สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
23 ... กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3913058

13 ต.ค. 2521

อนุสารภูมิศาสตร์

คณะสังคมศาสตร์

หาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ฉบับที่ ๒ ปีที่ ๑ ตุลาคม - ธันวาคม ๒๕๒๐

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

อนุสารภูมิศาสตร์

อนุสารทางวิชาการของคณะสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

1. วัตถุประสงค์

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

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

3. ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.ประสาท หลักศิลา
   ศาสตราจารย์สวาท เสนาณรงค์
   รองศาสตราจารย์ประเทือง มหารักขกะ
   รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ

4. ประสานงานวิชาการ
   อาจารย์กวี วรกวิน
   อาจารย์น้อม งามนิสัย

5. คณะผู้ดำเนินงาน อาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ และนิสิตวิชาเอกภูมิศาสตร์ ปัจจุบัน

6. เหรัญญิก
   อาจารย์วีรวรรณ กฤตยารัตน์
   อาจารย์ทัศนีย์ ศิริปโชติ

7. พิมพ์ นายวิจิตร อักษรชู

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 หรือธนาณัติ ไปยัง อาจารย์กวี วรกวิน ภาควิชาภูมิศาสตร์ มศว.ประสานมิตร สั่งจ่าย ป.ณ. นานา ถนนสุขุมวิท กรุงเทพฯ

คำนำ

วารสารฉบับแรกของเรา ได้รับการต้อนรับอย่างดียิ่งจากสมาชิก โดยที่เราไม่สามารถจะจัดส่งวารสารฉบับแรกให้กับผู้ที่ติดต่อมาทีหลังได้เนื่องจากหมด แต่จะจัดส่งฉบับที่สองไปให้แทน ทางผู้จัดทำต้องขออภัยอย่างยิ่งสำหรับวารสารฉบับแรกที่มีการพิมพ์ผิดพลาดมาก และพยายามได้ปรับปรุงให้ดีขึ้นในฉบับนี้ หากสมาชิกท่านใดมีข้อติชมหรือข้อวิจารณ์ โปรดได้เขียน จ.ม. มายังฝ่ายประสานงานวิชาการของอนุสารภูมิศาสตร์ สำหรับผู้ที่ให้ข้อติชมมาแล้ว เราขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ในฉบับที่สาม เราจะเปิดคอลัมน์ "ถามตอบปัญหาภูมิศาสตร์" ตามคำเรียกร้องของท่านสมาชิก ฉะนั้นหากสมาชิกท่านใดต้องการให้ตอบปัญหาที่ท่านสงสัย โปรดส่งปัญหาและคำถามมายัง อาจารย์กวี วรกวิน หรือ อาจารย์น้อม งามนิสัย มศว.ประสานมิตร โดยเราจะให้ผู้มีความรู้ในปัญหาที่ท่านถามเป็นผู้ตอบในอนุสารฉบับต่อไป

สำหรับข้อเขียน หรือบทความที่ท่านสมาชิกได้เตรียมไว้แล้ว โปรดได้ส่งมายังฝ่ายประสานงานวิชาการได้เลย เรายินดีที่จะพิจารณาลงให้ท่านในอนุสารฉบับต่อไป

ฉบับนี้เราขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ส่งเรื่องมาให้โดยเฉพาะ อาจารย์นงคราญ กาญจนประเสริฐ แห่งวิทยาลัยครูนครสวรรค์ ที่ได้นำเราไปเที่ยวที่เขาชะเมา

ขอขอบพระคุณ

สารบาญ

	หน้า		
คำนำ			
ทุ่งกุลาร้องไห้	1 - 8	ดร.ประเสริฐ	วิทยารัฐ
การประมงของประเทศไทย	9 - 17	วรรณี	พุทธาวุฒิไกร
สุดทางที่เขาชะเมา	18 - 27	นงคราญ	กาญจนประเสริฐ
การจำแนกลักษณะภูมิประเทศ	28 - 33	กวี	วรกวิน
Coriolis Force	34 - 46	น้อม	งามนิสัย
การจำแนกลักษณะภูมิอากาศ (ต่อ)	47 - 52	กวี	วรกวิน
บรรยากาศ	53 - 67	มีชัย	วรสายัณห์
รายนามสมาชิก	68 - 70		

ทุ่งกุลาร้องไห้

ดร. ประเสริฐ วิทยารัฐ
ภาควิชาภูมิศาสตร์
มศว. ประสานมิตร

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ราบเรียบเป็นบริเวณกว้างแลเห็นพื้นดินจดขอบฟ้าคล้าย ๆ กับทุ่งแพรี่ในทวีปอเมริกาเหนือ ทุ่งอันกว้างขวางนี้เป็นที่กล่าวถึงกันในนามของทุ่งกุลาร้องไห้ ชื่อกุลาร้องไห้ เป็นชื่อที่ต้องย้อนถามว่าคืออะไรกัน คำว่า "กุลา" มีอธิบายกันหลายทางบางท่านกล่าวว่าคนอินเดียนั้นมีอยู่สองพวกคือ พวกอยู่ทางเหนือเรียกว่า "แขกกุลา" เป็นแขกผิวดำ จากการสอบถามคนทางภาคอิสานเล่าว่า กุลา เป็นคนพม่าซึ่งเร่ร่อนขายสินค้าเบ็ดเตล็ด พวกนี้มีถุง ย่าม แบกของเดินทางไปเรื่อย ๆ คงจะเป็นพวกที่มีร่างกายกำยำบึกบึน เพราะใช้เป็นคำหลอกเด็กที่ร้องจู้จี้กวนพ่อแม่ว่ากุลามาแล้ว ขืนร้องจะจับลงถุงลงย่ามเอาไปขาย ส่วนทำไมกุลาร้องไห้ ก็คงจะเป็นเพราะทุ่งนี้กว้างขวางพอถึงหน้าแล้งจะร้อนและขาดน้ำ เดินกว่าจะข้ามทุ่งไปได้ก็คงถึงกับร้องไห้ เพราะทั้งร้อนและกระหายน้ำ ชื่อกุลาร้องไห้ก็เป็นชื่อที่น่าเกรงขามด้วยประการฉะนี้ ถ้าผู้ใดจะต้องการรู้เรื่องไปในทางผีสาง เกี่ยวกับทุ่งนี้เพื่อนำมาทำหนังทีวีอันไร้สาระหลอกเด็กเมืองไทยให้หลงไหลในสิ่งไร้สาระก็ย่อมแสวงหาได้จากชาวบ้านที่อาศัยในทุ่งกุลา แต่จะไม่ขอนำมาสาธยายในที่นี้ให้เปลืองเวลาผู้อ่าน และหน้ากระดาษที่เขียน

ขอบเขต

อาณาเขตของทุ่งกุลาร้องไห้อยู่ในจังหวัดร้อยเอ็ด สุรินทร์ มหาสารคาม ยโสธร ศรีสะเกษ เนื้อที่รวมทั้งสิ้น 2,107,691 ไร่ (โสภณ : 1) ซึ่งเท่า ๆ กับโครงการชลประทานในลุ่มแม่น้ำแม่กลองทั้งหมด ความยาวของทุ่งในแนวตะวันออกตะวันตกมีประมาณ 150 กิโลเมตร ความกว้างตามแนวเหนือ–ใต้ประมาณ 50 กิโลเมตร อำเภอต่าง ๆ ที่ทุ่งกุลาครอบคลุมไปถึงมี พยัคฆภูมิพิสัย มหาสารคาม ปทุมรัตน์ เกษตรวิสัย และสุวรรณภูมิ ร้อยเอ็ด มหาชนะชัย ยโสธร ราษีไศล ศรีสะเกษ ชุมพลบุรี ท่าตูม สุรินทร์ สตึก บุรีรัมย์ แต่ถ้าจะพิจารณาตามลักษณะทางภูมิศาสตร์จริง ๆ แนวของทุ่งจะกว้างขวางกว่านี้อีกมาก แต่การเปลี่ยนแปลงทางด้านธรรมชาติและการใช้ดินทำให้บริเวณทุ่งคงเหลืออยู่ในบริเวณที่กล่าวตอนต้น

สภาพภูมิประเทศของทุ่งมีลักษณะราบเรียบมาก ถ้ายืนอยู่กลางทุ่ง ตามรัศมีของสายตาที่มองเห็นจะมีลักษณะพื้นดินจดท้องฟ้า ในบางมุมเกือบไม่เห็นต้นไม้หรือหมู่บ้านมาบังสายตาเลย ระดับความสูงของของทุ่งประมาณ 130 เมตร จากระดับน้ำทะเล จุดสูงสุดอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือบริเวณอำเภอปทุมรัตน์ สูงประมาณ 144 เมตร จุดต่ำสุดอยู่ที่อำเภอสุวรรณภูมิสูงประมาณ 122 เมตร ลักษณะของทุ่งสูงอยู่ทางด้านเหนือ ค่อยลาดเขามาทางแม่น้ำมูล และลาดไปตามแนวระบายน้ำของแม่น้ำมูลไปทางตะวันออก เนื่องจากความราบเรียบของทุ่งตอนที่แม่น้ำมูลไหลผ่านทางขอบด้านใต้ของทุ่งแม่น้ำมูลมีการแตกตัวเป็นลักษณะเกลี่ยวเชือก (braided stream) สังเกตเห็นได้ชัดเจนบริเวณท่าตูม

ระบบระบายน้ำธรรมชาติในทุ่งประกอบด้วยลำน้ำสายเล็ก ๆ คือ ลำเสียวน้อยมีกำเนิดจากตอนเหนืออำเภอเกษตรวิสัย ลำเสียวใหญ่มีกำเนิดจากทิศตะวันออกของอำเภอปทุมรัตน์ และลำเตามีกำเนิดจากทางเหนือของพยัคฆภูมิพิสัย และปทุมรัตน์ ทั้งสามลำน้ำรวมกันเป็นลำเสียวใหญ่ไหลเลียบทางด้านเหนือของทุ่ง มีห้วยกากวักมาสมทบแล้วไหลตัดทุ่งไปรวมกำลำน้ำมูลทางตะวันตกของอำเภอราษีไศล ถัดมามีลำพลับพลาไหลตัดทุ่งจากอำเภอพยัคฆภูมิพิสัย ไปรวมกับลำน้ำมูลทางตอนเหนือของอำเภอรัตนบุรี ส่วนแม่น้ำมูลไหลผ่านแนวด้านใต้ของทุ่งไปตลอด

การระบายน้ำของทุ่งกุลาทั้งหมดจะไหลลงสู่ลำน้ำมูล และในเดือนกันยายน – ตุลาคม ขณะที่ลำน้ำมูลเอ่อล้นฝั่ง น้ำจากลำมูลมักจะล้นเข้าไปในทุ่ง ดังนั้นในระยะเวลาดังกล่าว ทุ่งกุลาจะมีน้ำท่วมโดยทั่วไป ระดับน้ำประมาณ 0.5 – 1.00 เมตร น้ำจะขังอยู่เป็นระยะเวลานานพอสมควร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในลำน้ำมูล ช่วงที่เป็นฤดูแล้งทั่วบริเวณทุ่งจะแห้งหมด อาจมีน้ำขังอยู่บ้างตามหนองน้ำแต่พอถึงเดือนเมษายน หนองน้ำทั้งหลายจะเหือดแห้งไปหมด รวมทั้งลำเสียวใหญ่และลำพลับพลา จะไม่มีน้ำไหลอยู่เลย เท่าที่ได้รับรายงานพบว่าสระสี่เหลี่ยมซึ่งอยู่กลางทุ่งในอำเภอสุวรรณภูมิ จะมีน้ำขังอยู่ตลอดทั้งปี

ระดับน้ำในดินไม่แน่นอน บางแห่งลึก บางแห่งตื้น ทั้งนี้ตามระดับของพื้นที่ ชนิดของดินและฤดูกาล แต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับลึกประมาณ 1.5 – 4 เมตร ในฤดูแล้ง (ศิริชัย : 12) จากการสังเกตได้มีการขุดสระพบว่าระดับน้ำในดินไม่ลึก น้ำใสสะอาดอยู่ในสภาพที่ใช้บริโภคได้ จากการวิเคราะห์จากแหล่งบ่อขุดอยู่ในเกณฑ์มาตราฐาน (โสภณ : 54) แสดงว่าน้ำไม่เค็มไม่กร่อย และไม่กระด้างปรากฏว่าการวิเคราะห์ทำในช่วงแห้งแล้งที่สุด น้ำที่พบตามผิวดินก็อยู่ในเกณฑ์มาตราฐานใช้ทำการชลประทานได้ดี ในบางแห่งระดับน้ำบ่ออาจจะลึกกว่า 4 เมตร ส่วนบ่อบาดาลมีระดับไม่ลึกนัก

แต่คุณภาพของน้ำค่อนข้างมีความเค็มสูง เมื่อพิจารณาแล้วปัญหาเรื่องน้ำในบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ อยู่ในเกณฑ์ที่แก้ไขได้ด้วยวิธีการง่าย ๆ โดยการใช้บ่อและน้ำที่เก็บไว้ตามสระและตามอ่างต่าง ๆ

สภาพของดิน ลักษณะทั่ว ๆ ไปของดินในทุ่งกุลา ถ้าดูผิวเผินจะพบว่าเป็นดินตะกอนซิลท์ (silt) ซึ่งเป็นตะกอนขนาดกลางระหว่างดินเหนียวและทราย แนวโน้มค่อนมาทางทรายมาก ตะกอนเหล่านี้เกิดจากการสลายตัวของหินในชุดโคราช ดินที่ปรากฏอยู่ชั้นบนสุดนั้นเป็นตะกอนใหม่ ๆ ประมาณยุคควอเตอนารี (Quarternary) กองสำรวจที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้จำแนกดินในทุ่งกุลาร้องไห้ไว้ถึง 17 อันดับ ดินเหล่านี้มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันคือความอุดมสมบูรณ์ตั้งแต่ปานกลางลงไปกระทั่งน้อย และที่คล้ายคลึงกันคือขาดอินทรียวัตถุ เมื่อถึงฤดูแล้งการจับตัวของดินมีน้อย ส่วนที่แห้งเมื่อถูกลมจัดปลิวเป็นฝุ่นได้ง่าย การพัฒนาตามแนวชั้นดิน (horizon) ยังไม่ค่อยชัดเจน ดินชั้นบน (A - horizon) ค่อนข้างบาง ส่วนดินชั้นล่างมีแนวของการจับตัวของแร่ธาตุบางอย่างในลักษณะของสีน้ำตาลปนเหลือง ซึ่งเป็นแนวโน้มของการเกิดแลเตอไรเซชั่น (laterization) ซึ่งปรากฏอยู่ทั่วไปในเขตตะวันออกเฉียงเหนือ

สภาพทางธรณี ลักษณะของทุ่งกุลาเป็นแองน้ำเก่าลักษณะคงไม่แตกต่างจากหนองหาน ในจังหวัดสกลนคร เนื่องจากการสลายตัวของหินชุดโคราช โดยเฉพาะหินทรายได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว ทำให้แองน้ำใหญ่ ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดการตื้นเขินอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้จากหนองหานซึ่งมีการตื้นเขินขึ้น ทุ่งสำริด จังหวัดนครราชสีมาก็เป็นส่วนที่ตื้นเขิน ซึ่งเข้าใจว่าต่อเนื่องกับทุ่งกุลาร้องไห้ แต่การตื้นเขินเกิดมานานแล้ว ทำให้เกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงทางชีวะดำเนินไปมาก ลักษณะที่เห็นซึ่งต่างจากทุ่งกุลาไปบ้าง แองน้ำที่เป็นทุ่งกุลาอาจเป็นทะเลสาบน้ำจืดขนาดใหญ่ สังเกตได้จากซากหอยซึ่งเข้าใจว่าเป็นหอยน้ำจืดจับตัวกันแน่นเป็นแผ่นหนาตั้งแต่ 10 – 30 ซ.ม. ในระดับลึกต่าง ๆ กัน ในท้องที่อำเภอสุวรรณภูมิ ที่ปรากฏชัดเจนชาวบ้านเรียกว่า "โพนขี้นก" (โพนหมายถึงที่สูง ขี้นก ชาวบ้านเล่าเป็นตำนานว่าเปลือกหอยเหล่านี้เป็นขี้นกอินทรีย์ซึ่งหากินตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ถ่ายมูลทิ้งไว้ เนื่องจากนกอินทรีย์ตัวใหญ่กองขี้นกจึงใหญ่ตาม) ลักษณะของเปลือกหอยเข้าใจว่าคงไม่เก่าไปกว่ายุคควอเตอนารี ซึ่งแสดงว่าทุ่งกุลาเพิ่งตื้นเขินขึ้นในระยะเวลาไม่นานมานี้เอง ที่น่าสังเกตว่าทุ่งนี้คงเป็นแหล่งสัตว์น้ำที่อุดมสมบูรณ์ เพราะมีลักษณะของเมืองเก่าเรียงรายอยู่รอบ ๆ ขอบทุ่งหลายแห่ง ในปัจจุบันความอุดมสมบูรณ์ด้านสัตว์น้ำในทุ่งยังมีอยู่โดยเฉพาะฤดูฝนมีปลาชุกชุมมาก การสะสมตกตะกอนในทุ่งกุลาที่อยู่ระดับลึกลงไปจากผิวดิน ระดับ 550 – 600 ฟุต ปรากฏว่าเป็นแหล่งหินเกลือซึ่งเป็นหินที่พบหลายแห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สันนิฐานว่าหินเกลือเหล่านี้เกิดจากยุคครีเทเชียส (Creteceous)

ซึ่งไม่น้อยกว่า 200 ล้านปี ทำให้เชื่อกันว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแอ่งน้ำเค็มมาครั้งหนึ่งแล้ว และการระเหยทำให้เกิดการตกผลึกเป็นเกลือ

สภาพอากาศ อากาศในทุ่งกุลาเช่นเดียวกับภูมิอากาศในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยทั่ว ๆ ไป คือ เป็นแบบ สะวานนา (Tropical savanna) คือ มีระยะเวลาที่ฝนชุกและฝนแล้งสลับกัน เมื่อพิจารณาจากสถานีวัดน้ำฝนตามบริเวณรอบ ๆ ของเขตทุ่ง (กลางทุ่งยังไม่ได้เก็บสถิติเกี่ยวกับอากาศ) พบว่าระยะที่ฝนตกชุก อยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนมากที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วจำนวนวันที่ฝนตกมีถึง 20 วัน ส่วนเดือนธันวาคม – มกราคม เป็นเดือนที่แล้งจัดที่สุด คือ แทบจะไม่มีฝนตกเลย แต่ในช่วงนี้ความชื้นในดินคงมีอยู่บ้าง ประกอบกับน้ำตามแหล่งน้ำยังไม่ระเหยไปหมด ความแห้งแล้งที่ปรากฏจะไม่มีจนกระทั่งเดือนมีนาคม – เมษายน ซึ่งเป็นช่วงก่อนเกิดฝน ระยะนี้ความชื้นในดินหมดไปแล้ว ประกอบกับความร้อนในอากาศระยะนี้มีมาก เนื่องจากทุ่งกุลาเป็นทุ่งกว้างและปราศจากพืชใหญ่ ๆ ปกคลุมอยู่ อิทธิพลของทุ่งนี้อาจมีต่อจุลอากาศของบริเวณรอบทุ่งได้ เข้าใจว่าวันที่ร้อนจัดอาจเกิดการนำความร้อน (convection) ซึ่งเป็นต้นเหตุให้มีฝนตกในบริเวณทุ่งและบริเวณรอบ ๆทุ่ง ก่อนต้นฤดูฝนสังเกตการหมุนเวียนของลมตามบริเวณริมทุ่งตอนกลางวัน มีค่อนข้างแรง เช่นที่สุวรรณภูมิและท่าตูมลมพัดค่อนข้างแรง ลักษณะคล้ายลมบกลมทะเล ความชื้นสัมพัทธ์โดยรอบมีเกิน 60 เปอร์เซนต์ ทุก ๆ เดือนตลอดทั้งปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (เฉลี่ย 2494 – 2508) วัดได้ที่ร้อยเอ็ด 1359 ม.ม. สุรินทร์ 1294.8 ม.ม. และอุบลราชธานี 1578.8 ม.ม. จะเห็นว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยแล้วตกประมาณ 1300 ม.ม. ช่วงที่ฝนตกหนักอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ช่วงที่แห้งแล้งอยู่ระหว่างเดือนธันวาคม ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีในบริเวณใกล้เคียง คือ 27° ซ เดือนเมษายน มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงถึง 30° ซ ส่วนเดือนธันวาคมและมกราคมอุณหภูมิตกประมาณ 23° ซ เมื่อพิจารณาในส่วนทางภูมิอากาศโดยรอบ ๆ แล้วจะพบว่า ไม่มีที่ใดที่ลักษณะภูมิอากาศเป็นอุปสรรคต่อการเพาะปลูก เพราะพืชสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งปี ปริมาณน้ำถ้าใช้ความพยายามก็พอหาได้

สภาพของพืชธรรมชาติ การวิวัฒนาการของพืชธรรมชาติบริเวณทุ่งกุลาเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ถ้าจะไล่จากกลางทุ่งไปขอบทุ่งจะพบตั้งแต่พืชน้ำล้มลุก หญ้าหยาบ ๆ ไปทางขอบทุ่ง มีไม้เตี้ย ๆ กอไผ่ และต้นไม้ใหญ่อยู่บริเวณรอบนอกของทุ่ง ส่วนบริเวณกลางทุ่งซึ่งเป็นเนินหรือโพนจะมีไม้พุ่มเตี้ย ๆ เรียวหนามขึ้นอยู่บ้าง พืชน้ำซึ่งมีชีวิตอยู่เฉพาะตอนที่น้ำท่วมมีหลายอย่างที่น่าสังเกต เช่น บัวประเภทบัวผันบัวเผื่อน ต้นพองดอกสีเหลืองเหมือนขนนก ข้าวผี หรือข้าวป่า และอื่น ๆ อีกมากมาย ส่วนพวกหญ้าเป็นหญ้าหยาบ

เช่น หญ้าแฝก หญ้าหวาย หญ้าคมบาง หญ้าหางหมา (ต้องถามชาวบ้านไม่ใช่ชื่อทางวิทยาศาสตร์) ไม้พุ่มซึ่งขึ้นตามที่ดอนมีเข็มป่าดอกขาว ไผ่เล็ก ๆ เสมา (พวกตะบองเพชร) พุดทุ่ง ยังมีอีกหลายอย่าง บริเวณขอบทุ่งต้นไม้ใหญ่พยายามแผ่ขยายเขตเข้ามาในทุ่ง แต่เนื่องจากฤดูฝนมีน้ำท่วม ลมในทุ่งพัดจัดบางครั้งประกอบกับอินทรีย์วัตถุและความอุดมสมบูรณ์ของดินมีน้อย ต้นไม้ใหญ่ซึ่งมีรูปร่างแคระเตี้ย ทรวดทรงไม่เหมือนกับในบริเวณที่สมบูรณ์กว่า ลักษณะเช่นนี้จะเห็นชัดเจนในบริเวณเกษตรวิสัย และยะโสธร ไม้ใหญ่เหล่านี้มี พลวงยาง เต็ง เหียง ขี้เหล็ก หว้า ลักษณะจากในทุ่งไปขอบทุ่งจะมีต้นไม้แคระขึ้นห่าง ๆ จนต้นค่อยสมบูรณ์ตามลำดับ และมีความหนาแน่นมากขึ้น ลักษณะเช่นนี้อาจบอกถึงระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงจากหนองน้ำมาเป็นท้องทุ่ง ต้นไม้ใหญ่ที่สมบูรณ์จะพบมากในบริเวณของทุ่งสำริดมากกว่าทุ่งกุลา การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ทำให้มองเห็นว่าการปรับปรุงทุ่งกุลาเป็นสิ่งที่ทำได้ ถึงแม้มนุษย์ไม่ปรับปรุงธรรมชาติก็คงจะปรับปรุงไปเองตามธรรมชาติ ขณะนี้มีผู้นำพืชอื่น ๆ ไปปลูกในทุ่งเพิ่มมากขึ้นซึ่งส่วนใหญ่ก็เจริญงอกงามได้ดีพอสมควร

