชี อยุธยา
115. คุณบัณฑิต เทชองกูร
6/19 ซอยทินกร อ.พญาไท
ต.ดินแดง กรุงเทพฯ
116. คุณพิศิษฐ์ สงฆสุวรรณ
100/2 ซอยภาวนา ลาดพร้าว กรุงเทพฯ
117. คุณรังสรรค์ เลือสา

118. คุณอรุณ พรหมมณี
ร.ร.วัดไทร บางขุนเทียน กรุงเทพฯ
119. คุณนิวัตร ชูสมุทร
320/1 หมู่ 2 ต.ปากน้ำ
อ.เมือง สมุทรปราการ
120. คุณชูชีพัน แซ่คิว
67 วัดเวทวันธรรมवास
ถ.กรุงเทพฯ-นนท์ เขตดุสิต กทม.
121. คุณสุชน พร เสริมลักษณ์
ร.ร.บ้านห้วยกระบอก
อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี
122. คุณศักดิ์ วงศ์ประเสริฐสุข
131/51 ตรอกจันทร์สะพาน 3
ยานนาวา ก.ท.12
123. คุณสมิทร สระอุบล
ว.ค.นครสวรรค์ นครสวรรค์
124. คุณประคอบ อาษา
ที่ว่าการอำเภอสวี อ.สวี ชุมพร
125. คุณทัศนีย์ พุทธิรักษ์ชิต
ร.ร.อุตรดิตถ์ อ.เมือง อุตรดิตถ์
126. คุณสุทิน สุขคง
วิทยาลัยครูเลย เลย
วิทยาลัยครูเลย เลย
127. คุณเกรียงศักดิ์ หลีเจริญ
110 หน้า ร.ร.ละมุน
อ.ละมุน สกล
128. คุณภา เภากาญจนนา
23/1 หมู่ 4 ต.หวายเหนียว
อ.ทามะกา กาญจนบุรี
129. คุณอัมพร นามเหลา
แผนกหอสมุด วิทยาลัยครูนครราชสีมา
130. คุณชัยวัฒน์ พันธุ์พานิช (ปี 4)
008/9 ถ.ไชยพันธ์ อ.เมือง นครนายก
131. คุณสุธีลา เตชาดิวัฒน์พันธ์
ห้องสมุด ว.ค.จันทร์ เกษม
ลาดพร้าว กรุงเทพฯ 9
132. คุณทรงยศ ทะคง
ร.ร.บัวขาว อ.กุนนารายณ์ กาฬสินธุ์
133. บรรณารักษ์ห้องสมุดการช่างสุพรรณ
ร.ร.การช่างสุพรรณบุรี อ.เมือง สุพรรณบุรี
134. คุณปรีชาธิ ปฏิพัทรานนท์
101-103 ถ.ประชาธิปไตย บางขุนพรหม
กรุงเทพฯ
135. คุณพทุชไทย พักเหลียง
193 ดุสิต กรุงเทพฯ
136. คุณสมยศ พุณณะสาร
42 ซอยเนตรประสม ลาดพร้าว บางเขน ก.ท.
137. คุณองอาจ ชัยโชติจินดา
601/3 ถนนอิสรภาพ แขวงวัดอรุณ
เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 6
138. คุณพิชิต สุนทร
ว.ค.บ้านสมเด็จ อ.อิสรภาพ ก.ท.6
139. คุณภริมา ออนเส็ง
660/11 ถ.จรัลสนิทวงศ์ ก.ท.7
140. คุณเวศม์ศักดิ์ มอศรี
31 ซอยสุขสันต์ 3 ลาดพร้าว
บางกะปิ ก.ท.10

141. คุณเฉลิมศักดิ์ คัมไพศก
15/1 ซอยเจริญพร ถ.ประดิพัทธ์
สะพานควาย ก.ท.4
142. คุณอัจฉรา ยงศิริวิทย์
15/3 ซอยเลิศเบญญา ถ.ราชวิถี
กรุงเทพฯ 4
143. คุณเคษา พงษ์แดง
ร.ร.วัดสุคนธาราม ต.เทพมงคล
อ.บางซ้าย อโยธยา
144. คุณประยงค์ สันตกิจ
แผนกทะเบียนและวัดผล
วิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง
อ.จอมบึง ราชบุรี
145. คุณโชติมา สิ้นธุระห์
หอพัก 4 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปัตตานี
146. คุณพจนีย์ รัตนไพฑูรย์
108 ซอยชินดี ถ.ประชาราษฎร์ 2
คูสีต ก.ท.8
147. คุณนิตยา วีระพันธ์
ร.ร.อุทัย อ.อุทัย
อยุธยา
148. คุณนวรร ภาวะพรหม
ร.ร.เขมรราชพิทยาคม
อ.เขมรราช อุดรราชธานี
149. คุณทศพร ทองโชติ
ร.ร.ท่าเรือ "นิตยานุกูล"
อ.ท่าเรือ อโยธยา
150. คุณอารีรัตน์ นิลคำ
ร.ร.สวนศรีวิทยา
อ.หลังสวน ชุมพร