ลักษณะการตั้งถิ่นฐาน ถ้าพิจารณาตามหลักฐานเก่า ๆ พบว่าโดยรอบทุ่งกุลามีชุมชนตั้งถิ่นฐานเก่าแก่อยู่เป็นส่วนใหญ่ เช่น ที่ใกล้ ๆ เกษตรวิสัยก็มีการขุดพบเครื่องปั้นเขียนสีแบบบ้านเชียงก็มี และคงมีชุมชนเก่า ๆ เช่นนี้อีกหลายแห่ง ซึ่งแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของทุ่งโดยทั่วไป ส่วนบริเวณกลางทุ่งหมู่บ้านดั้งเดิมคงมีอยู่บ้าง ซึ่งต้องอยู่ในบริเวณโคกหรือที่สูงแต่คงมีขนาดเล็กเพราะมีปัญหาเรื่องน้ำท่วมและการติดต่อ ในปัจจุบันจำนวนหมู่บ้านในทุ่งเพิ่มมากขึ้น และกระจายกันอยู่ห่าง ๆ จากรายงานของอำเภอต่าง ๆ จำนวนประชากรอยู่ในทุ่งกุลามีประมาณ 222,215 คน (โสภณ: 7) ซึ่งเป็นสถิติของปี 2516 หรือ 2517 ซึ่งแสดงว่าประชากรได้เข้าไปอยู่เรื่อย ๆ ทั้ง ๆ ที่บริเวณเหล่านี้เป็นที่สาธารณะ แต่จำนวนประชากรบางหมู่บ้านค่อนข้างสูง ได้มีการสร้างโรงเรียน และทางราชการให้การช่วยเหลือเป็นโรงเรียนขององค์การบริหารส่วนจังหวัด และบางแห่งได้จัดระบบการปกครองแล้วก็มีคือ มีผู้ใหญ่บ้านปกครอง หมู่บ้านเหล่านี้ยังอยู่กันห่าง ๆ แต่เข้าใจว่าเมื่อถนนผ่านทุ่งนี้มากขึ้น จำนวนหมู่บ้านคงมีมากขึ้นตามมาด้วย

สภาพสังคม เท่าที่สังเกตผู้คนในบริเวณนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับคนภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยทั่วไป คือ ดำรงชีพอยู่ในลักษณะพอประทังชีวิต (subristance) กล่าวคือ ทำงานให้พอมีอาหารบริโภค ไม่มีการวางแผนมองไปข้างหน้า กิจกรรมสำคัญก็คือจับปลาในฤดูฝน โดยเฉพาะตอนปลายฤดูฝนและต้นฤดูแล้งปลามีชุกชุมมาก การจับปลาในปัจจุบันอาจเรียกได้ว่ากรองเอาปลาจากน้ำ คือ ทำถึงขนาด

ใช้มุ้งไนลอน ปิดกั้นทางน้ำที่พอไหลได้ ส่วนการเพาะปลูกก็มีการปลูกข้าว ซึ่งทำในลักษณะนาหว่าน เพราะทำได้สะดวกกว่าและใช้แรงงานน้อยกว่านาดำ ซึ่งได้ผลดีกว่าทำกันน้อยเพราะต้องใช้แรงงานมาก การทำนาในบริเวณนี้ถ้าใช้ปุ๋ยจะได้ผลดีพอสมควร เท่าที่ถาม ๆ ดูได้ถึง 30 ถังต่อไร่ ข้อเท็จจริงจากการสอบถามไม่มากนักทราบว่าชาวบ้านแถบนั้นไม่ได้ทำนามากนักทำเพียงพอกิน และส่วนมากก็รับจ้างทำนาซึ่งผู้มั่งคั่งจะว่าจ้าง โดยเฉพาะต้องทำคันนา และช่องระบายน้ำตอนต้นฤดูฝน จากการสังเกตอาจเป็นจริง เพราะข้าวที่ปลูกบริเวณนี้มีจำนวนมากเป็นข้าวเจ้าซึ่งไม่ได้ใช้บริโภคกันในท้องถิ่นนี้ ที่อำเภอสุวรรณภูมิจากการสอบถามทราบว่าข้าวขาวมะลิปลูกกันมาก และส่งไปยังโรงสีแถวฉะเชิงเทรา สีเป็นข้าวหอมแปดริ้วอันมีชื่ออันที่จริงข้าวหอมแถวสุวรรณภูมิ และเสลภูมิจังหวัดร้อยเอ็ด มีรสหอมนุ่มนวลกว่าข้าวแถวแปดริ้วและนครชัยศรีเสียอีก (เป็นความรู้สึกส่วนตัว)

การใช้ที่ดินในทุ่งกุลาร้องไห้จากการสำรวจของกองจำแนกที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เมื่อปี 2517 พบว่าพื้นที่ทุ่งกุลาทั้งหมดที่ได้ทำการสำรวจประชาชนได้ครอบครองอยู่ถึงร้อยละ 84.18 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 15.82 เป็นที่รกร้างว่างเปล่า ที่สาธารณะประโยชน์และที่ราชการ และในเนื้อที่ซึ่งประชาชนครอบครองนั้นเป็นที่นาปลูกข้าวถึงร้อยละ 80.47 คิดเป็นเนื้อที่ 1,521,009 ไร่

นอกนั้นเป็นที่อยู่อาศัยร้อยละ 1.50 ที่ปลูกไม้ยืนต้นร้อยละ 1.84 และเป็นที่ทำประโยชน์อื่น ๆ (โสภณ: 46) ที่น่าสังเกตจากการสำรวจปรากฏว่าผู้ครอบครองทำประโยชน์เองทั้งสิ้นไม่มีการใช้เช่าช่วงให้ดำเนินการต่อที่ซึ่งครอบครองทั้งหมด มีโฉนดเพียงร้อยละ 0.02 น.ส.3 ร้อยละ 2.41 ส.ค.1 ร้อยละ 34.45 น.ส.2 ร้อยละ 0.02 หมายความง่าย ๆ พื้นที่ซึ่งทางราชการรับรู้สิทธิ์มีเพียงร้อยละ 36.90 ส่วนที่เข้าไปครอบครองเฉย ๆ มีถึงร้อยละ 47.27 ลักษณะการถือครองเช่นนี้คงจะสร้างปัญหาทางด้านสังคมและการเมืองที่จะต้องแก้ไขต่อไปอีกนานพอสมควร และควรจะได้มีการพิจารณาอย่างรอบคอบในการที่จะดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งในบริเวณนี้

ถ้าคิดผลิตผลอย่างหยาบ ๆ จากการทำนาเพียงอย่างเดียวในทุ่งกุลาร้องไห้โดยถือเอาเนื้อที่ 1.5 ล้านไร่ ซึ่งใช้ทำนาและคิดอย่างหยาบ ๆ ว่าผลิตผลที่ได้ประมาณ 10 ถังต่อไร่ ซึ่งเป็นตัวเลขระดับต่ำสุดถ้ามองด้วยสายตาทั่ว ๆ ไปแล้วน่าจะเกินกว่านี้ หากซื้อขายข้าวกันในราคาปัจจุบันเกวียนละ 2000 บาท รายได้จากการผลิตข้าวอย่างเดียวในบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้ถึงปีละ 300 ล้านบาท และถ้าได้มีการปรับปรุงให้ผลิตผลของข้าวต่อไร่เพิ่มเป็น 30 ถัง เฉพาะรายได้จากข้าวอย่างเดียวจะมีถึง 1,000 ล้านบาท นี่ยังไม่คิดถึงผลิตผลที่ได้จากปลาตามธรรมชาติ ซึ่งมีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์และถ้าได้ปรับปรุงเรื่องน้ำให้ปลูกพืชฤดูแล้งได้บ้าง พื้นที่ของทุ่งกุลาจะเป็นแหล่งรายได้อันสำคัญอย่างไม่มีข้อสงสัย การเร่งรีบปรับปรุง

บริเวณทุ่งอันกว้างขวางนี้จึงมีเหตุผลที่คุ้มกับการลงทุน

การปรับปรุงทุ่งกุลา ความดำริและการตัดสินใจของรัฐบาลที่ประกาศให้บางส่วนของทุ่งกุลาเป็นเขตปฏิรูปที่ดิน เป็นการกระทำที่ชอบด้วยเหตุผล สมควรจะสนับสนุนอย่างยิ่งและควรจะทำให้เต็มที่ทั้งทุ่ง การดำเนินงานควรกระทำอย่างรีบด่วน ระดมคนออกไปทำทุก ๆ ด้านและทุกหน่วยราชการให้พร้อมเพรียงกัน ตามความเห็นคิดว่าควรจะปรับปรุงทั้งทางด้านกายภาพของทุ่ง และทางด้านสังคมไปพร้อม ๆ กัน

การปรับปรุงทางด้านกายภาพ คือระบบการระบายน้ำและแอ่งเก็บน้ำในทุ่งกุลา ทั้งสองอย่างต้องทำไปพร้อม ๆ กัน การระบายน้ำสำหรับภาวะน้ำท่วมในฤดูฝน ซึ่งมีน้ำมากเกินไป ส่วนการเก็บน้ำไว้สำหรับฤดูแล้งซึ่งขาดแคลนน้ำ ระบบระบายน้ำอาจใช้ระบบเดียวกับที่ใช้ในทุ่งรังสิต คือการขุดคลองซอยเป็นจำนวนมากเชื่อมระหว่างลำเสียว ลำพลับพลา และลำน้ำมูล จัดให้มีประตูน้ำไว้เป็นตอน ๆ ขณะเดียวกันควรจะมีแอ่งเก็บน้ำใหญ่ ๆ ไว้เป็นระยะทุกลำคลอง เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง คันคลองทั้งหลายใช้เป็นเส้นทางถนนที่จะต้องระวังก็คือดินในบริเวณนี้น้ำชะได้ง่ายฝนตกแรง ๆ ครั้งเดียวคันคลองอาจไหลลงถมคลองหมด แต่คงไม่เหลือวิสัยทางเทคนิคที่จะแก้ปัญหาได้ ส่วนอ่างใหญ่อาจจะเป็นที่สาธารณะหรือชุมชนแล้วแต่กรณี

ทางด้านสังคมจุดบกพร่องของประชากรทางภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างหนึ่งซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอย่างมาก คือ ระดับทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่เป็นแบบเพื่อยังชีพ (subristance)กล่าวคือถ้ามีกินมีใช้แล้วจะเลิกผลิต หากจะพูดง่าย ๆ ถ้ามีเงินอยู่ในกระเป๋า 100 บาท ก็ต้องใช้เงินให้หมดเสียก่อนจึงจะไปหางานทำใหม่ ซึ่งระดับเศรษฐกิจเช่นนี้ไม่ตรงกับสภาพการในปัจจุบันที่การดำรงชีพต้องมีการวางแผนและคิดล่วงหน้า เพื่อความมั่นคงของครอบครัว ซึ่งต้องมีการสะสมและเก็บออม ปัญหาอยู่ที่ว่าการเปลี่ยนระดับเศรษฐกิจของคนจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับหนึ่งทำได้ไม่ง่ายนัก ถ้าปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติก็ต้องอาศัยเห็นแบบอย่างจากผู้อื่น แต่การพัฒนาเราจะรออย่างนั้นไม่ได้จำเป็นต้องเร่ง ดังนั้นการตั้งศูนย์ขึ้นฝึกอบรมจึงเป็นสิ่งสำคัญ และต้องมองไกลไปถึงเยาวชนรุ่นใหม่ที่จะต้องปลูกฝังให้เป็นผู้ผลิตด้วยทางด้านการศึกษาและหลักสูตรในโรงเรียนต้องเปลี่ยนให้เหมาะกับท้องถิ่นและแก้ปัญหาในท้องถิ่นได้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. กรมชลประทาน "การวางโครงการเบื้องต้น โครงการชลประทานเพื่อการฟื้นฟูปรับปรุงพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้" ชลประทานด้านตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา 2504 (18 หน้า)

2. กรมอุตุนิยมวิทยา "สถิติอากาศประจำถิ่นของประเทศไทย ในคาบ 15 ปี (พ.ศ.2494–2508) กรุงเทพฯ

3. ดำรงค์ จรัสวัฒน์ "สถานะเรื่องน้ำของแม่น้ำมูล–ชี และลำน้ำสาขา" ข่าวพัฒนาที่ดิน ปีที่ 10 เล่มที่ 93 พ.ศ. 2516 หน้า 3 – 15

4. ไพบูลย์ สุวรรณายน "ศักย์แหล่งแร่โปแตช และแร่ที่เกี่ยวข้องที่ราบสูงโคราช" ข่าวสารธรณีปีที่ 20 ฉบับที่ 3 มีนาคม 2518 หน้า 10–44

5. พิสิทธิ์ ธีระศิลก "โครงสร้างของประเทศไทย" ข่าวสารธรณี ปีที่ 18 ฉบับ 1 มกราคม 2516 หน้า 1 – 18

6. โสภณ ชมชาญ และสมาน พาณิชย์พงส์ "ทุ่งกุลาร้องไห้ ภาค 1 ข้อมูลเบื้องต้นและการวางแผนการใช้ที่ดิน" กองจำแนกที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มกราคม 2518

7. ศิริชัย กิตยารักษ์ และประสงค์ ยี่ส่อง "รายงานการสำรวจดินทุ่งกุลาร้องไห้" กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฉบับที่ 155 ธันวาคม 2517

8. สุวิทย์ สระทองคำ "ข้อมูลบางประการในการพัฒนาที่ดินทุ่งกุลาร้องไห้ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2515

การประมงของประเทศไทย

วรรณี พุทธาวุฒิไกร
อาจารย์ประจำภาควิชาภูมิศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีสัตว์น้ำอุดมสมบูรณ์ การประมงเป็นอาชีพหลักที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ เป็นอาหารสำคัญที่ประชากรชาวไทยบริโภคเป็นประจำวันและมีความสำคัญรองลงมาจากข้าว เนื่องจากปลาเป็นอาหารโปรตีนที่มีราคาต่ำกว่าอาหารโปรตีนประเภทเนื้อสัตว์อื่น ๆ จึงเหมาะสำหรับประชากรส่วนใหญ่ของประเทศที่มีรายได้น้อย ประชากรในประเทศบริโภคปลาเป็นอาหารเฉลี่ยประมาณ 23 กิโลกรัมต่อคนต่อปี จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี จะมีผลให้ความต้องการในการบริโภคปลาเพิ่มสูงขึ้นด้วย

การประมงนอกจากจะช่วยเพิ่มผลผลิตอาหารให้แก่ประชากรในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งเป็นสินค้าออกทำรายได้ให้ประเทศไทยเพิ่มขึ้นทุกปี ในช่วงสิบปีที่ผ่านมา ประเทศไทยค้าสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำได้เปรียบดุลย์การค้าเพิ่มขึ้นทุกปี (ดูสถิติดุลย์การค้าสินค้าสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ปี 2504 ถึง 2516 จากตารางข้างล่าง) และยังทำให้ประชากรมีอาชีพเพิ่มขึ้น , นอกจากจะทำการประมงแล้ว ยังมีอาชีพในทางอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประมงอีกด้วย ประชากรที่ทำอาชีพทางการประมงในปี พ.ศ.2516 มีจำนวนประมาณสามแสนคน และจำนวนปลาที่จับได้ก็มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในปี พ.ศ. 2503 ผลผลิตจากการประมงมีเพียง 190,000 ตัน แต่ในปี พ.ศ.2516 มีผลผลิตถึง 1.6 ล้านตัน ได้จากประมงทะเลถึง 1.5 ล้านตัน และจากประมงน้ำจืดประมาณ 140,000 ตัน ในปัจจุบันประเทศไทยจึงได้ชื่อว่าเป็นประเทศที่ทำการประมงก้าวหน้าที่สุดในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ด้วยกัน

ดุลย์การค้าสินค้าสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ปี 2504 – 2516 (พันบาท)

ปี พ.ศ.	มูลค่าสินค้าเข้า	มูลค่าสินค้าออก	ดุลย์การค้า
2504	63,058	42,492	–20,556
2505	55,738	41,235	–14,503
2506	48,645	72,723	24,078
2507	55,211	95,755	40,544
2508	69,099	149,951	80,852
2509	63,889	234,971	171,082
2510	65,256	286,553	221,297
2511	64,134	309,000	244,866
2512	88,480	324,105	235,625
2513	85,607	369,818	284,211
2514	82,325	497,558	415,233
2515	83,692	807,165	723,473
2516	92,551	649,930	1,557,379

ที่มาของข้อมูล หนังสือสถิติการประมงของประเทศไทย 2516 หน้า 33

จากสถิติดุลย์การค้าสินค้าสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำจะเห็นว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ.2506 เป็นต้นมา ไทยได้เปรียบดุลย์การค้าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี โดยที่ปี พ.ศ.2516 ไทยได้เปรียบดุลย์การค้าถึง 1,557 ล้านบาทเศษ ประเทศผู้ซื้อที่สำคัญ คือ ฮ่องกง สิงคโปร์ มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส อิตาลี เนเธอร์แลนด์ สเปน เป็นต้น

ลักษณะการประมงของประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การประมงน้ำจืด และการประมงน้ำเค็ม

1. การประมงน้ำจืด

เนื่องจากประเทศไทยมีลักษณะอากาศแบบมรสุม มีปริมาณฝนตกมากและมีแม่น้ำ ลำคลองไหลผ่านหลายสาย รวมทั้งมีหนองบึงต่าง ๆ อยู่มากมาย จึงเป็นที่อาศัยของสัตว์น้ำ จำนวนของสัตว์น้ำที่จับได้แม้จะมีจำนวนเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับสัตว์น้ำเค็ม แต่ก็มีความสำคัญสำหรับประชากรในแถบนั้น การประมงน้ำจืดในประเทศไทยปรากฏว่า ภาคที่มีการจับสัตว์น้ำได้เด่น คือภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคที่มีปริมาณการจับได้น้อย คือ ภาคใต้กับภาคเหนือ (ดูสถิติจากตารางข้างล่าง)

ปริมาณสัตว์น้ำจืดที่จับได้เป็นรายภาคปี พ.ศ.2516
(ตัน)

ภาค	2516
ภาคเหนือ	2,071
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	55,231
ภาคกลาง	80,102
ภาคใต้	3,481
รวมทั้งประเทศ	140,885

ที่มาของข้อมูล หนังสือสถิติการประมงของประเทศไทย 2516 หน้า 7 – 11

ภาคกลาง เป็นแหล่งการประมงน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุด สามารถจับสัตว์น้ำได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่น ๆ (ดูสถิติปริมาณสัตว์น้ำจืดที่จับได้เป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2516) เนื่องจากภาคกลางเป็นที่ราบลุ่มมีแม่น้ำไหลผ่านหลายสาย ที่สำคัญคือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำอื่น ๆ อีกหลายสาย ในฤดูฝนที่น้ำเออท่วมตลิ่งไหลบ่าเข้าไปในลำคลอง หนองบึง หรือนาข้าว ปลาจะว่ายตามน้ำเข้าไปวางไข่ เมื่อน้ำลดจะว่ายกลับออกมา มีปลาเล็ก ๆ ตามออกมาด้วย แต่ถ้าปีใดฝนมากน้ำท่วมนาน ปลาน้ำจืดจะเลี้ยงลูกอยู่ได้นานจนเจริญเติบโต ในปีนั้นก็จะมีปลาน้ำจืดอุดมสมบูรณ์ ภาคกลางมีบึงขนาดใหญ่ที่เป็นแหล่งบำรุงพันธุ์ปลาน้ำจืด ที่สำคัญที่สุด คือ บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่ประมาณ 200 ตารางกิโลเมตร หรือ หนึ่งแสนไร่เศษ

บึงบอระเพ็ดเป็นสถานที่เหมาะให้ปลาเข้าไปวางไข่ในช่วงหน้าน้ำ แต่เมื่อน้ำลดพันธุ์ปลาจากบึงจะขยายไปตามแม่น้ำไปสู่จังหวัดใกล้เคียง

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นที่ราบสูง ดินเป็นดินปนทรายไม่เก็บกักน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขาดน้ำในฤดูแล้ง จึงเป็นอุปสรรคต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในภาคนี้แหล่งที่มีการประมงมากคือ แม่น้ำโขง แม่น้ำมูล แม่น้ำชี หนองบึงใหญ่ ๆ รวมทั้งอ่างเก็บน้ำ เนื่องจากภาคนี้เป็นภาคที่ประชากรขาดอาหารโปรตีน กรมประมงจึงส่งเสริมให้มีการตั้งสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำไว้ตามแหล่งน้ำสำคัญ ๆ ทุกแห่ง แต่อย่างไรก็ตามภาคนี้ก็เป็นภาคที่สามารถจับสัตว์น้ำจืดได้เป็นอันดับสองของประเทศ

ภาคเหนือ มีภูมิประเทศเป็นภูเขาที่สูง มีแม่น้ำปิง วัง ยม น่าน ไหลผ่าน และยังมีหนองบึงอยู่ทั่วไป บึงที่สำคัญที่สุด คือ กว๊านพะเยา ในจังหวัดเชียงราย ตามแม่น้ำและหนองบึงเหล่านี้เป็นแหล่งที่มีพันธุ์ปลาชุกชุม

ภาคใต้ แม่น้ำส่วนใหญ่เป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ การประมงน้ำจืดไม่ค่อยมีความสำคัญ แต่การประมงทางชายฝั่งทะเลกลับมีความสำคัญมาก

สัตว์น้ำที่จับได้จากการประมงน้ำจืดที่สำคัญ ได้แก่ ปลาดุก ปลาช่อน ปลาตะเพียน ปลาหมอ ปลาสลิด กุ้ง ปลาสวาย ปลาเทโพ ปลาไหล และปลาไน เครื่องมือที่ใช้ในการจับสัตว์น้ำจืด คือ โพงพาง ข่ายลอย แห ช้อนใหญ่ ยกยอ เป็นต้น สัตว์น้ำที่จับได้นอกจากจะใช้บริโภคแล้ว ยังได้ส่งขายให้ตลาดในท้องถิ่น หรือถ้ามีการคมนาคมขนส่งสะดวกก็ส่งไปขายยังแหล่งอื่น ซึ่งขายทั้งในรูปสดและตากแห้ง จังหวัดที่จับสัตว์น้ำจืดได้มากเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย (สถิติปี 2516) คือ สุพรรณบุรี สกลนคร ฉะเชิงเทรา ร้อยเอ็ด อยุธยา สุโขทัย สมุทรปราการ นครพนม อุดรธานี นครสวรรค์ เป็นต้น

2. <u>การประมงน้ำเค็ม</u>

การประมงน้ำเค็ม มีทั้งการประมงน้ำกร่อย การประมงในเขตชายฝั่งและทะเลลึก ประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลยาวถึง 2,614.40 กิโลเมตร เป็นชายฝั่งทะเลทางด้านอ่าวไทย 1,784.80 กิโลเมตร และชายฝั่งทะเลทางมหาสมุทรอินเดีย 739.60 กิโลเมตร

การประมงน้ำกร่อย ส่วนใหญ่ทำบริเวณชายฝั่งทะเลทางด้านอ่าวไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอ่าวไทยตอนใน มีแม่น้ำไหลออกหลายสาย นำเอาตะกอนมาทับถมเป็นจำนวนมาก และแม่น้ำได้พัดพาเอาอาหารสัตว์น้ำลงมาด้วย บริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำหรือปากอ่าวจึงเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งในการเพาะเลี้ยงพันธุ์สัตว์น้ำกร่อย สัตว์น้ำกร่อยที่สำคัญ ได้แก่ ปลานวลจันทร์ทะเล ปลากระบอก ปลากะพง หอยแครง กุ้งทะเล หอยนางรม ปูทะเล เป็นต้น

แหล่งประมงน้ำกร่อย แหล่งที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย เช่น ชายฝั่งทะเลทางจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ นิยมเลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล และปลากระบอก ชายฝั่งทะเลทางจังหวัดเพชรบุรีและสมุทรสงคราม เป็นแหล่งที่มีการเลี้ยงหอยแครงมากเพราะชายฝั่งทะเลเป็นหาดโคลน ในทางจังหวัดสมุทรปราการ ชายฝั่งทะเลเป็นป่าแสม ป่าโกงกาง ในบริเวณนี้มีปูทะเลชุกชุมมาก จึงมีการเลี้ยงปูทะเลที่นี่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปูไข่ เป็นปูที่มีราคาแพง ทำรายได้ให้กับชาวสมุทรปราการ และเป็นอาหารขึ้นชื่อของจังหวัดนี้ ชายฝั่งในท้องที่ของจังหวัดชลบุรี มีลักษณะเป็นหาดทรายและหาดหินบริเวณนี้จึงเหมาะต่อการอยู่อาศัยเลี้ยงตัวของหอยนางรม หอยนางรมมีราคาดีตลาดต้องการ จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงกัน นอกจากนี้สัตว์น้ำกร่อยที่เป็นที่นิยมเลี้ยงกันมาก คือ กุ้งทะเล เพราะขายได้ราคาดีเป็นที่ต้องการของตลาดภายในและต่างประเทศ การทำนากุ้งในประเทศไทยได้ผลดี แหล่งที่มีการทำนากุ้ง คือ จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร กรุงเทพฯ สมุทรสงคราม จันทบุรี ฉะเชิงเทรา เพชรบุรี ระยอง ชลบุรี ในภาคใต้มีการทำนากุ้งอยู่ไม่กี่จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ชุมพร และพังงา

การประมงในเขตชายฝั่งและทะเลลึก เมื่อ 30 ปีก่อนการจับสัตว์น้ำของไทยทำแต่เพียงบริเวณชายฝั่งและและในบริเวณอ่าวไทยเท่านั้น ชาวประมงใช้เรือใบออกหาปลา โดยปรกติจะจับปลาห่างจากฝั่งประมาณ 25 กิโลเมตร และจับในระดับน้ำลึกประมาณ 20 เมตรเท่านั้น เรือหาปลาจะหาปลาไปกลับภายในวันเดียว เครื่องมือจับปลาที่สำคัญในขณะนั้นคือ โป๊ะ รั้วไซมาน โพงพาง อวน แห เบ็ด สัตว์น้ำที่จับได้ส่วนใหญ่เป็นปลาผิวน้ำ ซึ่งอยู่ในระดับน้ำลึกไม่มาก เช่น ปลาทู ปลาลัง ปลาอินทรี ปลาจะละเม็ด ปลาหมึก เป็นต้น แต่ในระยะหลังการประมงในเขตทะเลได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว มีเรือประมงขนาดใหญ่ขึ้นและเรือติดตั้งเครื่องยนต์เป็นส่วนมาก มีอุปกรณ์ทันสมัยกว่าแต่ก่อน เช่น เครื่องมือในการค้นหาฝูงปลา ชาวประมงจึงสามารถออกไปจับปลาได้ไกล ๆ คือ เข้าไปในเขตทะเลลึกหรือน่านน้ำสากล และใช้เวลาในการจับปลานานวัน ในปัจจุบัน แหล่งการประมงน้ำเค็มของไทย ได้แก่ บริเวณอ่าวไทย

ชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ประมาณว่าผลผลิตทางทะเลทั้งหมด 40% มาจากอ่าวไทย 30% มาจากฝั่งมหาสมุทรอินเดีย อีก 30 % มาจาก น่านน้ำสากล

การประมงในเขตน่านน้ำลึกของไทยได้ขยายตัวและก้าวหน้าไปมาก (แต่ไม่ก้าวหน้าเท่าประเทศในยุโรปเหนือ ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา) กรมประมงได้มองเห็นความสำคัญของการขยายแหล่งจับปลาออกไปในน่านน้ำสากล จึงได้ทำการสำรวจแหล่งทำการประมงในบริเวณอ่าวไทย ทะเลจีนตอนใต้ และในมหาสมุทรอินเดีย พบว่าบริเวณเหล่านี้เป็นแหล่งที่มีทรัพยากรสัตว์น้ำอุดมสมบูรณ์ มีทั้งปลาหน้าดิน และปลาผิวน้ำ ปลาหน้าดินเป็นปลาที่อาศัยหากินอยู่บนผิวพื้นท้องทะเล เช่น ปลาสีกุน ปลากะพง ปลาทรายแดง ปลากระเบน กุ้ง ปู หอย ส่วนปลาผิวน้ำเป็นปลาที่อาศัยอยู่ในระดับผิวน้ำหรือกลางน้ำ เช่น ปลาทูลัง ปลาอินทรี ปลากุเรา ปลาทูน่า ปลาโอ เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการประมงที่สำคัญคือ อวนลาก ในระยะหลังปลาที่จับได้ 60 – 70 % ได้มาจากการประมงอวนลาก การประมงอวนลากทำให้การจับปลาหน้าดินมีประสิทธิภาพสูง ส่วนเครื่องมือประจำที่ เช่น โป๊ะ โพงพาง มีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ แต่เครื่องมือเคลื่อนที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นอวนตังเก ในปัจจุบันประเทศไทยมีเรือที่ใช้ประกอบกิจการประมงประมาณ 27,000 ลำ เป็นเรือติดเครื่องยนต์ประมาณ 70 %

<u>เขตการประมงน้ำเค็ม</u> เขตการประมงน้ำเค็มของประเทศไทยแบ่งออกเป็น 4 เขต อยู่ในเขตอ่าวไทย 3 เขต อีก 1 เขต อยู่ทางชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ในเขตอ่าวไทยยังแบ่งเป็นอ่าวไทยตอนในและอ่าวไทยตอนนอก อ่าวไทยตอนในมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส มีความลึกสูงสุดประมาณ 27 เมตร กรมประมงจัดเป็นเขตการประมงเขต2 ส่วนอ่าวไทยตอนนอกขยายออกไปจดทะเลจีนใต้ มีระดับน้ำลึกสูงสุด 87 เมตร เขตการประมงที่อยู่ในอ่าวไทยตอนนอก คือ เขต 1 และเขต 3 ส่วนเขต 4 อยู่ทางชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย

1. <u>เขตการประมง เขต 1</u> เป็นเขตที่จับสัตว์น้ำได้น้อยที่สุด จังหวัดที่อยู่ในเขตการประมงเขตนี้ คือ จังหวัดตราด จันทบุรี และระยอง จำนวนสัตว์น้ำที่จับได้ในเขตนี้ 182,213 ตัน คิดเป็นร้อยละ 11.9 ของจำนวนสัตว์น้ำเค็มที่จับได้ทั้งหมด (สถิติ พ.ศ. 2516)

2. <u>เขตการประมง เขต 2</u> เป็นเขตที่จับสัตว์น้ำได้มากเป็นอันดับ 1 จังหวัดที่อยู่ในเขตการประมงเขตนี้ คือ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และเพชรบุรี จำนวนสัตว์น้ำที่จับได้ในเขตนี้ 767,226 คิดเป็นร้อยละ 49.9 ของจำนวนสัตว์น้ำเค็มที่จับได้ทั้งหมด

3. <u>เขตการประมง เขต 3</u> เป็นเขตที่จับสัตว์น้ำได้มากเป็นอันดับ 2 จังหวัดที่อยู่ในเขตการประมงเขตนี้ คือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี นราธิวาส จำนวนสัตว์น้ำที่จับได้ของเขตนี้ 297,383 ตัน คิดเป็นร้อยละ 19.3 ของจำนวนสัตว์น้ำเค็มที่จับได้ทั้งหมด

4. <u>เขตการประมงเขต 4</u> เป็นเขตที่จับสัตว์น้ำได้มากเป็นอันดับ 3 จังหวัดที่อยู่ในเขตการประมงเขตนี้ คือ จังหวัดที่อยู่ชายฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ได้แก่ จังหวัดระ อง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง สตูล เขตนี้จับสัตว์น้ำได้ 291,194 คิดเป็นร้อยละ 18.9 ของสัตว์น้ำเค็มที่จับได้ทั้งหมด

จังหวัดทางชายฝั่งทะเลที่มีการประมงน้ำเค็มมีทั้งหมด 23 จังหวัด จังหวัดที่มีปริมาณการจับสัตว์น้ำได้สูงที่สุดเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย 10 อันดับ คือ จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร ตรัง จันทบุรี สงขลา ระนอง สมุทรสงคราม ระยอง ชลบุรี และนครศรีธรรมราช

<u>ปัญหาการประมงและการอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์น้ำ</u>

ปัญหาในการประมงที่จะมีผลทำให้สัตว์น้ำลดน้อยลงจนอาจมีผลเสียต่อทรัพยากรสัตว์น้ำ คือ การจับสัตว์น้ำมากเกินไป (over fishing) จำนวนชาวประมงและเครื่องมือมากเกินไป จับปลาโดยไม่เว้นฤดูที่มีการวางไข่ ใช้เครื่องมือที่เป็นการทำลายสัตว์น้ำ เช่น ช่องตาเครื่องมือถี่เกินไป ใช้วัตถุระเบิด ใช้กระแสไฟฟ้า ใช้ยาเบื่อเมา เป็นต้น ในบริเวณทะเลทางอ่าวไทยมีการทำการประมงมากเกินไป จึงทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำลดลง จำนวนสัตว์น้ำที่เคยจับได้ชั่วโมงละ 200 กิโลกรัมลดเหลือเพียง 100 กิโลกรัมเท่านั้น นอกจากนี้ปัญหาการประมงยังอาจจะเกิดได้จากน้ำเสียบริเวณแม่น้ำหรือชายฝั่งทะเล ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดน้อยลง สัตว์น้ำจะตายและจำนวนจะลดลง อุปสรรคทางการประมงยังเกิดจากวิกฤตการณ์น้ำมันและการขยายเขตคุ้มครองทรัพยากรของประเทศเพื่อนบ้านออกไปถึง 200 ไมล์ทะเล การขึ้นราคาน้ำมันทำให้ต้นทุนในการผลิตของชาวประมงสูงขึ้น อาจทำให้ชาวประมงที่ต้นทุนน้อยต้องเลิกกิจการไป และการขยายเขตคุ้มครองทรัพยากรของประเทศเพื่อนบ้านทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียพื้นที่การประมงในเขตทะเลหลวง มีผลให้ปริมาณปลาที่จับลดน้อยลงถึง 660,000 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำว่าปีละ 2,000 ล้านบาท

จากการที่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเราต้องสูญเสียพื้นที่ในการประมงไปทำให้จับปลาได้น้อยลง จึงต้องหาวิธีการที่จะให้ได้ปลาเพิ่มขึ้น เช่น การส่งเสริมการเพาะเลี้ยงทั้งปลาน้ำจืดและปลาน้ำกร่อย การปรับปรุงวิธีการรักษาคุณภาพปลาไม่ให้เน่าเสียหายก่อนถึงมือผู้บริโภค การลงทุนจับปลาร่วมกับประเทศเพื่อนบ้าน การควบคุมการเพิ่มของประชากร การอนุรักษ์แหล่งน้ำที่เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ควบคุมคุณภาพของน้ำ ตลอดจนการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการประมง ปี พ.ศ. 2490 อย่างเคร่งครัด คือ ในด้านการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ ห้ามจับสัตว์น้ำในฤดูที่ปลาวางไข่ กำหนดขนาดตาของเครื่องมือทำการประมง การตั้งเครื่องมือทำการประมงต้องตั้งให้ระยะห่างพอสมควร ห้ามใช้เครื่องมือทำลายสัตว์น้ำ เช่น วัตถุระเบิด ยาเบื่อเมา และกระแสไฟฟ้า ถ้าหากประชาชนได้ร่วมมือกันอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำอย่างจริงจัง จะทำให้ประเทศไทยมีสัตว์น้ำอุดมสมบูรณ์ตลอดไป

หนังสืออ้างอิง

การสนเทศ,กรม กระทรวงเศรษฐการ การผลิตและการค้ากุ้งทะเล โรงพิมพ์อักษรไทย 2515

ประมง,กรม,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ การทำนากุ้งในประเทศไทย 2515 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การขาย

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ บทความบรรยายทางสถานีวิทยุศึกษา 19 กุมภาพันธ์ – 26 มีนาคม 2517 เอกสารเผยแพร่กรมประมง

ประมง,กรม,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถิติการประมงของประเทศไทย 2516 เอกสารเผยแพร่ของแผนกสถิติ ตุลาคม 2517

ประมง,กรม,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถิติประชากรชาวประมงทะเล พ.ศ. 2516 เอกสารเผยแพร่ของแผนกสถิติ ตุลาคม 2517

ประมง,กรม,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ สถิติเรือประมง เอกสารเผยแพร่ของแผนกสถิติ กรกฎาคม 2517

สมาคมไทย–อเมริกัน- วารสาร – ข่าวสารสมาคมไทย – อเมริกัน "น้ำทรัพยากรสำคัญยิ่งต่อชีวิต" กิจสยามการพิมพ์ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1/2519

สุดทางที่เขาชะเมา

นงคราญ กาญจนประเสริฐ
อาจารย์ประจำแผนกวิชาภูมิศาสตร์
วิทยาลัยครูนครสวรรค์

เขาชะเมา (Khao Chamao) อาจเป็นชื่อใหม่ที่ยังมิได้มีผู้ใดกล่าวถึง เหมือนกับเขาใหญ่ เขาสะแกราช อุทยานน้ำหนาว อุทยานรามคำแหง (เขาหลวงสุโขทัย) หรือแม้กระทั่งภูกระดึง ซึ่งเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของนักนิยมไพร ข้าพเจ้าได้มีโอกาสรู้จักเขาชะเมา เนื่องมาจากการสัมมนาวิชาการเรื่อง "บทบาทของวิทยาลัยครูต่อสิ่งแวดล้อมศึกษา" ซึ่งจัดขึ้น ณ วิทยาลัยครูนครสวรรค์ ระหว่าง วันที่ 4 - 10 กรกฎาคม 2520 โดยแบ่งการสัมมนาออกเป็น 2 ภาค คือ ภาคทฤษฎี (ส่วนใหญ่เป็นการอภิปรายของผู้ทรงคุณวุฒิ) และภาคปฏิบัติในภาษาสิ่งแวดล้อม ใช้คำว่า " Excursion" (การไปเที่ยว) แต่ในทางภูมิศาสตร์ถือเป็นภาคสนาม (Field) นับเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ยิ่ง ถ้าผู้ศึกษาได้รู้จักสังเกตหรือนำทฤษฎีที่เรียนไป apply สภาพภูมิประเทศจริงได้ ในที่นี้ข้าพเจ้าขอนำประสบการณ์จากการออก Field มากล่าวถึงในแง่ภูมิศาสตร์เท่านั้น

คณะสัมมนาประกอบด้วย อาจารย์ในวิทยาลัยครูนครสวรรค์ ส่วนหนึ่งและอาจารย์จากวิทยาลัยครูต่าง ๆ ที่เข้าร่วมสัมมนา พร้อมทั้งคณะวิทยากร เริ่มออกเดินทางจากวิทยาลัยครูนครสวรรค์ เมื่อเวลาประมาณ ๘.๐๐ น. ของวันที่ ๘ กรกฎาคม 2520 (หลังจากการสัมมนาภาคทฤษฎีสิ้นสุดลง) โดยรถบัสขนาดใหญ่ และรถตู้ขนาดเล็กอีก 2 คัน จุดหมายแรกของการศึกษา คือ "เขื่อนเจ้าพระยา"

วัตถุประสงค์ของการไปชมเขื่อน เพื่อศึกษาระบบการทำการเกษตรกรรมและลักษณะการใช้ที่ดิน บริเวณทุ่งเจ้าพระยาว่ามีปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร (ขอกล่าวถึงในแง่ภูมิศาสตร์เท่านั้น) เขื่อนเจ้าพระยามิใช่เป็นเขื่อนเก็บกักน้ำ (Reservior) เพื่อประโยชน์ทางด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า (เหมือนเขื่อนยันฮี) แต่จัดเป็นเขื่อนประเภทผันน้ำเพื่อการชลประทานทางด้านเกษตรกรรม ทำให้เกษตรกรที่อยู่บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา นำน้ำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น แต่สภาพที่เป็นจริงประโยชน์ที่ได้จากเขื่อนนี้ยังไม่บรรลุผลตามเป้าหมายที่วางไว้ อุปสรรคสำคัญยิ่งคือขาดคลองส่งน้ำที่จะระบายสู่ที่นาของประชาชน ดังนั้นพื้นที่ซึ่งน่าจะได้รับประโยชน์จากเขื่อนจึงลดลงเป็นสิ่งที่น่าคิดต่อไปว่า การลงทุนขนาดใหญ่เพื่อกระทำกิจการใด ๆ ก็ตามไม่ควรมองข้ามสิ่งเล็กน้อย หรือคิดว่าไม่สำคัญไปเสีย—

อันจะทำให้เกิดปัญหาตามมาในภายหลัง เช่น กรณีของเขื่อนเจ้าพระยานี้ ปัญหาอีกประการหนึ่ง คือ เมื่อถึงฤดูน้ำหลาก ปริมาณน้ำมีมากเกินกว่าที่เขื่อนจะรับไว้ (เพราะมิใช่สร้างเพื่อเก็บกักน้ำ) ต้องปล่อยไปทำให้ท่วมบ้านเรือนและพื้นที่เพาะปลูกบริเวณภาคกลางได้รับความเสียหายมาก แต่บางปีเมื่อถึงฤดูแล้งก็ไม่สามารถนำน้ำจากเขื่อนไปใช้ในการเพาะปลูกได้ ดังนั้นชาวนาส่วนใหญ่ จึงยังคงทำนาเพียงครั้งเดียว ซึ่งในสภาพเช่นนี้น่าจะทำได้ ถึง 2 - 3 ครั้ง/ปี

โครงสร้าง (Structure) ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ในทางภูมิศาสตร์ถือว่าส่วนนี้เป็น Delta แบ่งออกได้เป็น 2 ตอน คือ ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนและตอนล่าง บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนถือว่าเป็นเดลตาเก่า (old delta) เริ่มตั้งแต่ ชัยนาท ลพบุรี สระบุรี อ่างทอง อีกส่วนหนึ่งเป็นเดลตาใหม่ (new delta) นับตั้งแต่อยุธยาลงไปจนถึงสมุทรปราการ สภาพการใช้ที่ดินทั้ง 2 เขตนี้ส่วนใหญ่เพื่อการทำนา โดยเฉพาะบริเวณ old delta ถือเป็นหัวใจการผลิตข้าวในประเทศไทย เนื่องจากเป็นบริเวณที่ได้ผลผลิตต่อเนื้อที่สูง เกือบถึง 100ถัง/ไร่ ทั้งนี้เพราะสภาพดินดี มีแร่โปแตสเซี่ยมสูง แม้ว่าส่วนใหญ่มีการทำนาเพียงครั้งเดียวก็ตาม ลักษณะดินส่วนใหญ่ คือ ดินเหนียว (clay) ซึ่งเป็นผลมาจากการerosion ของแม่น้ำทั้ง 4 (ปิง วัง ยม น่าน) ได้พัดพาตะกอนมาทับถมบริเวณนี้ ทำให้เกิดเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood plain) อันกว้างใหญ่

การศึกษาสภาพการใช้ที่ดิน ของ old delta ส่วนใหญ่รถจะแล่นไปตามเส้นทางสายเก่า ผ่าน ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี สระบุรี และรับประทานอาหารกลางวันที่ สวนพุแค จังหวัดสระบุรี พร้อมกับศึกษาสภาพป่าไม้ ณ ที่นี้ด้วยเมื่อถึงสวนพุแค คณาจารย์ทุกท่านกระตือรือร้นที่จะได้สัมผัสกับธรรมชาติที่แท้จริง หลังจากที่ต้องนั่งอบอยู่ในห้องแอร์เป็นเวลา 4 วัน และนั่งอบอยู่ในรถเป็นเวลาอีกหลายชั่วโมง หลังจากการรับประทานอาหารกลางวัน เรียบร้อยแล้ว จึงเดินทางต่อไปถึงลานตะพัก (alluvial fan) ของลุ่มน้ำป่าสัก เนื่องจากบริเวณนี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีไม่มากนัก จึงทำให้ผลผลิตข้าวได้เพียงประมาณ 20 - 35 ถัง/ไร่ นอกจากนั้นดินในเขตนี้มีลักษณะคล้ายแป้ง เมื่อปี้ดูจะเป็นผงยุ่ย ทั้งนี้เพราะมีดินเหนียวผสมอยู่ในดินปูนเพียงเล็กน้อย

จากลุ่มน้ำป่าสักคณะสัมมนาเดินทางต่อไป ผ่านวังน้อย รังสิต มีนบุรี ชลบุรี และพักผ่อนที่บางแสน เส้นทางช่วงนี้เป็นบริเวณที่น่าสนใจและมีคุณค่าในการศึกษายิ่ง ไม่ว่าจะเป็นด้านใดก็ตามเพราะเป็นเขตติดต่อ (transition)ระหว่างเมือง และชนบท (urban and rural) ทำให้เกิดปัญหา interaction ระหว่าง urban and rural) เช่นแถบรังสิตแม้จะเป็นทุ่งนา แต่ก็มี Slum

อยู่กลางทุ่งนา มีโรงงานตั้งอยู่มากมาย โดยไม่มีการวางผังเมือง พื้นที่ตั้งแต่อยุธยาลงไปจนกระทั่งถึงสมุทรปราการ ถือเป็น new delta นับว่าเป็นพื้นที่ซึ่งเพิ่งพ้นจากระดับน้ำทะเลใหม่ ๆ ยังมีตะกอนทับถมไม่มาก สังเกตได้จาก Soil profile เขตนี้จะพบว่าดินชั้นบนซึ่งได้มาจากการทับถมของตะกอนแม่น้ำเจ้าพระยาพามาบางมาก ส่วนดินชั้นล่างลึกลงไปเพียงเล็กน้อย ดินยังเป็นกรดอยู่ เนื่องจากดินชั้นล่างอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลมานาน เพิ่งมีตะกอนใหม่ ๆ มาทับถมภายหลังเมื่อระยะเวลาไม่นานมานี้ (ดังนั้นจะพบว่าปัจจุบันพื้นดินบริเวณปากน้ำจะยื่นออกไปในทะเลประมาณ 3 – 5 เมตร/ปี เพราะตะกอนมาทับถมให้มีระดับสูงขึ้น) ตัวอย่างเช่น ดินแถบรังสิต สภาพของดินเปรี้ยวมาก ทำให้ผลผลิตข้าวต่ำเฉลี่ยประมาณ 20 ถัง/ไร่ เท่านั้น นับว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากที่ดินไม่เต็มที่ เพราะในพื้นที่เช่นนี้ ควรใช้ที่ดินทำประโยชน์อย่างอื่น (นอกจากการเพาะปลูก) ที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูง เนื่องจากบริเวณรังสิต มีเนื้อที่ถึง 1 ล้าน 2 แสนไร่ แต่ดินส่วนใหญ่เป็นประเภท acid sulphate soil ซึ่งเป็นดินเปรี้ยวมีเนื้อที่ถึง 80 % แร่เหล็กจะมีอยู่ในดินมาก เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะทำให้ได้แร่ไพไรท์ (pyrite) ต่อมาเมื่อดินในเขตนี้มีการระบายน้ำ (drainage) ดีขึ้นทำให้เกิดกรดกำมะถันเป็นจำนวนมากดินจึงมีสภาพเป็นกรด มีค่า P H ต่ำประมาณ 2 – 4 วิธีแก้ไขที่เกษตรกรใช้กันอยู่คือใส่ปูนขาว เฉลี่ย 1 ตัน/ไร่ หรือใส่ปุ๋ย จึงทำให้ผลผลิตสูงขึ้น เป็น 20 – 60 ถัง/ไร่ แต่จะเห็นว่าต้องใช้การลงทุนสูง ดังนั้นจึงควรนำพื้นที่นี้ไปใช้ประโยชน์อื่นน่าจะได้ผลดีกว่า และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับที่ดินแถบบางนาแล้ว ที่ดินแถบบางนา เหมาะสมในการเพาะปลูกมากกว่า จึงน่าจะย้ายโรงงานอุตสาหกรรม จากบางนามาอยู่แถบรังสิตแทน นอกจากนี้เหตุผลสำคัญ คือ โรงงานควรอยู่บริเวณชานเมือง (sub urban) และดินเขตรังสิตก็ไม่เหมาะในการเพาะปลูกอยู่แล้วผลผลิตต่ำนับว่าใช้ประโยชน์จากที่ดินไม่เต็มที่

ออกจากรังสิตถึงตัวเมืองกรุงเทพมหานคร มหานคร (metropolitance) อันเป็นศูนย์กลางทุก ๆ สิ่งของเมืองไทย จนมีผู้กล่าวว่า "ประเทศไทยคือกรุงเทพฯ หรือกรุงเทพฯ คือประเทศไทย" นับเป็นมหานครที่มีปัญหายิ่งแห่งหนึ่ง เนื่องจากการขยายตัวของเมืองเป็นไปอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งไม่สามารถจัดด้านบริการให้ทันกับการเจริญเติบโตของเมืองได้ กรุงเทพฯ จึงต้องประสบปัญหาเช่นเดียวกับมหานครอื่น ๆ เช่น ปัญหาการจราจร ปัญหาเกี่ยวกับขยะมูลฝอย การระบายน้ำ และกิจการสาธารณูปโภคไม่เพียงพอ ฯลฯ อันเป็นลักษณะทั่ว ๆ ไปของเมืองที่มีลักษณะเป็น เอกนคร หรือโตเดี่ยว (primate city) ที่มีในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาทั้งหลาย ดังจะเห็นได้ว่ากรุงเทพฯ ซึ่งเป็นเมืองที่มีขนาดใหญ่อันดับหนึ่ง ของประเทศมีขนาดใหญ่กว่าเชียงใหม่ ซึ่งเป็นเมืองขนาดรองลงมาถึง 40 เท่า

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058

ดังนั้น เป็นสิ่งน่าคิด สำหรับผู้ปกครองและผู้บริหารประเทศว่า ทำอย่างไรจึงจะพัฒนาเมืองหลักอื่น ๆ ที่มีอันดับรอง ๆ ลงไปให้ขยายตัวทันกับกรุงเทพฯ แม้จะมีการกล่าวถึงระบบการกระจายอำนาจออกจากศูนย์กลาง (decentralize) เพื่อแก้ปัญหาเรื่องนี้มานานแล้วก็ตาม แต่เป็นเพียงการพูดถึงทางทฤษฎีเท่านั้น ในทางปฏิบัติจริงยังคงเป็นระบบ centralize เหมือนเดิม

เมื่อรถแล่นผ่านความสับสนวุ่นวายของกรุงเทพมหานคร สวรรค์ของคนกรุงมาแล้วก็แล่นเลียบไปตามถนนสายสุขุมวิท หรือทางหลวงหมายเลข 3 ซึ่งเป็นสายเลียบชายฝั่งตะวันออกไปสิ้นสุดที่จังหวัดตราด ในช่วงที่รถแล่นผ่านจังหวัดสมุทรปราการ (หรือเมืองปากน้ำที่แม่น้ำเจ้าพระยาสิ้นสุดบรรจบกับทะเล ณ บริเวณนี้ ในทางภูมิศาสตร์เรียกว่า estuary) ไปตามถนนสุขุมวิทนั้น สามารถสังเกตเห็นลักษณะนิเวศวิทยา (ecology) สองฝั่งถนนที่ผ่านไปแตกต่างกันชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อผ่านสวางคนิวาส (สถานที่พักฟื้นคนป่วย) ไปแล้ว ลักษณะที่แตกต่างกันเด่นชัดคือ บริเวณฝั่งขวาของถนน ซึ่งเป็นด้านที่ติดกับทะเลนั้น ยังคงสภาพของ "ชาวเล" (ประชาชนที่ดำรงชีวิตอยู่ตามชายทะเล) อย่างแท้จริง คือจะเห็นสภาพของป่าจากป่าแสม ป่าโกงกาง สลับกับการทำนาเกลือ นากุ้ง แทรกอยู่เป็นหย่อม ๆ เป็นระยะๆ ไปแล้วแต่สภาพความใกล้ไกล ระหว่างถนนกับฝั่งทะเล บางแห่งถนนชิดชายฝั่งมากจนสามารถมองเห็นทะเลชัดเจน แต่บางแห่งก็อยู่ห่างไกลออกไป บริเวณฝั่งขวาของถนนด้านติดกับทะเลในส่วนที่เป็นTidal Flat นี้ เริ่มมีปัญหาเกิดขึ้น เนื่องจากมีโรงงานอุตสาหกรรม สร้างขึ้นหลายแห่ง ซึ่งนอกจากจะเป็นการทำลายสภาพธรรมชาติแล้วยังปล่อยน้ำเสีย(water pollution) ออกสู่บริเวณนั้นด้วย ปัญหาสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีการพูดถึงกันมาก คือ ปัจจุบันประชาชนหันมาสนใจการทำนากุ้งกันมากแต่ในขณะเดียวกันอาชีพเดิมคือการตัดไม้แสม ไม้โกงกางก็มีการตัดมากขึ้น เพราะไม้ประเภทนี้ทางเศรษฐกิจถือว่าให้ผลผลิตต่อเนื้อที่สูง แต่ถ้ามีการตัดไม้โดยไม่มีการสงวนหรือควบคุมดูแลรักษาแล้ว อีกไม่ช้าสภาพของป่าก็จะหมดไป และพร้อมกันนั้น ก็จะไม่มีกุ้งให้จับอีกต่อไปด้วย เพราะรากไม้เหล่านี้ เป็นที่อยู่อาศัยของกุ้งเป็นอย่างดี จึงเป็นสิ่งน่าคิดต่อไปว่ามีวิธีการอย่างไร จึงจะทำให้ได้รับประโยชน์ทั้ง 2 ทางมากที่สุด และสามารถใช้ได้ในระยะยาวนาน หรือ ถึงเวลาแล้วที่จะต้องเลือกอาชีพหนึ่งอาชีพใดเพียงอย่างเดียว

บริเวณฝั่งซ้ายของถนนสภาพ "ชาวเล" กำลังหมดไป มีสภาพของ "ชาวสวน" เข้ามาแทนที่ พร้อมทั้งมีโรงงานแทรกอยู่บ้างตามลักษณะของเมืองที่กำลังพัฒนาทั้ง ๆ ที่บริเวณนี้ เดิมเคยเป็นที่ที่น้ำทะเลท่วมถึงมาก่อน สภาพเดิมก็เป็นป่าเช่นเดียวกับ ฝั่งขวา แต่เมื่อมีการสร้างถนนสุขุมวิทเลียบฝั่งเพื่อความสะดวกในการคมนาคมระหว่างจังหวัดทางภาคตะวันออกกับกรุงเทพฯ แล้วถนนนี้จะเป็นเสมือนเขื่อน(dike)

กั้นน้ำทะเลมิให้ผ่านไปอีกฝั่งหนึ่งได้เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น สภาพดินเค็มกลายเป็นดินจืด สามารถใช้ทำการเพาะปลูกได้ เช่นการทำนา ทำสวน ทำไร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสวนมะพร้าว สามารถพบเห็นง่ายที่สุด ตลอดเวลาที่นั่งรถไปตามถนนสุขุมวิทรถจะแล่นอยู่บน old beach ไปจนกระทั่งถึงบางแสน การใช้ที่ดินในช่วงนี้ส่วนใหญ่เพื่อปลูกมันสำปะหลัง เนื่องจากมีราคาดี ประชาชนจึงนิยมปลูกกันมากแต่เพราะสภาพดินเป็นดินทราย ประกอบกับการทำไร่ผิดวิธี จึงทำให้ดินเสื่อมคุณภาพเร็วมาก มีอัตราการ erosion อย่างรุนแรงและการ leaching สูงทำให้อ่างเก็บน้ำหลายแห่งตื้นเขินจนเกือบใช้ประโยชน์ไม่ได้ เนื่องจากไม่มีการป้องกันการชะล้างพังทะลายของดิน

รถถึงบางแสนประมาณ 18.30 น. กว่าจะรับประทานอาหารเย็นเรียบร้อยก็เป็นเวลามืดพอสมควร ทุกคนจึงแยกเข้าที่พักตามอัธยาศัย หลายท่านซึ่งเหน็ดเหนื่อยจากการเดินทางก็พักผ่อนออมแรงไว้เดินทางในวันรุ่งขึ้น แต่อีกหลายท่านที่ยังไม่เหน็ดเหนื่อยก็ออกชมความงามของบางแสนยามราตรีเพื่อไม่มิให้เสียเที่ยวในการมาครั้งนี้ แต่เช้าวันที่ 9 กรกฎาคม แทบทุกคนต่างรีบตื่นนอนเพื่อต้องการสัมผัสกลิ่นอายทะเลยามเช้าที่บางแสน พร้อมทั้งรอรับแสงเงินแสงทองยามรุ่งอรุณที่สาดส่องมายังผิวน้ำทะเล เมื่อรับประทานอาหารเช้าเรียบร้อยแล้ว คณะสัมมนาก็เดินทางต่อไปยังพัทยา และลงเรือข้ามไปยังเกาะล้าน เพื่อชมความงามของปะการังใต้ทะเลต่อไป

ระหว่างทางไปพัทยา คณะสัมมนามีโอกาสนั่งรถชมบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระที่อำเภอศรีราชา ปัจจุบันอ่างเก็บน้ำนี้มีปัญหาเกี่ยวกับปริมาณน้ำไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ แม้ทางการจะแก้ปัญหาโดยการขยายเนื้อที่อ่างให้กว้างขวางออกไป แต่ก็ไม่มีประโยชน์เพราะไม่มีน้ำ ดังนั้นขณะที่รถแล่นไปบน dike ของอ่างจะเห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ภายในอ่างกลายเป็นพื้นที่เพาะปลูก เช่น การทำไร่มันสำปะหลังและพืชผลต่าง ๆ บริเวณที่ขังน้ำอยู่มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สาเหตุที่อ่างนี้ตื้นเขินเร็วมากเนื่องจากการถางป่าบริเวณเนินเขาแถบนี้ เช่น เขาเขียว เขาชมพู่ เพื่อใช้พื้นที่ในการเพาะปลูก นอกจากนั้นยังมีการทำการเกษตรผิดวิธี ทำให้เกิดดินพังทะลายอย่างรุนแรง (soil erosion) โดยน้ำจะกัดกร่อนบริเวณภูเขาที่ไม่มีป่าไม้ปกคลุมทำให้เกิดลักษณะ gully มากมายนับเป็นปัญหาสำคัญยิ่งในเขตนี้ หลังจากรถพาชมอ่างจนรอบแล้วจึงเดินทางต่อไป

เมื่อถึงพัทยาคณะสัมมนาได้แยกออกเป็น 2 คณะ เพื่อลงเรือขนาดกลางที่ฝ่ายจัดรายการได้ติดต่อไว้ล่วงหน้า จากชายฝั่งพัทยามาเล็กน้อย ถ้ามองย้อนกลับไปยังฝั่งจะมองเห็นตึกสูง ๆ นับสิบชั้นตั้งเรียงรายอยู่ตามชายฝั่งมากมาย ตึกเหล่านี้คือโรงแรมที่สร้างไว้เพื่อบริการนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย

และต่างประเทศ มีโรงแรมแห่งหนึ่งเลือกที่ตั้ง (location) และออกแบบก่อสร้างได้เหมาะสมสวยงามยิ่ง มองเห็นเด่นกว่าบริเวณอื่น นอกจากนั้นยังไม่ขวางทางลม ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาสำหรับผู้ที่อาศัยอยู่ด้านหลังตึกนี้เหมือนแห่งอื่น ๆ ผู้เขียนได้มีโอกาสทราบรายละเอียดอีกเล็กน้อยว่า นอกจากมองโครงสร้างด้านนอกสวยงามแล้ว ภายในยังจัดตกแต่งสวยงามมากอีกด้วย แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าถึงแม้คนไทยที่อาจมีฐานะทางเศรษฐกิจค่อนข้างสูงก็ไม่มีโอกาสเข้าไปใช้บริการของสถานที่แห่งนี้ นอกจากชาวต่างประเทศหรือคนไทยที่มีฐานะทางเศรษฐกิจเป็นเศรษฐีติดอันดับจริง ๆ จึงจะมีโอกาสได้เข้าไปใช้บริการ ซึ่งถ้าทางเจ้าของและผู้จัดการจะลดราคาลงสักนิด ก็คงทำให้คนไทยได้มีโอกาสเข้าไปใช้บริการมากขึ้น อันจะทำให้กิจการคล่องตัวกว่านี้มากนัก

เมื่อเรือไปถึงชายฝั่งเกาะล้าน เรือจะต้องจอดห่างจากฝั่งประมาณ 10 กว่าเมตร เนื่องจากน้ำตื้นเรือใหญ่เข้าไม่ถึงชายฝั่ง ต้องมีเรือขนาดเล็กรับส่งอีกทอดหนึ่ง โดยเรือขนาดเล็กนี้เป็นเรือท้องกระจกนั่งได้ประมาณ 20 คน เรือจะพาคณะสัมมนาแล่นเลียบไปทางชายฝั่งด้านขวาของเกาะ ซึ่งจะมองเห็นแนวปะการังเรียงรายไปตามแนวน่านน้ำตื้นบริเวณชายฝั่ง ที่เห็นชัดเจนมีระดับลึกไม่เกิน 10 เมตร ปะการังที่พบที่เกาะล้านนี้มีหลายชนิด เช่น มีลักษณะคล้ายสมอง คล้ายจาน ฯลฯ นอกจากนั้นยังมีสัตว์ทะเลอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น หอยเม่น ปลาชนิดต่าง ๆ ฟองน้ำ ฯลฯ ทุก ๆ คนรู้สึกตื่นตาตื่นใจกับความงามที่ธรรมชาติได้บรรจงสร้างขึ้นไว้ อันยากแก่การที่มนุษย์จะสามารถสร้างขึ้นทดแทนได้เหมือน แต่เป็นที่น่าเสียดายว่า ความงดงามตามธรรมชาตินี้นับวันจะหาดูได้ยากเต็มที เพราะมีมนุษย์ที่เห็นแก่ตัวได้พยายามนำขึ้นมาเป็นสมบัติของตนแต่ผู้เดียวซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดการทำลายธรรมชาติมากยิ่งขึ้นเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจ แนวของปะการังเท่าที่เรือพาไปชมเป็นแนวขนานไปตามชายฝั่ง ยาวประมาณ 30 เมตร ซึ่งเป็นเขตที่ทางราชการสงวนไว้มิให้ผู้ใดไปทำลาย ซึ่งกว่าจะแก้ไขทันต่อเหตุการณ์ก็ปรากฏว่าเหลือน้อยเต็มที แต่ก็ยังดีกว่าไม่มีเหลือให้คนรุ่นหลังได้ชมเลย แต่ปะการังเท่าที่เหลืออยู่ก็นับว่าใกล้จะตายเกือบหมดแล้ว เพราะถูกรบกวนหลายด้าน ปะการังเป็นสัตว์ที่อ่อนแอมาก สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพธรรมชาติจำกัด คือ จะมีชีวิตอยู่ได้ในเขตทะเลที่มีความลึกไม่เกิน 80 เมตร (200 ft) (ถ้าเป็นปะการังอยู่ในที่ลึกเกิน 80 เมตร แสดงว่าปะการังนั้นตายแล้ว) เพื่อแสงแดดจะได้ส่องถึง อุณหภูมิของน้ำทะเลเขตนั้นไม่ต่ำกว่า 68 ฟ. (20 ซ) และน้ำทะเลใสบริสุทธิ์ ปราศจาก pollution ต่าง ๆ ดังนั้นปัญหาสำคัญที่จะทำให้ปะการังสูญสิ้น คือ มนุษย์นำมาเป็นประโยชน์ส่วนตัว และการที่มนุษย์สร้างความสกปรกให้กับทะเลก็เป็นการทำลายปะการังโดยทางอ้อมอีกวิธีหนึ่ง ในทางภูมิศาสตร์ปะการังมีความ

สำคัญมาก เพราะเมื่อมันเกาะรวมกันเข้ามาก ๆ จะทำให้เกิดเป็นเกาะเรียกว่าเกาะปะการัง (atoll) ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกว่าเกาะชนิดอื่น ๆ คือจะไม่มีหินชนิดอื่นนอกจากหินปูน เพราะเปลือกของปะการังเป็นหินปูนประเภท $CaCo_3$ ลักษณะของปะการังซึ่งเกิดขึ้นที่เกาะล้านนี้ จัดเป็นพวก fringing reef ที่เกาะล้านนอกจากจะได้ชมความงดงามของปะการังประเภทต่าง ๆ แล้ว สิ่งที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งคือ หาดทราย เพราะทรายที่เกาะล้านนี้มีเม็ดเล็กละเอียดสีขาวบริสุทธิ์มองดูไกล ๆ เห็นสีขาวตัดกับน้ำทะเลสีคราม สวยงามผิดกับบริเวณบางแสนหรือพัทยามากนัก

หลังจาก ชมความงามของปะการัง หาดทรายสีขาว และรับประทานอาหารกลางวันกันเรียบร้อยแล้ว คณะสัมมนาก็เดินทางกลับเพื่อเดินทางไปสู่บ้านเพ ที่จังหวัดระยองต่อไป เนื่องจากตามโปรแกรมเราพักค้างคืนที่บ้านเพนี้ รถถึงบ้านเพประมาณ 15:30 น. ซึ่งยังไม่เย็นนัก พอมีเวลาไปในตลาดซึ่งอยู่ใกล้ ๆ กับบังกะโลที่พักตลาดบ้านเพ อยู่ในเขตสุขาภิบาล นับว่าเป็นตลาดที่ไม่ใหญ่โตนัก สินค้าที่ทุกคนต้องการซื้อคือ อาหารทะเลประเภทของแห้ง เช่น ปลาหมึก กุ้งแห้ง กะปิ น้ำปลา ปลาเค็ม ซึ่งมีขายอยู่หลายร้าน รู้สึกว่าทุกคนต่างนำเงินมาทิ้งไว้ที่บ้านเพเป็นจำนวนเงินคนละมาก ๆ มีสิ่งที่น่าสังเกตว่าที่ตลาดบ้านเพนี้ ถ้าผู้ที่มีสุขภาพไม่ค่อยดี หรือทนต่อกลิ่นของทะเลไม่ได้ ไม่ควรไปอย่างยิ่ง เนื่องจากเมื่อเข้าเขตบ้านเพจะได้กลิ่นของสดจากทะเลคละคลุ้งไปหมด จนแทบไม่อยากเดินต่อไป หลายคนกระอักกระอ่วนไปตาม ๆ กัน ถ้าไม่เป็นเพราะต้องการดูสภาพที่แท้จริงของตลาด และเพื่อซื้ออาหารทะเลประเภทของแห้งแล้ว ทุกคนคงไม่ต้องการที่จะเข้าไป เพราะที่บ้านเพ เป็นแหล่งสุดท้ายที่เราจะซื้อของให้สมกับที่ได้อุตส่าห์มาจนกระทั่งถึงต้นตอที่แท้จริงของทะเลแล้ว ไม่มีอะไรติดมือไปบ้างก็ดูกระไรอยู่แม้แต่ผู้ที่ไม่คิดจะซื้อ เพราะไม่มีภาระเกี่ยวกับอาหาร ยังอดซื้อไปฝากคนอื่นไม่ได้ ดังนั้นอาจพูดได้ว่า บ้านเพนอกจากเป็นตลาดกลางในการส่งอาหารทะเลไปยังบริเวณอื่น ๆ แล้ว ยังได้เงินจากนักท่องเที่ยวอีกมิใช่น้อย

รุ่งเช้าของวันที่ 10 กรกฎาคม ทุกคนกระปรี้กระเปร่าเพราะเป็นวันสุดท้ายของการสัมมนา และจะได้กลับบ้านที่ต้องจากมาถึง 7 วัน นอกจากนั้นยังจะได้มีโอกาสชมเขาชะเมา อุทยานแห่งชาติแหล่งใหม่ ซึ่งเพิ่งเปิดเมื่อ พ.ศ.2519 นี้ รถได้พาคณะเลียบไปตามชายฝั่งทะเล ผ่านอำเภอแกลง แหลมแม่พิมพ์จนกระทั่งถึง บ้านเนินสมบูรณ์มีทางแยกเข้าไปทางซ้ายมือประมาณ 11 - 12 กิโลเมตร ส่วนใหญ่เป็นทางลูกรังจนกระทั่งถึงเชิงเขา

เขาชะเมา (Khao Chamao) อยู่ในเขตอำเภอแกลง จังหวัดระยอง ประมาณ latitude 101° 45' E longitude 12° 57' N แม้มีพื้นที่ส่วนหนึ่งทางด้านตะวันออกอยู่ในเขตจันทบุรี

เมื่อดูจากแผนที่ภูมิประเทศแล้ว assume ว่าคงใช้สันปันน้ำ (divided) เป็นแนวแบ่งเขตจังหวัด โครงสร้างของเขาชะเมา ส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต ซึ่ง resistanc ต่อการ erosion ได้ดี จึงยังคงมีระดับสูงกว่าภูเขาลูกอื่น ๆ ในเขตนี้ คือมีระดับสูงถึง 1,028 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ข้อมูลได้จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:250,000) สภาพทั่วไปยังเป็นป่าทึบในลักษณะ Tropical Rain Forest (เป็นป่าที่ยังหลงเหลืออยู่เพียงแห่งเดียวในเขตนี้) ดังจะเห็นได้จากสภาพป่าที่ผ่านไปตามบริเวณซึ่งเป็นน้ำตกมีทั้งไม้ขนาดใหญ่ เล็ก ขึ้นเบียดเสียดยัดเยียดกันอยู่หนาแน่น ณ บริเวณเชิงเขาในระดับไม่สูงมากนัก จะพบหินที่outcrop อยู่มากมาย มีขนาดต่าง ๆ กัน

สิ่งซึ่งดึงดูดใจนักท่องเที่ยวให้เข้ามาชมเขาชะเมานี้ นอกจากสภาพป่าซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ไม้ต่างๆ แล้ว "น้ำตก" "ถ้ำ" นับเป็นสิ่งที่ทุกคนจะต้องไปชมให้ได้เมื่อไปถึง ลักษณะของน้ำตกที่อาจพบได้ง่าย ๆ โดยไม่ต้องเดินไปไกลนัก อีกทั้งมีระดับไม่สูงจนถึงกับต้องใช้วิธีปีนเขา คือ น้ำตกที่อยู่ใกล้เชิงเขานั่นเอง โดยเดินขึ้นไปตามเชิงเขาประมาณไม่เกิน 500 เมตร ก็ถึง แต่เนื่องจากน้ำตกมีอยู่หลายชั้น แต่ละชั้นมีความงดงามอยู่ และระดับสูงต่ำต่างกัน แต่ละแห่งจะมีน้ำตกลดลงมาเป็นหลั่น ๆ ทางภูมิศาสตร์ ถือเป็นประเภทcascade หลั่นน้ำตกแต่ละชั้นมีชื่อเรียกไพเราะเพราะพริ้ง เช่น ชั้นที่ 3 มีชื่อว่า วังมัจฉา นับว่าเหมาะสมกับชื่อจริง ๆ คือ บริเวณส่วนล่างของน้ำตกซึ่งน้ำมาขังรวมกันอยู่คล้ายกับวัง จะมีปลาทั้งขนาดเล็กขนาดใหญ่ว่ายไปมาเป็นฝูง ๆ มากมายหลายร้อยตัว (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อโยนอาหารไปให้) บางตัวมีน้ำหนักประมาณ 1 - 3 กิโลกรัม เจ้าหน้าที่ของกองอุทยานบอกว่าชื่อ "ปลาพวง" (ไม่แน่ใจว่าจะเขียนถูกหรือไม่เพราะได้ยินไม่ค่อยชัด) เหตุที่ปลามีขนาดใหญ่นี้ เนื่องจากไม่มีผู้ใดรบกวน เพราะใช้รับประทานไม่ได้ (รับประทานแล้วเมาจึงไม่มีใครนำไปประกอบอาหาร) สูงขึ้นไปอีกชั้นหนึ่ง เป็นชั้นที่ 4 เรียกว่า "วังมรกต" หลายท่านขึ้นไปถึงบอกว่าสวยงามมากและน้ำมีลักษณะสีเขียว (ไม่ทราบว่า เกิดจากตะไคร่น้ำหรือเปล่า เพราะผู้เขียนไปไม่ถึง ติดใจปลาและความงามของน้ำตกชั้นที่ 3 มาก) ปริมาณน้ำตกที่เขาชะเมานี้นับว่ามากพอควร ทั้ง ๆ ที่ตอนนี้กำลังแล้ง แต่เจ้าหน้าที่กองอุทยานบอกว่ามีน้ำตลอดปี นอกจากได้ชมน้ำตกตามชั้นต่าง ๆ แล้ว ยังมีถ้ำอีกหลายแห่ง เช่น ถ้ำเลียงผา ฯลฯ แต่เนื่องจากเรามีเวลาจำกัดไม่มีโอกาสสำรวจทั่วถึง

สิ่งที่ได้จากการออก fiele 3 วันนี้ ทำให้ได้พบสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แท้จริงมิใช่เพียงจากทฤษฎีหรือจากตำราที่เขียนไว้หลายด้าน คือ

ลักษณะภูมิประเทศ (land forms) เท่าที่ผ่านไปตามเส้นทางต่าง ๆ จะเห็นลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันชัดเจนมาก โดยเฉพาะระหว่างที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออก คือ ที่ราบภาคกลางพื้นที่

ส่วนใหญ่เป็น flood plain จะมองเห็นความราบเรียบ (flat) ไกลออกไปสุดสายตา นอกจากที่บางแห่งอาจมีแนวเขาแทรกอยู่เป็นหย่อม ๆ ในระดับไม่สูงนัก ตรงข้ามกับภาคตะวันออกพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเนินเขาสูง ๆ ต่ำ ๆ ทั่วไป ซึ่งเรียกว่า rolling plain (ที่ราบลูกคลื่น) นอกจากนี้ ภูมิประเทศแบบชายฝั่งทะเลก็มีลักษณะแปลกไปกว่าภูมิประเทศอื่นที่พบมา ส่วนใหญ่จัดเป็นประเภท emergences shoreline (ชายฝั่งยกตัว)

ลักษณะดิน (soil) บริเวณที่ราบภาคกลางลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินตะกอนน้ำพา (alluvial soil) ซึ่งมีเนื้อดินละเอียดสีดำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เห็นชัดเจนคือในเขตจังหวัดลพบุรี แม้บางแห่งอาจมีประเภทดินมาร์ล (marl) อยู่บ้างก็ไม่มากนัก ลักษณะดินนี้มีผลต่อการกำหนดอาชีพของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นด้วย ในภาคตะวันออกส่วนใหญ่ดินค่อนข้างมีสีแดง ซึ่งจะพบได้ทั่วไปในเขตที่มิใช่เป็น flood plain ของพื้นที่ในเขตร้อนทั้งหลายซึ่งเกิดจากขบวนการ laterization นอกจากนี้ยังเกิดจากการทำไร่ผิดวิธีทำให้ภูเขาถูกน้ำกัดกร่อนพัดพามาทับถมเบื้องล่างเป็นอันมาก จึงทำให้ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนซุยเป็นทราย

สภาพการใช้ที่ดิน ขึ้นอยู่กับลักษณะดิน อากาศ และลักษณะภูมิประเทศ ดังจะเห็นว่าบริเวณที่ราบภาคกลางที่ดินส่วนใหญ่ใช้ในการเพาะปลูก คือการทำนาทำไร่ (โดยเฉพาะไร่ข้าวโพด) ทั้งนี้เพราะดินมีคุณภาพดี การ leaching มีน้อยในภาคตะวันออกเขตนี้เป็นชายทะเล พื้นที่บางแห่งยังคงสภาพป่าชาย-เลน ประชาชนจึงมีอาชีพในการทำป่าไม้ชายเลน ทำนาเกลือ นากุ้ง ส่วนบริเวณที่ห่างไกลทะเลเข้าไปมีการทำไร่มันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะจังหวัดชลบุรี แต่ในเขตที่มีอากาศชื้นปริมาณฝนชุก เช่น จังหวัดระยอง การใช้ที่ดินจะเปลี่ยนไปเป็นการทำสวนยางพาราสลับการปลูกไร่มันสำปะหลังบ้างในบางแห่ง ดังนั้นขณะที่รถแล่นผ่านไปตามเส้นทางจากนครสวรรค์ถึงเขาชะเมา เราจะไม่เบื่อกับทิวทัศน์สองข้างทางเลย เนื่องจากมีสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ให้เห็นตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะสภาพการใช้ที่ดินแตกต่างกันชัดเจนคือตอนแรกรถจะแล่นไปท่ามกลางท้องทุ่งนาอันเขียวขจี แม้บางแห่งพื้นที่ยังว่างเปล่าอยู่ (เนื่องจากระหว่างนี้อยู่ในช่วงฝนทิ้ง) เมื่อผ่านเข้าไปในเขต suburban ของกรุงเทพฯ รถจะแล่นไปท่ามกลางของโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งบางแห่งส่งกลิ่นรุนแรงมาก (เช่นบริเวณโรงงานทำกระดูกสัตว์ที่รังสิต) เมื่อรถแล่นผ่านพ้น air pollution ของกรุงเทพมหานครเข้าเขตถนนสุขุมวิท จะเห็นสภาพป่าชายเลน การทำนากุ้ง นาเกลือ การทำไร่มันสำปะหลัง เข้าเขตจังหวัดระยองรถแล่นอยู่ในสวนยางพาราที่กำลังเจริญเติบโตอยู่ 2 ข้างถนน

แต่ถ้าพิจารณาทางด้านปัญหาสิ่งแวดล้อม นับว่าพบเกือบทุกด้าน คือ ทั้งสภาพการใช้ที่ดินไม่ได้ประโยชน์อย่างเต็มที่ การทำลายป่าทั้งบนภูเขา (จนกลายเป็นภูเขาหัวโล้น) และป่าชายเลน การทำไร่ผิดวิธี (ปลูกมันสำปะหลัง) ทำให้เกิด soil erosion อย่างรุนแรงในภาคตะวันออก การปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ปัญหาอากาศเป็นพิษ การจราจรติดขัด การทำลายสิ่งแวดล้อมทางทะเล สิ่งเหล่านี้นับเป็นปัญหาที่ทุกฝ่ายจะต้องร่วมมือกันแก้ไขอย่างรีบด่วน มิเช่นนั้นประเทศไทยคงประสบกับปัญหาความอดอยากซึ่งอาจจะมาถึงในระยะเวลาอันใกล้นี้

จากเรื่องราวต่าง ๆ ที่กล่าวมา จะเห็นว่าการออก field มิใช่เป็นการท่องเที่ยวเพื่อความสนุกสนานเพลิดเพลิน แต่สิ่งเหล่านี้เป็นเพียงผลพลอยได้เท่านั้น ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการออก field มีค่าเกินกว่าการเสียเวลา เสียเงิน มากมายหลายเท่านัก เพราะทำให้เราได้พบกับสภาพที่แท้จริง มิใช่การ imagination หรือกล่าวไปอย่างเพ้อฝัน นอกจากนั้นทำให้เราสามารถนำทฤษฎีที่เรียนมาใช้ apply ในสภาพที่แท้จริงอันจะเป็นข้อมูลที่จะใช้ในวงการต่าง ๆ ต่อไป

การจำแนกลักษณะภูมิประเทศ

กวี วรกวิน

ภาควิชาภูมิศาสตร์

มศว.ประสานมิตร

ลักษณะภูมิประเทศบนพื้นผิวโลกปัจจุบัน เป็นผลจากการปรับระดับโดยตัวการทางธรรมชาติ (Agents) ที่กระทำต่อเปลือกโลกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ผลจากการปรับระดับที่ปรากฏเป็นภูมิประเทศรูปแบบต่าง ๆ นั้นมีปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการปรับระดับ 3 ประการคือ

1. หินฐานหรือโครงสร้างของหินเดิม (Structure)
2. กระบวนการหรือวิธีการปรับระดับ (Process)
3. ระยะเวลาในการปรับระดับ (Stage of time)

ดังนั้นลักษณะภูมิประเทศบนผิวเปลือกโลกปัจจุบันจะแตกต่างกันมากน้อยอย่างไรนั้นสมควรจะนำเอาปัจจัยทั้ง 3 มาพิจารณา บุคคลที่ศึกษาในเรื่องนี้แล้วคิดหาหลักเกณฑ์จำแนกลักษณะภูมิประเทศโดยอาศัยหลักเกณฑ์ดังกล่าวได้แก่ ชาวอเมริกัน ชื่อ ริชชาร์ด อี เมอฟี (Richard E.Murphy) ซึ่งผลของการจำแนกพอแจงเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

<u>หลักการจำแนก</u>

เมอฟีได้ยึดเอาปัจจัย 3 ประการดังกล่าวข้างบนเป็นเกณฑ์จำแนก โดยกำหนดตัวอักษรเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1. เป็นกลุ่มตัวอักษรที่แสดงถึงโครงสร้างของหิน

กลุ่มที่ 2. เป็นกลุ่มตัวอักษรที่แสดงลักษณะภูมิประเทศปัจจุบัน

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอักษรที่แสดงกระบวนการที่ทำให้เกิดภูมิประเทศเหล่านั้น

1. โครงสร้าง (Structure Regions)

ได้กำหนดอักษรเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ขึ้นเป็นสัญญลักษณ์ 7 ตัว คือ A,C,G,L,R,S,V. แต่ละตัวมีความหมายดังนี้

A = <u>บริเวณแนวเทือกเขาใหม่</u> (Alpine System) ได้แก่แนวเทือกเขาสูงที่มีแนวติดต่อกันเป็นเทือกเขาขนาดใหญ่ในปัจจุบัน มีการกำเนิดในหลายยุคโดยเริ่มตั้งแต่ยุคจูแรสสิค

เป็นต้นมา เช่น เทือกเขาหิมาลัย รอกกี้ แอล์ป แอนดิส เป็นต้น ในบริเวณนี้อาจมีทั้งแนวรอยเลื่อน (Fault) ที่ราบสูง, ที่ลุ่ม, และลักษณะของชายฝั่งทะเล ซึ่งอาจถูกล้อมรอบด้วยภูเขาเหล่านั้น

C = <u>บริเวณเทือกเขาเก่าที่ผ่านการสึกกร่อนมามาก</u> (Caledonian or Hercenian or Appalachian remnants) เป็นลักษณะของภูเขาเตี้ย ๆ ที่ผ่านการกระทำด้วยตัวการธรรมชาติมาพอสมควร ส่วนใหญ่เป็นภูเขาที่กำเนิดในมหายุคพาลิโอโซอิก และ เมโสโซอิก เป็นลำดับมาถึงยุคครีตาเชียส บริเวณเหล่านี้ จะไม่ได้รับการกระทบกระเทือนจากกระบวนการเกิดภูเขา (Oroginic process) แต่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการผันแปรของเปลือกโลกด้วยกระบวนการ Epeiroginic บ้าง ภูเขาเหล่านี้บางแห่งถูกกัดกร่อนราบเรียบเหลือแต่ส่วนฐานของภูเขา อาจมีทั้งแนวรอยเลื่อน,ที่ราบสูง,ที่ลุ่ม,ลักษณะขอบชายฝั่งที่อยู่ร่วมกับภูเขาเหล่านั้นด้วย

G = <u>บริเวณที่หินฐานเก่ากอนด์วานา</u> (Gondwana Shields)

เป็นมวลหินของเปลือกโลกที่มีความมั่นคงแข็งแรงอย่างมากวางตัวอยู่ทางส่วนใต้เทือกเขาใหม่ ได้แก่ส่วนเปลือกโลกที่เป็น ทวีป อเมริกาใต้,อัฟริกา,ออสเตรเลีย,คาบสมุทรอาระเบีย และเดกคาน ลักษณะพื้นผิวของบริเวณดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่จะเป็นหินที่เกิดก่อนยุคแคมเบรียน (Precambrian) แทบทั้งหมด ดังนั้นจึงผ่านการสึกกร่อนมามากจึงมีลักษณะค่อนข้างจะราบเรียบ มากกว่า 50 เปอร์เซนต์ของพื้นผิวบริเวณนี้จะเป็นหินที่เกิดจากการตกผลึกของแร่ชนิดต่าง ๆ และหินฐานดังกล่าวนี้จะไม่ถูกเปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการเกิดภูเขา (Orogeny) เลย นับจากยุคแคมเบรียนเป็นต้นมา

L = <u>บริเวณหินฐานเก่าลอเรเซียน</u> (Lawrasian Shields)

เป็นหินฐานที่มีคุณสมบัติเหมือนหินฐานกอนด์วานา แต่วางตัวอยู่เหนือเทือกเขาใหม่ดังกล่าว อันได้แกภาคพื้นทวีปส่วนที่เป็นทวีปอเมริกาเหนือ เกาะกลีนแลนด์ ทวีปยุโรป และเอเชีย

R = <u>บริเวณหินฐานเก่าที่มีการเปลี่ยนระดับ</u> (Rifted Shield areas)

เป็นลักษณะพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก (Faulting) โดยกระบวนการเนื่องจากแรงภายในโลก เป็นผลทำให้หินฐานเก่าเกิดการหรุด

ตัว หรือยกสูงขึ้น ทำให้เกิดภูมิประเทศเป็นแอ่งกราเบน (Graben) และที่สูง ฮอร์สต์ (Horst) ขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นผลทำให้เกิดภูมิประเทศแบบภูเขาไฟปะปนอยู่บ้าง บริเวณดังกล่าวนี้ได้แก่ บริเวณที่สูงทางตะวันออกของทวีปอัฟริกา รวมทั้งบริเวณทะเลแดง ต่อเนื่องไปถึงทะเลเดดซี

S = <u>บริเวณที่มีตะกอนปกคลุม</u> (Sedimentary Covers)

เป็นบริเวณที่ไม่ใช่ภูเขาสูงที่เกิดจากการโก่งตัวใหม่ ๆ แต่เป็นบริเวณโดยรอบภูเขาที่มีอายุมากและมีระดับต่ำ ๆ หรือเป็นบริเวณหินฐานเก่า แต่มีตะกอนมาปกคลุมต่อเนื่องจนกลายเป็นที่ราบกว้างขวาง ได้แก่ที่ราบสำคัญของโลกในทวีปต่าง ๆ เช่น ที่ราบทางเหนือของทวีปยุโรปและรัสเซีย, ที่ราบเชิงเขารอคกี้และแอนดีส ที่ราบลุ่มน้ำต่าง ๆ เป็นต้น

V = <u>บริเวณที่เป็นภูเขาไฟ</u> (Isolated Volcanic areas)

เป็นบริเวณที่เคยมีภูเขาไฟเกิดขึ้นหรือปัจจุบันก็กำลังดำเนินอยู่ จึงปรากฏภูมิประเทศที่เป็นร่องรอยของภูเขาไฟปรากฏทั่วไป บริเวณดังกล่าวส่วนใหญ่จะปรากฏอยู่ตามขอบนอก ของแนวเทือกเขาใหม่ และเทือกเขาเก่า หรือ บริเวณที่มีการยกตัวและทรุดตัวของแผ่นดิน

2. ลักษณะภูมิประเทศ (Topography regions)

ลักษณะของภูมิประเทศ กำหนดด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เป็นสัญญลักษณ์แทน 6 ตัวคือ T M W และ D แต่ละตัวมีความหมายดังนี้

P = <u>บริเวณที่ราบ</u> (Plains)

ได้แก่บริเวณที่มีความต่างระดับของพื้นที่น้อยกว่า 100 ม. (325 ฟุต) บริเวณใกล้ชายฝั่งทะเลที่ราบจะค่อย ๆ ลาดลงสู่ชายฝั่ง และจะค่อย ๆ ลาดสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อลึกเข้าไปในแผ่นดินและที่ราบนั้นอาจจะมีระดับสูงถึง 600 เมตร (2,000 ฟุต) จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

H = <u>บริเวณเนินเขาและที่ราบสูงระดับต่ำ</u> (Hills and Low table lands)

- บริเวณเนินเขา จะมีความต่างระดับของพื้นที่ในช่วง 100 - 600 ม. (325 - 2,000 ฟุต) แต่บริเวณชายฝั่งอาจจะต่ำถึง 60 ม. (200 ฟุต) ก็ได้

- ส่วนที่ราบสูงระดับต่ำ จะเป็นพื้นราบที่ยกตัวอยู่ในระดับต่ำกว่า 1,500 ม. (5,000 ฟุต) และมีความต่างระดับในพื้นที่น้อยกว่า 100 เมตร (325 ฟุต) ลักษณะของยอดราบจะสิ้นสุดด้วยขอบผาชันซึ่งมีความสูงอย่างน้อยประมาณ 60 เมตร (200 ฟุต) บางแห่งของผาชัน

ของภูเขายอดราบอาจมาสิ้นสุดในบริเวณที่ราบชายฝั่ง

T = บริเวณที่ราบสูง (High table lands)

เป็นพื้นผิวของแผ่นดินที่ถูกยกตัวขึ้นสูงกว่า 1,500 ม. (5,000 ฟุต) และมีความต่างระดับของพื้นที่น้อยกว่า 300 ม. (1,000 ฟุต) ยกเว้นเฉพาะส่วนที่หุบผาชัน (Canyon) ที่ถูกกระทำโดยลำน้ำอาจมีความต่างระดับของพื้นที่ระหว่างขอบผาบน กับร่องท้องน้ำเบื้องล่างมากกว่า 300 เมตร

M = บริเวณภูเขาสูง (Mountains)

ได้แก่บริเวณที่มีความลาดชันมาก มีความต่างระดับของพื้นที่มากกว่า 600 เมตร (2,000 ฟุต)

W = บริเวณภูเขาสลับที่ราบ (Widely spaced Mountains)

เป็นบริเวณที่มีเทือกเขาไม่ต่อเนื่องกัน มีลักษณะเป็นภูเขาโดดเดี่ยว แทรกสลับด้วยที่ราบมีความต่างระดับของพื้นที่ไม่เกิน 150 ม. (500 ฟุต)

D = บริเวณที่เป็นแองแผ่นดิน (Depression)

เป็นแองที่ต่ำซึ่งล้อมรอบด้วยภูเขาสูงหรือเนินเขาหรือที่ราบสูง ทำให้บริเวณตรงกลางต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ บริเวณดังกล่าวนี้ไม่จำเป็นว่าจะต้องอยู่บนพื้นราบ (Plain)

3. กระบวนการผันแปรภูมิประเทศ (Erosional and Depositional land form)

ชนิดของกระบวนการทางธรณีสัณฐาน ที่ทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศแบบต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาทางธรณีที่ผ่านมาถึงปัจจุบันย่อมสัมพันธ์กับอาณาบริเวณ 5 บริเวณ ซึ่งสามารถกำหนดแทนด้วยอักษรต่อไปนี้เป็นสัญญลักษณ์คือ h, d, g,w และ i แต่ละตัวมีความหมายดังต่อไปนี้

h = บริเวณภูมิประเทศในเขตชื้น (Humid land form areas)

ได้แก่บริเวณพื้นที่ที่มีระบบของลำน้ำที่มีน้ำไหลอย่างถาวร และมีความหนาแน่นของลำน้ำมาก อย่างน้อยทุก ๆ 16 ก.ม. (10 ไมล์) จะมีลำน้ำปรากฏอยู่ 1 สาย และบริเวณดังกล่าวนี้ไม่เคยมีร่องรอยปรากฏการณ์ของธารน้ำแข็งปรากฏให้เห็นนับตั้งแต่เริ่มยุคไพรสโตซีนเป็นต้นมา

d = บริเวณภูมิประเทศในเขตแห้งแล้ง (Dry landform areas)

ได้แก่บริเวณพื้นที่ที่มีระบบของลำน้ำมีความหนาแน่นน้อยกว่า 1 สาย ในช่วงระยะทางทุก ๆ 16 ก.ม.(10 ไมล์) และไม่ปรากฏร่องรอยของธารน้ำแข็งให้เห็นนับตั้งแต่เริ่มยุคไพรสโตซีนเป็นต้นมา บางครั้งอาณาบริเวณภูมิประเทศหินปูนที่เป็นหลุมเป็นบ่อ น้ำฝนที่ตกลงมาละลายหินปูน แล้วไหลแทรกซึมหายไปหมด ทำให้บริเวณหินปูนดังกล่าวกลายเป็นที่แห้งแล้งไปด้วยก็นับรวมเข้าในบริเวณนี้ด้วย

g = บริเวณภูมิประเทศในเขตธารน้ำแข็ง (Glaciated areas)

ได้แก่อาณาบริเวณพื้นที่ที่ถูกปกคลุมโดยธารน้ำแข็งเป็นบางครั้งนับตั้งแต่เริ่มต้นยุคไพรสโตซีนเป็นต้นมา จนกระทั่งถึงก่อนยุคธารน้ำแข็งวิสคอนซิน (Wisconsin glacial) ในอเมริกาเหนือ หรือ ยุคธารน้ำแข็งเวอม (Wurm glacial) ในยุโรป อักษร g นี้ยังใช้กับบริเวณอื่น ๆ ที่เคยมีธารน้ำแข็งปกคลุมด้วย

w = บริเวณภูมิประเทศที่เคยปกคลุมด้วยธารน้ำแข็งยุควิสคอนซิน หรือ เวอม (Wisconsin and Wurm glaciated areas)

ได้แก่บริเวณที่เคยปกคลุมด้วยธารน้ำแข็ง ตั้งแต่เริ่มต้นหรือระหว่างยุคน้ำแข็งวิสคอนซินหรือยุคน้ำแข็งเวอม แต่ปัจจุบันไม่มีธารน้ำแข็งปกคลุม

i = บริเวณภูมิประเทศที่มีน้ำแข็งปกคลุม (Icecaps)

ได้แก่บริเวณที่มีน้ำแข็งปกคลุมอยู่ในปัจจุบัน

อักษรที่เป็นสัญญลักษณ์ทั้ง 3 ชุดนี้ เมื่อนำมาเขียนเรียงกันตามลำดับจากชุดที่ 1 – 3 จะเป็นการอธิบายลักษณะภูมิประเทศที่คำนึงหลักการ 3 ประการ ดังกล่าวข้างต้น ตัวอย่างเช่น

- ที่ราบสูงโคโลราโด ในสหรัฐอเมริกา มีสัญญลักษณ์ของสภาพภูมิประเทศเป็น ATd หมายถึง สภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงมีระดับสูงมากกว่า 1500 ม. (5,000 ฟุต) ล้อมรอบด้วยเทือกเขาใหม่ ภายใต้สภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้งมากกว่าชื้น
- แอ่งแผ่นดินคองโก ในทวีปอัฟริกา มีสัญญลักษณ์ของสภาพภูมิประเทศเป็น GDh หมายถึง ภูมิประเทศที่เป็นแอ่งที่ต่ำ ล้อมรอบด้วยหินฐานเก่าก่อนดีวานา ภายใต้สภาพภูมิอากาศชื้น
- ที่ราบตอนกลางของโปแลนด์ ในทวีปยุโรป มีสัญญลักษณ์ของสภาพภูมิประเทศเป็น SPg หมายถึง บริเวณที่ราบที่มีตะกอนทับถมภายใต้สภาพภูมิอากาศที่เคยเป็นธารน้ำแข็งปกคลุมมาก่อน

เอกสารอ้างอิง

Strahler, Arther N, Physical Geography, John Wiley and Sons, Inc. 1975

William Lee Stokes, Essentials of Earth Hitory, An Introduction to Historical Geology, Prentice Hall Ince, 1966, P 468.

Colioris Force

น้อม งามนิสัย
อาจารย์ประจำภาควิชาภูมิศาสตร์
มศว.ประสานมิตร

ในการสอนเรื่องลมปัญหาหนึ่งที่คุณครูมักจะอธิบายให้นักเรียนเข้าใจไม่ได้ว่า การหมุนรอบตัวเองของโลกมีผลต่อการเบี่ยงเบนทิศทางของลมอย่างไร ? ดูเหมือนว่ายิ่งอธิบายทั้งคุณครูเองและนักเรียนก็จะยิ่งมีปัญหาถามตัวเองมากยิ่งขึ้น และเมื่อถูกนักเรียนซักมากๆ เข้า คุณครูก็คงจนแต้มและตอบเด็กไปว่า "ก็มันเป็นธรรมชาติของลมนี่" แต่คุณครูครับ "ปรากฏการณ์ธรรมชาติทุกชนิดจะต้องมีเหตุผลที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์นั้นได้" ไม่มีปรากฏการณ์ธรรมชาติใด ๆ ที่จะเกิดขึ้นอย่างไร้เหตุผล

เพื่อไขปัญหาดังกล่าวนั้น ในบทความนี้ข้าพเจ้าขอเสนอหลักการเพื่ออธิบายปรากฏการณ์การเบี่ยงเบนทิศทางของลม ซึ่งมีท่านผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านได้อธิบายไว้ ท่านแรกที่จะอ้างถึงคือ Hadley

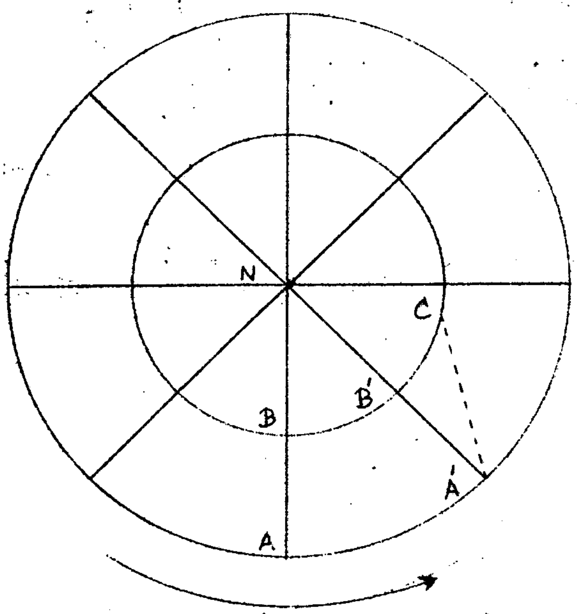
<u>คำอธิบายของแฮดเลย์</u> (Hadley's Explanation)

"แฮดเลย์" ให้อรรถาธิบายว่า การอธิบายที่สมเหตุสมผลนั้นเป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ที่กระทำต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของลม

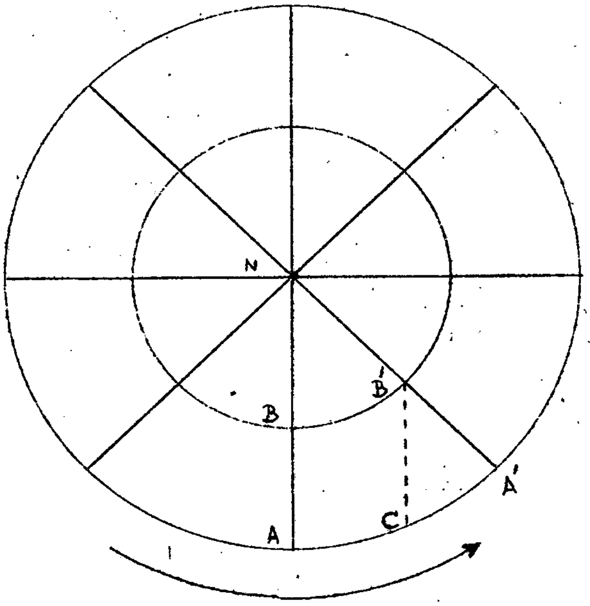
ณ.เส้นศูนย์สูตร วัตถุทุก ๆ สิ่งรวมทั้งตัวเราเองด้วย ที่ปรากฏเสมือนว่าหยุดนิ่งอยู่กับที่บนผิวโลกนั้น ตามความเป็นจริงแล้ววัตถุเหล่านั้นเคลื่อนที่ไปทางตะวันออกพร้อมอัตราความเร็วของโลก ซึ่ง ณ. เส้นศูนย์สูตรมีความเร็วประมาณ 1050 ไมล์/ชั่วโมง ที่เส้นขนาน 60 องศาห่างจากศูนย์สูตร (ทางเหนือหรือใต้ก็ได้) ไป ความเร็วตะวันออก (Eastward velocity) มีเพียงครึ่งหนึ่งของความเร็วตะวันออกที่ศูนย์สูตรคือเท่ากับ 525 ไมล์/ชั่วโมงเท่านั้น

เมื่อเรามองมาจากขั้วโลกเหนือ จากภาพจะเห็นว่าทุกส่วนของโลกหมุนไปตามลูกศร ในช่วงเวลา 3 ชั่วโมง หรือ $\frac{1}{2}$ วัน วัตถุทุกอย่างที่หยุด

รูปที่ ๑



รูปที่ ๒



อยู่ ณ.ตำแหน่ง A จะเคลื่อนที่ไปยัง A' และวัตถุทุกอย่างที่หยุดอยู่ ณ.ตำแหน่ง B จะเคลื่อนที่ไปยัง B' ในขณะที่วัตถุที่อยู่ ณ.จุด A' เคลื่อนที่ไปพร้อมกับผิวโลกนั้น เราก็ทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปทางขั้วโลกเหนือ (N) โดยให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปถึงจุด B ในเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ระยะทาง AB มีทิศทางพุ่งตรงไปยังขั้วโลก แต่ในขณะเดียวกันแรงเคลื่อนตะวันออก (Eastward motion) ก็จะทำให้วัตถุเคลื่อน-ที่ไปยัง A' ในเวลาเดียวกัน จึงหมายความว่าวัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปทางเหนือได้ระยะทาง AB และทางตะวันออกได้ระยะทาง AA' ซึ่งได้ระยะทางเท่ากับ BC ดังนั้นแทนที่วัตถุจะเคลื่อนที่ไปถึง B แต่มันจะไปถึง C แนวทางการเคลื่อนที่ที่แท้จริงจึงเป็น AC

แต่ในระหว่างนั้นจุด A ของพื้นผิวโลกจะเคลื่อนไปยัง A' และจุด B จะเคลื่อนไปยัง B' ในที่สุดตำแหน่งของจุดเริ่มต้นซึ่งเป็นจุดที่วัตถุเริ่มต้นเคลื่อนที่ไปยังอีกจุดหนึ่ง จุดที่วัตถุจะไปถึงและจุดที่วัตถุเคลื่อนที่ไปถึงจึงเป็นจุด A' B' และ C ปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุจึงดูเหมือนว่าเริ่มต้นจาก A' ไปสิ้นสุดที่จุด C ดังนั้นการเคลื่อนที่ของวัตถุจากศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกเหนือจึงมีทิศทางเป็นตะวันออกเฉียงเหนือ (North Eastery direction) พึงเข้าใจว่าทิศทุกทิศที่ชี้ไปยังขั้วโลกหรือจากขั้วโลกมายังศูนย์สูตร มีแนวเหนือใต้ ส่วนทิศตะวันตกตะวันออกคือทิศทางตามแนวละติจูด

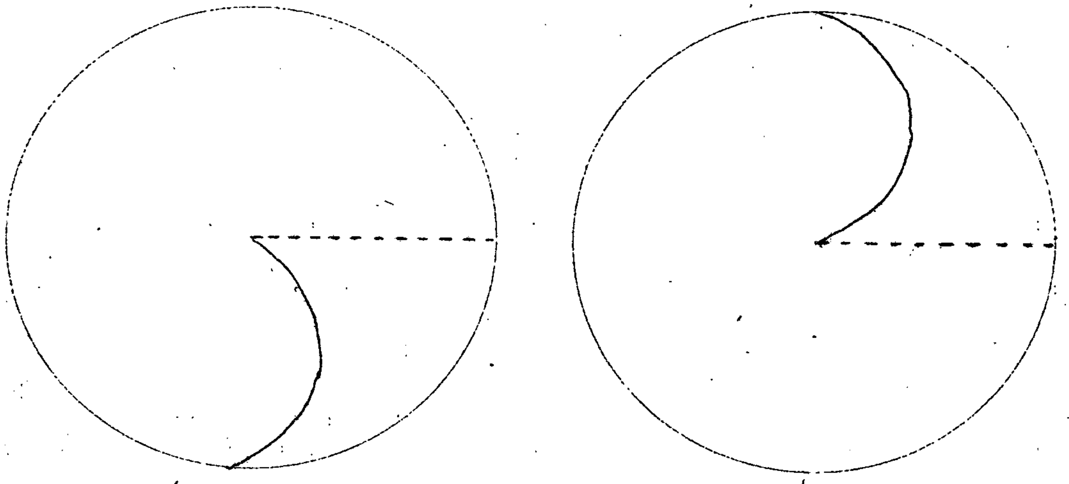
ในกรณีตรงกันข้าม ถ้าวัตถุอยู่ที่ B (รูป 2) แล้วเราเร่งให้วัตถุเคลื่อนที่ไปยัง A ใช้เวลา 3 ช.ม. วัตถุนั้นก็จะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง BA และมีทิศทางตรงไปยัง A ขณะเดียวกัน B จะเคลื่อนที่ไปทางตะวันออกเป็นระยะทาง BB' ในที่สุดวัตถุจะเคลื่อนที่ไปถึงจุด C AC มีระยะทาง

เท่ากับ BB' แต่ในระยะเวลา 3 ชั่วโมง B จะเคลื่อนที่ไปยัง B' และ A เคลื่อนที่ไปยัง A' ในที่สุดตำแหน่งของจุดเริ่มต้น ตำแหน่งที่วัตถุจะเคลื่อนที่ไปถึงและตำแหน่งที่วัตถุเคลื่อนที่ไปถึงจริงจึงเป็น B' A' และ C การเคลื่อนที่ของวัตถุจึงมีทิศทาง B'C หรือทิศตะวันตกเฉียงใต้ (South-Westery direction) โดยมีจุดเริ่มจาก BA

ทั้งสองกรณีที่กล่าวมานี้วัตถุที่เคลื่อนที่เบี่ยงเบนไปทางขวาของทิศทางการเคลื่อนที่ สำหรับซีกโลกใต้ก็อธิบายได้เช่นเดียวกัน แต่ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะเบี่ยงไปทางซ้าย

<u>ภาพประกอบการทดลอง</u>

การจะวาดภาพประกอบการทดลองปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุจากขั้วโลกไปยังศูนย์-สูตร เราทำได้ง่าย ๆ โดยนำกระดาษการ์ดแข็งและกลมมาแผ่นหนึ่ง ใช้เป็กกดตรงจุดกึ่งกลางวงกลมลงบนไม้ระนาบ กระดาษกลมนี้เราใช้แทนภาพโลกเมื่อมองลงไปยังขั้วโลก หมุนกระดาษไปรอบ ๆ แรงขณะเดียวกันใช้ดินสอลากเส้นตรงจากจุดกึ่งกลางไปยังจุดคงที่ที่อยู่บนโต๊ะ ตามรูปเราใช้เส้นไข่ปลาแทนเส้นที่เราลากจะเป็นเส้นโค้งดังรูป ถ้าเราหมุนกระดาษไปตามทิศทางในรูป A จะแทนปรากฏการณ์บนโลกเมื่อมองลงมายังขั้วโลกเหนือ และเส้นโค้งจะเบี่ยงเบนไปทางขวา



รูป A รูป B

ถ้าหมุนกระดาษไปในทิศทางตรงกันข้าม (รูป B') จะแทนปรากฏการณ์บนโลกเมื่อมองมายังขั้วโลกใต้และเส้นโค้งจะเบี่ยงเบนไปทางซ้าย

เป็นที่น่าสังเกตว่า วิธีการนี้ไม่สามารถจะแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกได้ บนผิวโลกนี้วัตถุแต่ละชนิดเมื่อเคลื่อนที่ไปยังขั้วโลกจะต้องคำนึงถึงความเร็วตะวันออกของผิวโลกอันเนื่องมาจากการหมุนรอบตัวของโลก ในการทดลองนี้ถ้าเราลากเส้นจากเส้นรอบวงไปยังศูนย์กลางในขณะที่เราหมุนกระดาษไปด้วยนั้น แรงหมุนจะไม่กระทำต่อดินสอ และบางทีอาจทำให้เกิด Complex curve ซึ่งไม่ได้แทนการเคลื่อนที่ของลมใด ๆ บนโลก

ข้อบกพร่องในคำอธิบายของแฮดเลย์

คำอธิบายของแฮดเลย์นั้นยังมีข้อบกพร่อง เพราะวิธีการของเขาไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ของลมบางอย่างได้ เช่น ลมที่พัดใกล้เคียงหรือพัดในแนวตะวันตกตะวันออก ถ้าอธิบายตามวิธีการของแฮดเลย์ลมจะไม่เบี่ยงเบนเลย แต่จากการสังเกตพบว่าลมทุกชนิดไม่ว่าจะพัดในทิศทางใดจะมีผลเหมือนกันและจะเบี่ยงเบนไปมากกว่าที่เราจะคาดได้จากคำอธิบายของแฮดเลย์เสียอีก

ผลของโลกหมุนรอบตัวเองนั้น สามารถอธิบายได้ตามหลักการของคณิตศาสตร์ โดยใช้กฎของแรงหนีศูนย์กลาง (Law's of Centrifugal force)

แรงหนีศูนย์กลาง (Centripetal force)

เมื่อเราผูกลูกตุ้มที่ปลายเชือกแล้วแกว่งให้เป็นวงกลม ลูกตุ้มนั้นจะลอยไปรอบ ๆ และส่งแรงดึงมากับเชือก แรงดึงนั้นเราเรียกว่าแรงหนีศูนย์กลาง ถ้าเราแกว่งลูกตุ้มเร็วขึ้นแรงดึงจะมีมากขึ้นจนกระทั่งแรงดึงนั้นสูงพอก็จะทำให้เชือกขาดและลูกตุ้มจะปลิวห่างออกไป เราจึงเขียนเป็นกฎได้ว่า เมื่อลูกตุ้มและความยาวของเชือก (รัศมีของการโคจร) คงที่ แรงหนีศูนย์กลางจะมีค่าเท่ากับกำลังสองของความเร็ว หรือ

$$Cf = V^2$$

เมื่อ Cf = Centripetal force

V = Velocity

การทดลองต่อไปนี้ให้ใส่เชือกลงไปในท่อกลมเล็ก ๆ ท่อนี้จะช่วยให้เชือกไม่ขาดและไม่ข้อด ใช้มือซ้ายถือปลายข้างหนึ่งของเชือกมือขวาถือท่อ แล้วแกว่งลูกตุ้มไปรอบ ๆ ลูกตุ้มจะลอยไปรอบ ๆ ท่อนั้น

โดยมีปลายข้างหนึ่งของท่อเป็นศูนย์กลาง

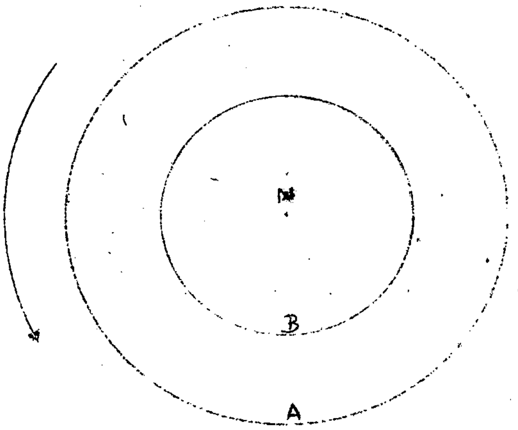
เมื่อลูกตุ้มวิ่งด้วยความเร็วที่คงที่แล้ว บังคับมือขวาให้คงที่แล้วใช้มือซ้ายดึงเชือกเพื่อให้ส่วนที่เป็นรัศมีสั้นเข้า ลูกตุ้มจะถูกดึงเข้ามาและในที่สุดก็จะถึงปลายท่อที่เป็นศูนย์กลางของการหมุน จะพบว่าในขณะที่ลูกตุ้มค่อย ๆ เลื่อนเข้าสู่ศูนย์กลางนั้นมันจะมีความเร็วสูงขึ้น และพบว่ามีแรงดึงเพิ่มขึ้นด้วย จึงได้ความจริงว่า เมื่อเชือก (รัศมี) ของการโคจรสั้นลงและมือที่ถือท่อนั้นคงที่ แรงหนีศูนย์กลางจะมีมากขึ้น

เริ่มต้นทดลองใหม่ แต่แทนที่จะดึงเชือกให้สั้นเข้า กลับค่อย ๆ ปล่อยเชือกให้ยาวออกทำให้รัศมีของการโคจรยาวขึ้น ลูกตุ้มจะถอยห่างออกจาศูนย์กลาง ความเร็วของการโคจรจะลดลง และจะพบว่าเมื่อเราไม่ดึงเชือกแรงหนีศูนย์กลางจะลดลง

การทดลองแกว่งลูกตุ้มนี้แสดงว่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอรอบจุดศูนย์กลาง

1. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่เข้าใกล้จุดศูนย์กลางความเร็วจะเพิ่มขึ้น แรงหนีศูนย์กลางจะเพิ่มขึ้นด้วย
2. ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ห่างออกจากจุดศูนย์กลางความเร็วจะลดลงและแรงหนีศูนย์กลางก็จะลดลงด้วย

คำอธิบายของเฟอเรล (Ferrel's Explanation)



จากรูปคือภาพแสดงโลกเมื่อมองลงมายังขั้วโลกเหนือ เส้นรอบวงนอกคือเส้นศูนย์สูตร และศูนย์กลาง N คือขั้วโลก แกนการหมุนจะพุ่งผ่านศูนย์กลาง N และทำมุมฉากกับกระดาษ ทิศทางการหมุนของโลกแสดงด้วยลูกศร วัตถุที่เคลื่อนที่จากศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกก็จะไปถึงแกนการหมุนเหมือนกับลูกตุ้มที่ผูกไว้บนปลายไม้แล้วเชือกสั้นเข้า (รัศมี) วัตถุที่เคลื่อนที่จากขั้วโลกไปยังศูนย์สูตรก็เหมือนกับลูกตุ้มที่ผูกปลายไม้แล้วเคลื่อนตัวห่างออกจากแกนของการหมุนเมื่อเชือก (รัศมี) เพิ่มความยาว

วัตถุที่อยู่บนพื้นผิว ณ.ตำแหน่ง A นั้นตามปกติจะเคลื่อนที่รอบ ๆ แกนในอัตราความเร็ว 1050 ไมล์/ชั่วโมง แต่ว่า B นั้นมีความเร็วตะวันออกน้อยกว่า 1050 ไมล์/ชั่วโมง (เพราะระยะทางสั้นกว่าแต่ใช้เวลาเท่ากัน) ดังนั้นวัตถุที่เคลื่อนไปถึงละติจูด B มันจะเบี่ยงเบนไปทางขวาเพราะมันมีความเร็วตะวันออกเพิ่มขึ้น (รัศมีของการหมุนสั้นลง ความเร็วของการหมุนจะเพิ่ม แรงหนีศูนย์กลางจะเพิ่มด้วย)

ในทางตรงข้าม วัตถุที่หยุดอยู่กับที่ ณ.ละติจูด 60องศาเหนือ จะมีความเร็วรอบแกนประมาณ 525 ไมล์/ชั่วโมง และถ้าเราทำให้มันเคลื่อนที่ไปยัง A มันจะเคลื่อนที่ออกห่างจากแกนการหมุน (รัศมีเพิ่มขึ้น) ความเร็วจะลดลง แต่ความเร็วตะวันออกของ A นั้นมากกว่า 525 ไมล์ ดังนั้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่มาถึงละติจูด A ซึ่งอยู่หน้า A มันก็จะเบี่ยงเบนไปทางขวา

ผลนี้คล้ายกับคำอธิบายของแฮดเลย์ แต่สามารถคำนวณปริมาณอาการเบี่ยงเบนของแต่ละตำบลได้ว่ามีมากน้อยเพียงใด

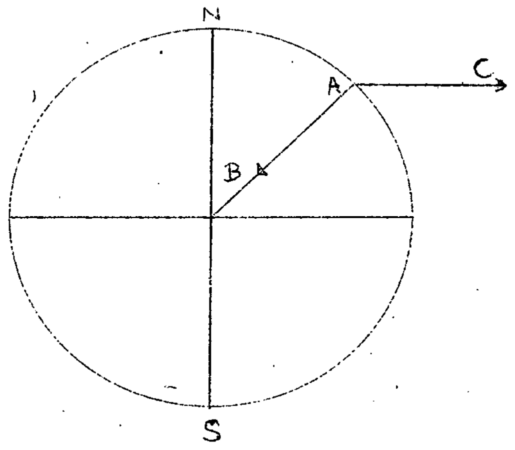
ต่อไปเราจะได้พิจารณาการเคลื่อนที่ของวัตถุไปในแนวตะวันตกหรือแนวตะวันออก วัตถุ A อยู่ ณ. ตำแหน่ง B ในละติจูด 60 องศาเหนือ และเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ แกนการหมุนโดยมีทิศทางไปทางตะวันออกด้วยอัตรความเร็ว 525 ไมล์/ชั่วโมง ถ้าเราดันวัตถุนั้นให้เคลื่อนที่ไปทางตะวันออก ความเร็วตะวันออกของวัตถุนั้นจึงเพิ่มขึ้นทำให้อัตรของการหมุน (Rate of rotation) มากกว่า 525 ไมล์/ชั่วโมง เมื่อความเร็วของการหมุนเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้แรงหนีศูนย์กลางเพิ่มขึ้น วัตถุนั้นจึงต้องเคลื่อนตัวออกห่างจากแกนการหมุนรอบตัวเองแล้วเบี่ยงเบนไปทางเส้นศูนย์สูตร ดังนั้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปทางตะวันออกมันจะเฉลงไปทางใต้ของแนวตะวันออก แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุจึงเบี่ยงเบนไปทางขวาของแนวการเคลื่อนที่ของมันเมื่อโลกไม่หมุน

ในขณะที่วัตถุมีความเร็วตะวันออก เราทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนตัวไปทางตะวันตก ซึ่งตรงข้ามกับความเร็วตะวันออกของวัตถุนั้นในขณะที่มันอยู่กับที่บนผิวโลก จึงทำให้อัตราการหมุนของวัตถุรอบแกนน้อยกว่า 525 ไมล์/ชั่วโมง อัตราการหมุนรอบแกนจึงน้อยลงกว่าเดิม ซึ่งหมายความว่าวัตถุนั้นจะมีแรงหนีศูนย์กลางลดลง มันจึงต้องเคลื่อนที่เข้าสู่แกนการหมุนรอบตัวเองคือเข้าสู่ขั้วโลก ดังนั้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปทางตะวันตก ทิศทางการเคลื่อนที่ที่แท้จริงจึงอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ จึงมีการเบี่ยงเบนไปทางขวาของแนวทิศตะวันตก

การเคลื่อนที่ของวัตถุในทุกกรณีบนผิวโลกในซีกโลกเหนือ วัตถุจะเคลื่อนเฉไปทางขวาของทิศทางการเคลื่อนที่ของมันเองในขณะที่โลกหยุดนิ่ง จากที่แสดงให้เห็นนี้เราสามารถนำไปใช้กับการเคลื่อนที่ของวัตถุในซีกโลกใต้ได้ ซึ่งจะเบี่ยงเบนไปทางซ้าย

ต่อไปจะกล่าวถึงคำอธิบายของเฟอเรลล์อย่างสมบูรณ์ เกี่ยวกับผลการหมุนรอบตัวเองของโลกในกรณีที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือขวาของแนวการเคลื่อนที่เมื่อโลกหยุดนิ่ง

ถ้าโลกที่หมุนอยู่นี้มีลักษณะเป็นทรงกลมที่แท้จริง ๆ (True Sphere) มีพื้นผิวที่ราบเรียบและไม่มีแรงเสียดสี (Frictionless) ณ. ตำบลต่าง ๆ ของผิวโลกวัตถุจะไม่อยู่กับที่ ยกเว้นเฉพาะที่ขั้วโลกและศูนย์สูตร รูปต่อไปนี้แสดงภาพด้านขวางของโลก

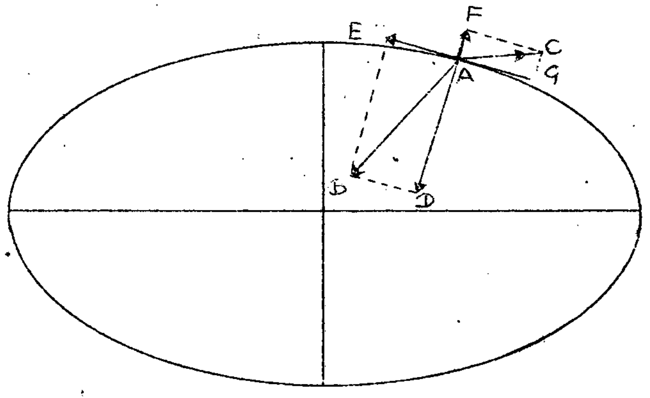


สร้างตามแนวขั้วโลก NS. คือแกนการหมุนรอบตัวเอง วัตถุทุกหน่วยที่อยู่ ณ. A ซึ่งอยู่บนพื้นผิวโลกจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับโลก และจะถูกกระทำด้วยแรงสองแรง คือ แรงดึงดูดของโลกตามทิศทาง AB เข้าสู่ศูนย์กลางของโลกและแรงหนีศูนย์กลางในทิศทาง AC ซึ่งมีทิศทางตั้งฉากกับแกนการหมุนรอบตัวเอง ถ้าโลกเป็นทรงกลมที่แท้จริง AB จะมีแนวตั้งได้ฉากกับพื้นผิวและจะไม่มีแรงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดเลย แต่แรง AC จะทำมุมเฉียง (Oblique) กับพื้นผิว แรงนี้ไม่มากพอที่จะทำวัตถุลอยออกจากโลกได้และจากที่ตกลงกันไว้แต่เบื้องต้นว่าโลกไม่มีแรงฝืด จึงเป็นเหตุให้วัตถุเลื่อน (Slide) ไปยังศูนย์สูตร

ณ. ขั้วโลกไม่มีแรงหนีศูนย์กลางเลย (เพราะระยะทางตามแนวตะวันออก ตะวันตกมีค่าเป็นสูญ อัตราความเร็วตะวันออกจึงมีค่าเป็นสูญ ซึ่งหมายถึงแรงหนีศูนย์กลางมีค่าเป็นสูญด้วย) ณ.เส้นศูนย์สูตร แรงหนีศูนย์กลางมีค่าสูงสุด แต่แรงหนีศูนย์กลางทำมุมตั้งฉากกับผิวโลก (ตั้งฉากกับแกนการหมุนด้วย)

และมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดึงดูด จึงไม่มีแรงใดที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ มีแรงหนึ่งคือน้ำหนักของของวัตถุที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแรงดึงดูดของโลกแล้ว น้ำหนักของวัตถุก็น้อยมากจนไม่สามารถจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้

แต่เนื่องจากโลกไม่ได้เป็นทรงกลม ภาพตัดขวางตามแกนของโลกจึงไม่เป็นวงกลมตามรูปก่อน แต่จะเป็นวงรีตามรูปต่อไปนี้ แต่อัตราของความรีจะมีไม่มากนัก โลกในลักษณะทรงรีแบบนี้แรงดึงดูดของ



โลกในแต่ละตำบลจะไม่เหมือนกันทิศทางของแรงดึงดูดจะไม่พุ่งตรงสู่จุดศูนย์กลางที่แท้จริงเพียงแต่ใกล้เคียงเท่านั้น และแนวแรงดึงดูดนี้จะไม่ตั้งฉากกับผิวโลก ยกเว้นเฉพาะที่ขั้วโลกกับเส้นศูนย์สูตร ดังนั้นเราจึงแยกแรงดึงดูดออกเป็นสองแรงคือ AD แรงหนึ่งซึ่งส่งแรงตั้งฉากกับผิวโลก กับ AE อีกแรงหนึ่งซึ่งทำมุมแหลมกับผิวโลก แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นเมื่อวางวัตถุลงบนผิวโลกที่ A และให้มันเคลื่อนที่ไปสู่ขั้วโลก

แรงหนีศูนย์กลางจะทำมุมฉากกับแกนการหมุนรอบตัวเองในแนว AC และแยกออกได้เป็นสองแรงคือ AF ตัวหนึ่งซึ่งทำมุมฉากกับพื้นผิว อีกแรงหนึ่งคือ AG ซึ่งทำมุมแหลมกับพื้นผิว จากลักษณะการเช่นนี้จะทำให้วัตถุเบากว่าที่มันควรจะเป็นเล็กน้อย มันจึงมีแนวการเคลื่อนที่เฉียงไปทางศูนย์สูตร

เมื่อวัตถุหยุดอยู่กับที่บนโลกที่หมุนรอบตัวเอง แรง AE จะสมดุลย์กับแรง AC ถ้าเราทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทางตะวันออกสัมพันธ์กับการหมุนรอบตัวเองของโลก จะทำให้วัตถุนั้นมีความเร็วตะวันออกเพิ่มขึ้น แรงหนีศูนย์กลาง AC จะเพิ่มขึ้น AG ก็เพิ่มขึ้นด้วยจนมากกว่า AE วัตถุจึงเลื่อนไปยังศูนย์สูตร ดังนั้นถ้าวัตถุมีแนวเคลื่อนที่ไปทางตะวันออก จึงมีแนวเคลื่อนที่จริง ๆ ไปทางตะวันออกเฉียงใต้

ในทางตรงกันข้ามถ้าเราให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทางตะวันตกซึ่งมีแนวตรงข้ามกับทิศทางการหมุนรอบตัวของโลก ความเร็วรอบแกนจึงน้อยลง แรงหนีศูนย์กลาง AC จะน้อยลงและแรง AG จะลดลงด้วยและน้อยกว่า AE วัตถุจึงเคลื่อนที่ไปหาขั้วโลก ดังนั้นในทิศทางเคลื่อนที่ไปทางตะวันตก ทิศทางการเคลื่อนที่ที่แท้จริงจึงมีแนวไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ

ทั้งสองกรณีที่กล่าวมานี้จะเบี่ยงเบนไปทางขวา ส่วนในซีกโลกใต้วัตถุจะเบี่ยงเบนไปทางซ้าย

กฎการเบี่ยงเบนของวัตถุที่เคลื่อนที่บนพื้นผิวที่เคลื่อนที่ เราเรียกกันว่า กฎเฟอร์เรลล์ (Ferrel's Law) เพราะเฟอร์เรลล์ เป็นบุคคลในพวกแรกที่พัฒนากฎนี้และนำไปใช้กับลม แต่เขาไม่ใช่บุคคลแรกที่คิดกฎนี้ขึ้น แรงเบี่ยงเบนที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เฉไปจากแนวการเคลื่อนที่เราเรียกว่า Coriolis force หรือ Deflecting force ซึ่ง Deflecting force (ต่อหน่วยปริมาตรของสาร) เราหาได้จาก

$$Df = -2wV\sin\phi$$

เมื่อ w = ความเร็วมุมรอบแกน (15°/ชม. หรือ $\frac{2\pi}{24}$ เรเดียน / ชั่วโมง สำหรับโลก 7.29×10^{-5} เรเดียน/วินาที)

ϕ ละติจูด

V = ความเร็วของมวลสาร

ค่า $2w\sin\phi$ เราเรียกว่าเป็น Coriolis parmeter (f)

ปริมาณของ Deflection เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ (ก) ความเร็วในแนวระนาบของมวลสาร (ข) sine ของละติจูด (sin 0 = 0 Sin 90 = 1) ซึ่งผลนี้จะมีมากที่สุด ณ. ขั้วโลก (ซึ่งระนาบของ Deflecting force ขนานกับผิวโลก) และจะลดลงตาม sine ของละติจูด และมีค่าเป็น 0 ณ. ศูนย์สูตร (เพราะไม่มีองค์ประกอบของ Deflection ในระนาบที่ขนานกับพื้นผิว) ค่าของ f จะผันแปรไปตามละติจูด

Latitude	0	10	15	30	43	45	60	75	90
f(10^4/sec)	00	0.25	0.38	0.50	0.73	1.00	1.03	1.26	1.46

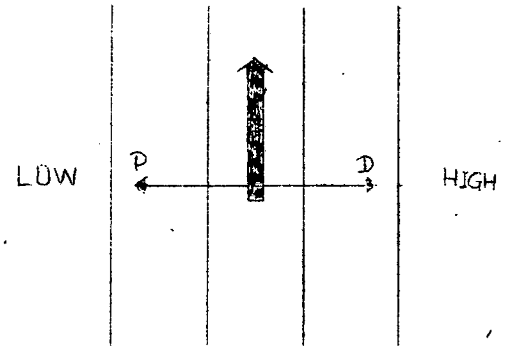
แรงโคลิโอริสนี้จะกระทำเป็นมุมฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ และมีทิศทางไปทางขวาในซีกโลกเหนือ และซีกโลกใต้จะมีทิศทางไปทางซ้าย

การเคลื่อนที่ของอากาศภายใต้แรงสมดุลย์

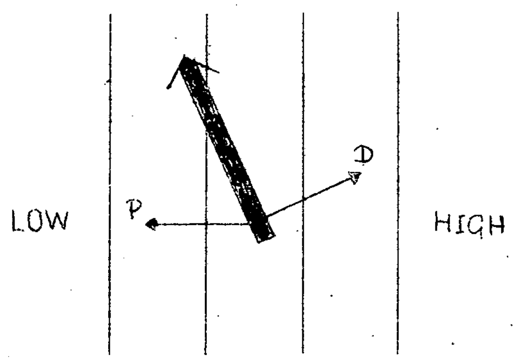
การที่มวลอากาศที่เคลื่อนที่บนผิวโลก มีแนวโน้มว่าจะเบี่ยงเบนไปทางขวา หรือ ซ้าย แนวโน้มนี้เป็นผลจากการกระทำของ Deflection force ซึ่งจะต้องกระทำเป็นมุมฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่อยู่เสมอ

มวลอากาศจะตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงความกดดัน (Pressure force) ซึ่งทำให้มวลอากาศต้องเคลื่อนที่ไปยังศูนย์ความกดอากาศต่ำ และมีทิศทางทำมุมฉากกับเส้นความกดอากาศเสมอภาค (Isobar) เมื่ออากาศเคลื่อนที่มันจะตกอยู่ใต้อิทธิพลของ Defoecting force แรงนี้จะพยายามเร่งวัตถุไปในทิศทางที่ทำมุมฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นจากแนวที่วัตถุนั้นเริ่มเคลื่อนที่ ถ้าเราจะพิจารณาสักเล็กน้อย (ดูรูป ก) จะพบว่ามวลอากาศเล็ก ๆ นี้จะเคลื่อนที่ไปทางเดียวที่จะเป็นไปได้คือไปทาง Pressure force (P) หรือเรียกว่า Pressure gradient force (ความชันความกดอากาศ) และ Deflecting force (D) ที่กระทำกับมวลอากาศด้วยแรงเท่ากันและมีทิศทางตรงกันข้าม

รูป ก.



รูป ข.



ดังที่กล่าวมาแล้วว่า Deflection force นั้นต้องทำมุมฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทางเดียวที่ลมจะพัดไปได้ก็คือไปตามทิศทางของเส้นความกดเสมอภาค ซึ่งทิศทางการเคลื่อนที่ของลมแสดงด้วยลูกศรเส้นหนา

ได้กล่าวมาแล้วว่า Deflecting force มีค่า = $-2wV\sin\phi$ ดังนั้นเมื่อ Pressure force มีกำลังมากขึ้น และมี Pressure gradient แคบเข้า Deflecting force ก็จะมีมากด้วยจนสมดุลยกัน แต่ว่า Deflecting force จะมีปริมาณมากขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมวลอากาศเคลื่อนที่เร็วขึ้น ซึ่งลักษณะที่อากาศจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงนั้นต้องอยู่สูงจากผิวโลกขึ้นไปประมาณ 500 – 1000 เมตร ในระดับความสูงนั้น ลมจะพัดในทิศทางที่ทำมุมฉากกับ Pressure gradient (ขนานกับเส้นความกดเสมอภาค) เราเรียกลมที่พัดในลักษณะนี้ว่า Grostrophic winds สำหรับในซีกโลกเหนือ ศูนย์ความกดอากาศสูงจะอยู่ทางขวาและศูนย์ความกดอากาศต่ำจะอยู่ทางซ้าย ซึ่งเป็นไปตามกฎของบายส์ บัลล็อต (Buy Ballot's Law)

ลักษณะการเคลื่อนที่ดังกล่าวเกิดขึ้นได้เพราะว่า Pressure Gradient force สมดุลย์กับ Coriolis deflection ซึ่งต่างกระทำต่อกันและกันในทิศทางตรงกันข้าม ความเร็วของลมเราคำนวณได้จากสูตร

$$Vg = \frac{1}{2w\sin\phi p} \cdot \frac{dp}{dn}$$

เมื่อ Vg = ความเร็วของลม

$\frac{dp}{dn}$ = Pressure gradient

p = ความหนาแน่นของอากาศ

จากสูตรจะเห็นว่า ความเร็วลมจะเป็นปฏิภาคผกผันกับละติจูด ตัวอย่างเช่น ความเร็วของลม Geostrophic ณ. ละติจูด 43° มีค่า 15 เมตร/วินาที (34mph) แต่ที่ละติจูด 90° มีค่าเพียง 10 เมตร/วินาที (23 mph) ยกเว้นเฉพาะในละติจูดต่ำซึ่ง Coriolis Deflection force มีค่าเป็น 0 ความเร็วของลมจึงมีความเร็วลมเหมือนกับที่สังเกตได้ในบรรยากาศที่ปราศจากตัวขัดขวางใดๆ

จากรูป ข. เป็นลมในระดับพื้นผิวซึ่งผิวโลกนั้นขรุขระ จึงทำให้มีแรงฝืด (Friction) อันเกิดจาก ป่าไม้ หมู่บ้าน ภูเขา ฯลฯ สิ่งทั้งหลายบนผิวโลกจะเป็นตัวบังการไหลของอากาศ ณ. ระดับผิวพื้น ทำให้อัตราความเร็วลดลง ซึ่งมีผลทำให้ Deflecting force (D) ลดลงด้วย

แต่ว่า Pressure force (P)ยังคงเท่าเดิม ดังนั้นจะทำให้มวลอากาศจำนวนหนึ่ง ณ.ระดับผิวพื้นเคลื่อนตัวตัดเส้นความกดเสมอภาคไปเป็นมุมแหลม แม้แต่ความฝืดจากผิวทะเลซึ่งมีไม่มากนัก ยังทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของมวลอากาศตัดผ่านเส้นความกดเสมอภาคเป็นมุม 10 องศาบนพื้นแผ่นดินที่เป็นทุ่งโล่งจะทำให้เกิดมุมถึง 30 องศา อย่างไรก็ตามแม้ว่าลมจะพัดตัดเส้นความกดเสมอภาคกฎของบายส์บัลล็อตก็ยังคงใช้ได้

15 / 8 / 20

หนังสืออ้างอิง

Barry, R.G., Chorley,R.J Atmosphere Wheather and Climate,Methuen & co, Ltd, 1971, pp 117 - 121

Berry, F.A.,JR., and the other, Hand Book of Meteorology Megraw-Hill Book company Inc., 1945, pp 116, 226, 428

Exlinc, Loseph D., Individualized Techniques For Teaching Earth,Science, Parker Publishing Company, Inc, 1975, pp 69 -87

Finch, Vernor C.,and the other, Element of Geography Mcgraw-Hill Book Company, 1957, pp 52 -53

Finch, Vernor C.,and the other, Physical Element of Geography Mcgraw-Hill Book Company, 1957, 52 - 53

Fletcher, Gustan L; and Wolfe Caleb Wroe, Earth science, D.C Heath and Company, 1953, 353 - 354

Lake,P., Physical Geography, Canbridge at the university press,1965, pp 11 - 19

Lepp Henry Dynamic Earth, An Introduthion to Earth Science, Mcgraw-Hill Book Company, 1973, pp 172 - 173

Monk house, F.J, Principle of Physical Geography, University of london Press Ltd,1964, p349

Richl, Herbert,Introduction to the Atmosphere, Kogakusha company Ltd,. 1965 pp 119 - 122

Strahler, Arthur N., Physical Geography,John-Wiley & son Inc, 1969 pp 157 - 159.

การจำแนกลักษณะภูมิอากาศ
(ต่อจากฉบับที่แล้ว)

กวี วรกวิน
ภาควิชาภูมิศาสตร์
มศว.ประสานมิตร

ฉบับที่แล้วได้กล่าวถึงการจำแนกอากาศของ วลาดิแมร์ คอปเปน (Wladimir Koeppen) ยึดถือองค์ประกอบด้านอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน โดยมีความสัมพันธ์กับการจำแนกพืชพันธุ์ธรรมชาติของ อัลโฟน เดอ แคนดอลเล (Alphonse de Canddolle) แม้ว่าวิธีการจำแนกของคอปเปนได้ถูกนำมากล่าวถึงกันอย่างกว้างขวางก็ตาม แต่มิใช่ว่าวิธีการของคอปเปนจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกที่สุด ทั้งนี้เพราะเป็นการยากมากที่จะจำแนกลักษณะภูมิอากาศให้ถูกต้องที่สุด โดยยึดถือองค์ประกอบอุตุนิยมวิทยาเพียงหนึ่งหรือสองอย่าง

จริงอยู่เมื่อวิธีการของคอปเปนยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด ก็แสดงว่ายังมีวิธีการของคนอื่นๆ อีกมากที่น่าสนใจ สำหรับที่นี้จะขอกล่าววิธีการจำแนกอากาศของ ซี วาเลน ทอร์ทเวท (C. Warren Thornthwaite) ซึ่งใช้วิธีการจำแนกเขตภูมิอากาศโดยยึดถือปัจจัยการระเหยของดินและพืชเป็นสำคัญ

ในระยะแรก ทอร์นทเวท ได้ยึดหลักการจำแนกภูมิกาศโดยถือปัจจัยที่เป็นดัชนีสำคัญ 2 ประการ คือ

1. Precipitation effectiveness
2. Temperature efficiency

ซึ่งจากหลักการดังกล่าวนี้เขาได้จำแนกเขตภูมิอากาศของโลกเป็น 32 ชนิด

ต่อมาในระยะหลังเขาได้เสนอวิธีการจำแนกเขตภูมิอากาศใหม่ โดยถือปัจจัยการระเหยจากดิน (Evaporation) และการคายน้ำจากพืช (Transpiration) ซึ่งปริมาณการระเหยทั้ง 2 รูปแบบนั้นรวมกันเรียกว่าศักย์การระเหยของดินและพืช (potential evapotranspiration) (P.E.) .

เขามีความคิดว่าศักย์การระเหยของดินและพืชเป็นปัจจัยสำคัญทางภูมิอากาศพอ ๆ กับปัจจัยทางปริมาณน้ำฟ้า (Precipitation) ที่ได้รับ เพราะศักย์การระเหยเป็นกระบวนการ

ไหลกลับของฝนไปสู่บรรยากาศ ซึ่งทำให้เกิดสมดุลย์ของน้ำ (Water balance)

หลักการสำคัญ

- เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำฟ้าที่ได้มากับความจำเป็นที่ต้องการใช้น้ำไปในการระเหย ทำให้ทราบสถานะของความชื้น ซึ่งสามารถกำหนดเป็นช่วงน้ำเหลือ (Surpluses) และช่วงน้ำขาด (Deficiencies) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะอากาศชื้น (wet) หรือ แห้ง(dry)ได้

- ศักย์การระเหยของดินและพืชเป็นฟังชั่น (Function) เริ่มแรกของพลังงานที่ได้มาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งตัวการที่แท้จริงคือประสิทธิภาพของอุณหภูมิ (Thermal efficiency)

- ลักษณะอากาศที่แท้จริงบนพื้นผิวโลก ก็คือสมดุลย์ระหว่างปริมาณที่ได้รับ (Incoming) และปริมาณที่สูญเสีย (Outgoing) ของความร้อนและความชื้นที่ผิวพื้นโลก

จากหลักการดังกล่าวข้างบน ทอร์นทเวทได้กำหนดวิธีการวัดหาดัชนีของศักย์การระเหยเป็น Complese empirical formular

$$P.E.T = cT^{a}$$

T = อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือน

c และ a = เป็นตัวคงที่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ

a หาได้จาก $(675 \times 10^{-9} I^{3}) - (771 \times 10^{-7} I^{2}) + (1792 \times 10^{-5} I)+0.9239$

I หาได้จาก $\sum_{i=1}^{12} i$

i หาได้จากตารางหาค่า i ที่คำนวณขึ้นโดยทอร์นทเวท ซึ่งคำนวณได้จาก

$$i = (\frac{T}{5})1.514$$

c เป็นค่าคงที่มีค่า = 16

$$T = \frac{10T}{I}$$

ดังนั้น $P.E.T. = 16(\frac{10T}{I})^{a}$

จากสูตรดังกล่าวข้างบนเป็นการพิจารณาองค์ประกอบด้านอุณหภูมิ ซึ่งต้องพิจารณาช่วงที่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ตามตำแหน่งละติจูดต่าง ๆ ด้วย อันเป็นการซับซ้อนแต่ในการจำแนกลักษณะภูมิอากาศ ทอร์นทเวทได้อาศัยข้อมูลด้านศักยภาพการระเหย (Potential evapotranspiration) (P E) และปริมาณน้ำฟ้าที่ได้รับ (Precipitation)(P) เป็นพื้นฐานใน

การกำหนดเกณฑ์การจำแนกเป็นเกณฑ์ (criteria for classification) 4 ประการคือ

1. - Moisture adequacy

2. - Thermal Efficiency

3. - Seasonal distribution of masture adequacy

4. - Summer concentration of thermal iffiency

เกณฑ์จำแนกทั้ง 4 ประการบอกค่าเป็นดัชนี (Index) ซึ่งพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

เมื่อ

PE = ศักย์การระเหยของดินและพืช

P = ปริมาณน้ำฝน

S = ปริมาณน้ำส่วนที่เหลือใน 1 เดือน ได้จาก (P - PE) มีค่า +

D = ปริมาณน้ำส่วนที่ขาดใน 1 เดือน ได้จาก (P - PE) มีค่า -

1. ดัชนีความชื้น (Moisture adequace)

หาได้จาก Moisture index (Im) จากสมการต่อไปนี้

$$Im = 100 \frac{(S - D)}{PE}$$

ถ้าสมมุติว่าความชื้นในดินคงที่สมการจะเป็น

$$Im = 100 \frac{P}{PE} - 1$$

ผลรวมของดัชนีความชื้น 12 เดือน เป็นดัชนีความชื้นตลอดปี

จากสูตรดังกล่าวสามารถกำหนดดัชนีเป็นลักษณะอากาศได้ 9 รูปแบบดังนี้

รหัส	ลักษณะอากาศ	ดัชนีความชื้นตลอดปี
A	Perhumid	-
B_4	Humid	80 - 100
B_3	Humid	60 - 80
B_2	Humid	20 - 40

รหัส	ลักษณะอากาศ	ดัชนีความชื้นตลอดปี
B_1	Humid	20 - 40
C_2	Moist subhumid	0 - 20
C_1	Dry subhumid	-33.3 - 0
D	Semiarid	-66.7 - -33.3
E	Arid	-100 - -66.7

2. <u>ดัชนีประสิทธิภาพของอุณหภูมิตลอดปี</u> (Thermal Efficiency)

ประสิทธิภาพของอุณหภูมิพิจารณาได้จากค่า PE ซึ่งมีหน่วยเป็นเซนติเมตร ค่าดัชนีตลอดปี ได้จากผลรวมของค่า PE ทั้ง 12 เดือน จากดัชนีอันนี้จำแนกชนิดอากาศเป็น 9 แบบคือ

รหัส	ลักษณะอากาศ	ดัชนี (ซ.ม)
A'	Megathermal	มากกว่า
B'_4	Mesothermal	99.7 - 114
B'_3	Mesothermal	85.5 - 99.7
B'_2	Mesothermal	71.2 - 85.5
B'_1	Mesothermal	57.0 - 71.2
C'_2	Microthermal	42.7 - 57.0
C'_1	Microthermal	28.5 - 42.7
D'	Tundra	14.2 - 28.5
E'	Frost	ต่ำกว่า 14.2

3. <u>ดัชนีการกระจายความชื้นตามฤดูกาล</u> (Seasonal distribution of Moisture adequaly)

การกระจายความชื้นตลอดทั้งปี พิจารณาได้จากปริมาณน้ำเหลือ (Surplus) และปริมาณน้ำขาด (Deficit) โดยพิจารณาดังนี้

ก. ในบริเวณอากาศชื้น ปริมาณน้ำที่ขาดในช่วงแห้งแล้งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของศักย์การระเหยตลอดปี (PE) ค่าที่ได้จะเป็นดัชนีความแห้ง (Aridity Index) ซึ่งกำหนดดังนี้

รหัส	ลักษณะอากาศ	ดัชนีความแห้ง (%)
r	ไม่ขาดหรือขาดน้ำเพียงเล็กน้อย	0 – 10
s	ขาดน้ำปานกลางในฤดูร้อน	10 – 20
w	ขาดน้ำปานกลางในฤดูหนาว	10 – 20
s_2	ขาดน้ำเป็นปริมาณมากในฤดูร้อน	มากกว่า 20
w_2	ขาดน้ำเป็นปริมาณมากในฤดูหนาว	มากกว่า 20

ข. ในบริเวณอากาศแห้ง (Dry climate)

ปริมาณน้ำที่เหลือในช่วงฝนชุก เมื่อนำมาคิดเป็นเปอร์เซนต์ของศักย์การระเหยตลอดปี (PE) ค่าที่ได้จะเป็นดัชนีความชื้น (Humidity Index) กำหนดเป็นระหัสและความหมายที่ใช้ดังนี้

ระหัส	ลักษณะอากาศ	ดัชนีความชื้น (%)
d	ไม่มีหรือมีน้ำเหลือเล็กน้อย	0 – 16.7
s	มีน้ำเหลือปานกลางในฤดูหนาว	16.7 – 33.3
w	มีน้ำเหลือปานกลางในฤดูร้อน	16.7 – 33.3
s_2	มีน้ำเหลือมากในฤดูหนาว	มากกว่า 33.3
w_2	มีน้ำเหลือมากในฤดูร้อน	มากกว่า 33.3

4. ดัชนีประสิทธภาพของอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน (Summer concentration of Thermal efficiency)

การระเหยในช่วงฤดูร้อนถือว่าเป็นปริมาณส่วนมากของการระเหยตลอดปี ดังนั้นการ

ระเหยในช่วงฤดูร้อน 3 เดือน เมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์ของศักย์การระเหยตลอดปี (PE) จะได้ค่าดัชนีประสิทธิภาพของอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน กำหนดเป็นระหัส ดังนี้

ระหัส	ลักษณะอากาศ	ดัชนี (%)
a	Megathermal	ต่ำกว่า
b	Mesothermal	48.0 - 51.9
b	Mesothermal	51.9 - 56.3
b	Mesothermal	56.3 - 61.6
b	Mesothermal	61.6 - 68.0
c	Microthermal	68.0 - 76.3
d	Tundra	88.0

จากดัชนีทั้ง 4 ประการเมื่อนำมาเขียนร่วมกันจะได้เป็นลักษณะอากาศที่มีคุณสมบัติต่างกันตามหลักการของทรอนเวท

เอกสารอ้างอิง

Critchfield Howord J. General Climatology,Prentice-Hall,Inc New Delhi, 1975, PP 148 - 152

Berry, F.A. Handbook of Meteorology, Megraw-Hill Inc, U.S.A 1945

ทวีชัย ชลายนนาวิน ร.น. <u>สมดุลย์ของน้ำในประเทศไทย</u> เอกสารบรรยายในการประชุมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 6 1 ก.พ.2520

William Lu Skokes Essentials of Earth History An Intraduction to Historical Geology, Printice-Hall,Inc, 1966, P 468.

บรรยากาศ

Atmosphere

มีชัย วรสายัณห์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชา
ภูมิศาสตร์

โลกมนุษย์ห่อหุ้มด้วยอากาศซึ่งมีโมเลกุล ซึ่งเป็นลักษณะของอะตอมรวมกัน เมื่อพิจารณาแล้ว โมเลกุลอาจจะเกิดจากอะตอมหลาย ๆ อันมารวมกัน ทำให้มีอะตอมมากกว่า 2 ชนิด เป็นผลทำให้เกิดแรงดูดขึ้น ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravitation) เนื่องจากทั้งอะตอมและโมเลกุลมีขนาดเล็กมาก จึงเป็นผลทำให้เกิดการกระจัดกระจาย อิทธิพลของแรงดึงดูดของโลกจะทำให้ทั้งอะตอมและโมเลกุลมาอยู่ในบริเวณใกล้โลกเป็นส่วนใหญ่ สุดขอบเขตของบรรยากาศไม่มีใครทราบว่าเป็นอย่างไร

ส่วนผสมของบรรยากาศ (Composition of Atmosphere)

มีแกสในลักษณะแตกต่างกันซึ่งอาจจะเป็นทั้งของแข็งของเหลว ซึ่งอาจจะไม่ใช่อากาศ แต่จะเป็นพวกฝุ่นละออง ขี้เถ้า ผง ละอองเกลือในทะเล ในการสำรวจ ณ ระดับน้ำทะเลบนผิวนั้นจะมีแกสต่าง ๆ ปะปนอยู่ ในจำนวนนั้นจะมีแกสไนโตรเจนและออกซิเจนเป็นปริมาณมากที่สุด แต่ที่เหลือก็จะมีแกสต่าง ๆ ซึ่งมีการรวมตัวกันเป็นสัดส่วนในแง่ของปริมาณ แต่ก็อาจจะเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อยจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง ในระดับน้ำทะเลขึ้นไปปริมาณของแกสจะน้อยลงบ้างประมาณ $\frac{1}{1000}$ ของ 1 % เท่านั้น จึงทำให้เราสามารถกล่าวได้ว่าสัดส่วนของแกสต่าง ๆ ที่มีอยู่จะคงที่ ในระดับความสูง 80 – 90 กิโลเมตร ก็ยังถือว่าคงที่อยู่ แต่เมื่อสูงมากกว่านี้ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

ส่วนประกอบของอากาศแห้ง ณ ระดับน้ำทะเล

ชื่อส่วนประกอบ	สูตรเคมี	เปอร์เซนต์โดยปริมาตร
Nitrogen	N_2	78.084
Oxygen	O_2	20.946
Argon	A	0.934
Carbon dioxide	Co_2	0.033
Neon	Ne	0.00182
Helium	He	0.00052
Others	-	0.00066

ไนโตรเจน มีอยู่เป็นจำนวนมากนั้นไม่ติดไฟ แต่ก็เป็นส่วนประกอบของสิ่งที่มีชีวิต สัดส่วนในการผสมนั้น ก็เป็นไปตามลักษณะการเคลื่อนที่ของอากาศ ส่วนออกซิเจนนั้นช่วยในการหายใจ และช่วยให้ไฟติด แต่ตัวมันเองไม่ติดไฟ นอกจากนั้นแล้วยังมีส่วนประกอบของอากาศชนิดอื่นที่อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ไอน้ำ (H_2O) กาซคาร์บอนออกไซด์ (Co_2) และอื่น ๆ

ไอน้ำในอากาศจะทำให้เกิด เมฆ หมอก หยาดน้ำฟ้า ในอากาศจะมีไอน้ำมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิของอากาศในบริเวณนั้น บริเวณแหล่งน้ำที่เป็นบริเวณซึ่งมีอัตราการระเหยของน้ำ เราอาจจะกล่าวได้ว่า ถ้าอุณหภูมิยิ่งสูงจะมีไอน้ำมาก อุณหภูมิต่ำจะมีไอน้ำน้อย ยิ่งสูงขึ้นไปปริมาณไอน้ำในอากาศจะยิ่งลดลงตามลำดับ ส่วนกาซคาร์บอนไดออกไซด์มักจะเกิดจากการเผาไหม้ของขบวนการ Carbonation ในการระเบิดของภูเขาไฟ ใช้ประโยชน์ในการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) นอกนั้นแล้วคาร์บอนไดออกไซด์ยังเป็นตัวการดูดความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ เป็นผลทำให้บรรยากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ในระยะความสูงประมาณ 80 – 90 กิโลเมตร อากาศยังมีสัดส่วนคงที่อยู่ซึ่งเรียกว่า Homogeneons atom แต่บางอย่างก็มีการเปลี่ยนแปลงได้ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนั้นก็ยังมีของแข็งซึ่งลอยอยู่ในอากาศ เช่น ฝุ่น ผงเกลือ ละอองเกสรต่าง ๆ จะทำหน้าที่เป็นแกนกลางให้ไอน้ำมาเกาะ เป็นผลทำให้มีเม็ดโตมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะกลายเป็นเมฆหรือทำให้เป็นฝนต่อไป พวกอนูที่เป็นแกนกลางนี้เราเรียกว่า Hygroscopic nuclei ซึ่งอาจจะใช้ทำฝนเทียม ของผสมที่ลอยอยู่ในอากาศเราเรียกว่า Aerosol

ในอุณหภูมิของอากาศเราสามารถอธิบายได้ 2 ชนิด ถ้าเป็นอากาศแห้งอุณหภูมิจะออกมาค่าหนึ่ง ถ้าเป็นอากาศชื้นก่อนเดียวกัน จะได้อุณหภูมิออกมาอีกค่าหนึ่ง เหตุที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเป็นอากาศชื้น เนื่องจากมีไอน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง อุณหภูมินั้นเราเรียกว่า Virtual temperature เพราะฉนั้นถ้าค่าของการเปลี่ยนแปลง Vitual Temperature จะน้อยหรือมาก จะขึ้นอยู่กับปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะมีไอน้ำเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้เกิดอัตราส่วนผสม (mixing Ratio) มักจะให้ค่าตัว W มีค่าเท่ากับน้ำหนักของไอน้ำเป็นกรัมต่อน้ำหนักของอากาศแห้งเป็นกิโลกรัม ถ้าอากาศแห้งผสมไอน้ำมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม จะมีไอน้ำอยู่ประมาณ W กรัมจากการทดลองค่า Virtual temperature (Tv) = Temperature + mixing ratio ($\frac{W}{6}$) หมายความว่าถ้าความชื้นเพิ่มขึ้น 6 กรัมต่ออากาศแห้ง 1 กิโลกรัม อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 1 จึงสรุปได้ว่า

ถ้าความชื้นเพิ่ม 6 กรัม/กิโลกรัม อุณหภูมิจะเพิ่ม 1° C

" 1 " " $\frac{1}{6}$ C

" W " " $\frac{W}{6}$ C

เขียนเป็นสูตรได้ง่าย ๆ $Tv = T + \frac{W}{6}$

ระดับเหนือ Homosphere ขึ้นไป ส่วนผสมของบรรยากาศจะมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากอิทธิพลของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์บางส่วน ทำให้โมเลกุลของก๊าซบางชนิดแตกตัวเป็นอะตอม ซึ่งอะตอมของธาตุบางชนิดจะมารวมตัวกันใหม่ เช่น การเกิดลักษณะของ O_2 แตกตัวเป็นอะตอมดังนี้

1. O_2 + แสงอาทิตย์ $\longrightarrow$ O + O แตกตัวก่อน

2. O + $O_2 \longrightarrow O_3$ รวมตัวกับ O_2 เป็นโอโซน

ส่วนไนโตรเจนหรือธาตุอื่น ๆ ก็อาจจะแตกตัวเป็นอะตอม แล้วมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น เรียกว่า

ก๊าซต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปนี้ จะมีผลทำให้มีสัดส่วนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ก็เป็นบรรยากาศชั้น Heterosphere จะทำให้ ionization atom กระจัดกระจายไปตามลักษณะการแพร่ (Deffusive separation) หมายความว่าจะทำให้มีน้ำหนักเบาขึ้นแล้วลอยตัวสูงขึ้นไป ส่วนที่มีน้ำหนักมากจะตกลงมาแล้วเกิดความสมดุลย์ ในการลอยตัวแล้วแยกออกเป็นชั้น ๆ ชั้นที่มีน้ำหนักมากอยู่ข้างล่าง ชั้นที่มีน้ำหนักน้อยอยู่ข้างบน เช่น ชั้นบรรยากาศของไฮโดรเจนและฮีเลียม จะเป็นชั้นซึ่งมีประจุไฟฟ้าเรียกว่า ionization-layer ใช้ในการสะท้อนคลื่นวิทยุ

การแบ่งชั้นของบรรยากาศ

ในสมัยก่อนการแบ่งชั้นของบรรยากาศใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์ที่สำคัญในการแบ่งชั้นของบรรยากาศ นักภูมิศาสตร์ทราบว่ายิ่งสูงขึ้นไปอุณหภูมิจะยิ่งต่ำลง เมื่อขึ้นไปถึงสุดชั้นของบรรยากาศที่อุณหภูมิลดลงไปถึงศูนย์สมบูรณ์ (Absolute zero) ที่ 0° A เมื่อเทียบกับอุณหภูมิในปัจจุบันแล้วมีค่า -273 c หรือ -459 F

ต่อมามีนักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ Leon Philippe Teisserenc de Borts ต้องการทราบความเป็นไปของบรรยากาศเบื้องบน จึงได้ทดลองโดยการสร้างว่าวและบอลลูนติดเครื่องมือขึ้นไปในระดับความสูงประมาณ 10 กม. มีบางลูกของบอลลูนที่อุณหภูมิไม่เย็นลงขณะที่เพิ่มความสูง ทำให้ผิดหลักเกณฑ์ที่เคยได้ศึกษามาก็ทำการทดลองใหม่แต่ทว่าอุณหภูมิก็มิได้ลดลงตามหลัก แต่ทว่าก็ไม่กล้า

ที่จะประกาศว่าเป็นเพราะเหตุใด หลังจากนั้นอีกหนึ่งเดือนก็มีนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ Dr.Richard Assman ได้ปล่อยลูกบอลลูนขึ้นไปทดลองเพียง 5 ลูก เขาก็ประกาศขึ้นว่าในระดับ 11 กม. จะเป็นบริเวณสูงสุดที่กล่าวว่ายิ่งสูงอุณหภูมิจะยิ่งลดต่ำลง

ต่อมา Teisserence ได้ตั้งชื่อบรรยากาศที่เขาเคยทดลองว่าเป็นบรรยากาศชั้น Troposphere ในปี ค.ศ.1908 ซึ่งเขานำมาจากภาษากรีกว่า tropein หมายความว่า turn over เป็นการพลิกกลับ หมายถึงว่าในบรรยากาศชั้นนี้จะมีอากาศลอยขึ้นและจมตัวลง ทำให้อุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงกับระดับความสูงลักษณะอากาศที่เคลื่อนขึ้นลงนี้ เราอาจจะเรียกว่าเป็นกระแสอากาศ (current) ถ้ากระแสอากาศเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งเป็นการลอยตัวเราเรียกว่า Convection เป็นผลทำให้เกิดเมฆฝน พายุ ฝนฟ้าคะนอง และทัศนวิสัยส่วนใหญ่จะไม่ดี แต่ถ้ากระแสอากาศจมตัวลง จะเรียกว่า Subsidence จะทำให้ท้องฟ้าแจ่มใสปราศจากเมฆ มีทัศนวิสัยดี ส่วนอากาศที่เคลื่อนที่ในแนวนอนเราเรียกว่า ลม (wind) ในบรรยากาศชั้นนี้อากาศจะแปรปรวน นอกจากจะมีฝน หิมะ ลูกเห็บแล้วยังมีพายุรุนแรง เช่น ไต้ฝุ่น Tornado ทำให้อากาศแตกต่างกันไป นักภูมิศาสตร์บางคนเรียกว่า weathersphere เครื่องบิน บอลลูน เรือเหาะ ส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในบรรยากาศชั้นนี้ ยกเว้นเครื่องบินที่มีความเร็วสูง เช่น U-2's และ เครื่องบิน jets แบบใหม่ ดาวเทียม และเครื่องบินแบบ new supersonic ของสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส และรุสเซีย จะบินสูงกว่านี้

บริเวณสูงสุดของบรรยากาศชั้น Troposphere เราเรียกว่า Tropause คำว่า หมายถึงหยุด ลักษณะของ Tropopause นั้นในบริเวณขั้วโลกจะอยู่สูง 6 กม. แต่บริเวณย่านศูนย์สูตรมีอากาศร้อน ทำให้บรรยากาศชั้นนี้ขยายตัวมากกว่าบริเวณขั้วโลกซึ่งมีอากาศเย็นถึง 3 เท่าด้วยกัน

เมื่อขึ้นไปสูงกว่า Tropopause เราเรียกว่า stratosphere ซึ่งเป็นคำที่มาจากภาษาลาตินว่า Stratum หมายถึงระยะแบนราบ (a flat layer) ในเขตนี้จะไม่มีการลอยตัวของมวลอากาศ บรรยากาศชั้นนี้จะอยู่สูงกว่าผิวโลกประมาณ 10 – 50 กิโลเมตร ซึ่งในชั้นบรรยากาศนี้เราสามารถแบ่งออกได้เป็น

1. Lower stratosphere ชั้นล่างซึ่งอยู่ในระยะ 10 – 30 กิโลเมตร
2. Upper stratosphere ชั้นบนซึ่งอยู่สูง 30 – 50 กิโลเมตร

ในการตรวจอากาศชั้นนี้จะใช้เครื่องมือตรวจอากาศชนิดพิเศษ ในระดับ Lower Stratosphere นี้ อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสูง ในลักษณะที่อุณหภูมิจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความสูง ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่ามีสาเหตุที่สำคัญคือ ในระยะความสูงประมาณ 25 กิโลเมตร จะเป็นเขตของ Ozone (O_3) ซึ่งเป็นการแตกตัวของ O_2 เพราะอิทธิพลของแสงอาทิตย์ดังที่กล่าวมาแล้ว จะเป็นผลทำให้อะตอมอิสสระของ O_2 ทำให้ O อิสสระได้มีโอกาสทำปฏิกริยากับ O_2 ในอากาศในชั้น Ozone บางครั้งซึ่งมีโอกาสน้อยมากที่โอโซนเป็นพิษกับร่างกาย ซึ่งอาจจะพบได้ในบางบริเวณเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเอง แต่ท่าบริเวณสูงเกิน 50 ก.ม. ก็จะมีโอกาสพบได้ ในบรรยากาศชั้นนี้ โอโซนจะดูดรังสี Ultraviolet จากดวงอาทิตย์เป็นผลทำให้บรรยากาศมีความร้อนเพิ่มมากขึ้น แสง Ultraviolet จะมีอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ ซึ่งประโยชน์ของมันก็อาจจะใช้ในการฆ่าเชื้อโรคได้

ผลดีของบรรยากาศชั้นโอโซนนี้ ได้ทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันมนุษย์และสิ่งที่มีชีวิตอื่น ๆ เมื่อมีโอโซนอยู่ในชั้น Lower stratosphere จึงเป็นผลทำให้อุณหภูมิในชั้นนี้สูงขึ้นไปจนถึงระดับ 50 กิโลเมตร อุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงระดับความสูงจนถึงชั้น Stratopause ซึ่งอยู่ในระดับ 50 กิโลเมตร เป็นที่น่าสังเกตว่าระดับความหนาแน่นของโอโซนจะอยู่ในระดับ 25 กิโลเมตรเท่านั้นที่เป็นเช่นนี้อาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจาก

1. รังสี Ultraviolet จากดวงอาทิตย์ถูกโมเลกุลของ Ozone ในระดับประมาณ 50 ก.ม. ดูดเอาไว้ก่อน แสง Ultraviolet ที่เหลือมีโอกาสน้อยมากที่จะลงมาถึงในระดับ 25 ก.ม

2. ในปริมาณความร้อนที่ได้มาเท่ากัน ซึ่งเกิดจาก Ozone ดูดแสง Ultraviolet เท่ากัน บริเวณที่มีความหนาแน่นของโอโซนน้อยจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นของโอโซนมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากอะตอมของ O ทำปฏิกริยาได้สะดวกกว่าเมื่อมีความหนาแน่นน้อย ทำให้มีอุณหภูมิสูง

สำหรับลักษณะอากาศโดยทั่วไปในชั้น Stratosphere นอกจากจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความสูงแล้ว ความชื้นก็มีน้อยมาก แต่ยอดเมฆของพายุฝนฟ้าคะนองก็อาจจะมีได้ในบริเวณนี้ ซึ่งเราเรียกเมฆชนิดนี้ว่า Hat tower ลมที่พัดส่วนมากแล้วจะเป็นแนวนอน ซึ่งเป็นลมกลด (Jet stream) มีความเร็วประมาณ 300 ก.ม./ช.ม. ค้นพบครั้งแรกโดยนักบินชาวสหรัฐอเมริกา ส่วนมากแล้วเครื่องบิน Jet สมัยใหม่จะบินในระดับ Lower stratosphere แทบทั้งสิ้น ในปัจจุบันมีเครื่องมือวัดอุณหภูมิและลมในระดับสูงตั้งแต่ Upper stratosphere

ในเดือนมกราคม ในปี 1952 มีนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ R. Scherhag ได้ศึกษาบริเวณ Lower stratosphere โดยปล่อยบอลลูนเหนือเมืองเบอร์ลิน เมื่อบอลลูนขึ้นไปสูง

ประมาณ 15 – 20 กิโลเมตรก็จะแตก เขาจึงได้สร้างบอลลูนชนิดพิเศษลอยขึ้นไปเกือบ 30 กิโลเมตร วันหนึ่งปลายเดือนมกราคมก็เกิดปรากฏการณ์ที่ทำให้เขาแปลกประหลาดใจ ในระดับ 25 – 30 กิโลเมตร อุณหภูมิจะสูงขึ้นประมาณ 40° จากวันก่อน เขาเรียกปรากฏการณ์เหล่านั้นว่า " explosionsartigen erwarmungen" หมายถึง explosive type warming ; ต่อมาก็ได้ส่งบอลลูนขึ้นไปในระดับปรกติถึง 30 กิโลเมตร ปรากฏว่าในช่วงฤดูหนาวจะทำให้เกิดลักษณะ explosive type warming ทุกครั้ง ส่วนในช่วงฤดูหนาวอุณหภูมิก็มิได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก แต่ทว่าก่อนที่อุณหภูมิจะสูงขึ้น ลมใน Lower stratosphere จะพัดแรงและมาทางด้านตะวันตก Westerely wind แต่ทว่าในฤดูร้อนลมจะพัดมาทางทิศตะวันออก(Easternely wind) ลมที่พัดในช่วงฤดูหนาวจะพัดแรงกว่าลมที่พัดในช่วงฤดูร้อน แต่เมื่อลมตะวันตกอ่อนกำลังลงแล้วก็จะทำให้เกิดปรากฏการณ์แบบ

explosive type warming

วิธีการสำรวจ Upper strataphere โดยการใช้จรวดนั้น เริ่มต้นระยะหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยที่อเมริกามีโอกาสที่ฝึกจรวด V_2 จากเยอรมันแล้วนำมาดัดแปลงเพื่อใช้สำรวจทางด้านบรรยากาศ แต่ทว่าก็ขึ้นสูงได้ไม่มากนัก ในปลายปี ค.ศ.1947 สหรัฐอเมริกาได้เริ่มสร้างจรวดเพื่อการสำรวจ Upper Atmosphere โดยเฉพาะใช้ชื่อว่า Aerobee สามารถขึ้นไปได้สูง 100 กิโลเมตร ในช่วงปี ค.ศ.1950 – 1959 สหรัฐอเมริกายังคงใช้ Aerobee และได้มีการพัฒนามาจนกระทั่งถึงในปัจจุบันนี้ ในปี ค.ศ.1949 สหรัฐอเมริกาได้สร้างจรวด Viking ซึ่งมีขนาดเพียง 2 เท่าของเครื่องบิน V_2 บรรทุกน้ำหนักได้ 500 ถึง 1000 ปอนด์ แล้วขึ้นไปได้สูงประมาณ 200 กิโลเมตร แต่ทว่าก็มีราคาแพงมาก

ในปี ค.ศ.1957 สหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรในอาวกาศ เป็นผลทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติม เช่น ในแง่ความหนาแน่นของบรรยากาศ ส่วนประกอบของประจุไฟฟ้าของบรรยากาศ ขบวนการเกิดประจุไฟฟ้า และลักษณะของลม แต่เสียค่าใช้จ่ายสูง แต่อยู่ในบรรยากาศเป็นระยะเวลานาน นอกจากนั้นแล้ว Teiressenc ยังศึกษาบรรยากาศโดยใช้ปรากฏการณ์ทางด้านธรรมชาติเข้าช่วย เช่น วิธีที่เรียกว่า Meteor-trails ทางอุกกาบาต เนื่องจากทราบมาว่า ทุก ๆ วินาทีจะมีเกล็ดดาวหรืออุกกาบาต ผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศในระดับสูงทำให้เกิดการเสียดสีเผาไหม้ เมื่อประมาณความสูงและความหนาแน่นของบรรยากาศได้ก็สามารถคำนวณอุณหภูมิของอากาศได้ นอกจากนั้นยังพบว่าบรรยากาศชั้นบนจะสะท้อนคลื่นวิทยุได้ อาจจะใช้วิธีการแบบ spectograph หรือเป็นลักษณะของ spectro-Scope เพื่อการหาความยาวของคลื่นแสงของกราฟที่เปล่งออกมาจากบรรยากาศเบื้องบน ทำให้เราทราบ

ว่าอากาศแต่ละชั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง

บรรยากาศชั้นเมโซสเฟียส์ (Mesosphere) อยู่สูงกว่าระดับ stratosphere อยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 50 – 80 กิโลเมตร ในบรรยากาศชั้นนี้คล้ายคลึงกับ Troposphere หมายความว่า อุณหภูมิจะลดลง เมื่อเพิ่มระดับความสูง อุณหภูมิจะลดลงเมื่อถึงช่วงระดับต่ำสุดของบรรยากาศ เฉลี่ยประมาณ –90° ในระดับความสูงจากพื้นดินประมาณ 80 ก.ม. ซึ่งเป็นชั้นบนสุดของชั้นนี้ ซึ่งเราเรียกว่า Mesopause ซึ่งบางครั้งในขณะสำรวจเคยวัดอุณหภูมิได้ต่ำถึง –130° ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับฤดูกาลที่ได้สำรวจ ในบรรยากาศชั้นนี้ใช้จรวดในการสำรวจ แล้วปล่อย Collingsphere ลงมา ซึ่งมีเครื่องมือตรวจอากาศหลายแบบ เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ เราเรียกว่า drop-sonde ซึ่งเป็นเครื่องมือในการบันทึกอุณหภูมิลงมาด้วย ส่วนเครื่องมือที่เรียกว่า Collingsphere ขณะที่ตกลงมาก็มีอัตราความเร็วในขณะที่ตก เราก็อาจจะรู้ความหนาแน่นของอากาศในแต่ละระดับ

ในบรรยากาศชั้น Mesosphere ขึ้นไปจะเป็นระดับที่มีอุกกาบาตตกลงมาเกือบตลอดเวลา ขณะที่ลูกอุกกาบาตตกลงมาก็จะเสียดสีกับชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ ทำให้เกิดเป็นทางเดินของ ion และ free electron ขึ้น เมื่อมีวิธีทางด้านการปล่อยเรดาร์ซึ่งมีความถี่ประมาณ 30 magacycle เพื่อให้เรดาร์ได้มีโอกาสจับทิศทางของการเคลื่อนที่ของกลุ่มไอออน (ion) ได้ ก็อาจจะทำให้ทราบถึงค่าความเร็วและทิศทางของลมจากจอเรดาร์ในบรรยากาศชั้นนี้ได้

นอกจากนั้นแล้วยังมีอีกวิธีหนึ่งเรียกว่า Sodium trail method เป็นที่ทราบกันแล้วว่า ในช่วงเวลาเย็นก่อนที่ดวงอาทิตย์จะตกลับขอบฟ้าไป ถ้าเราส่งจรวดขึ้นไปในระดับสูงที่ต้องการวัดความเร็วของลมและทิศทางของลมแล้ว แล้วให้จรวดปล่อยแกสโซเดียมในระดับบรรยากาศ Mesosphere แล้วให้ตั้งกล้องถ่ายภาพสีของโซเดียมบนพื้นดิน ในการถ่ายภาพต้องถ่ายภาพทุก ๆ วินาที แล้วนำเอาภาพมาเรียงกัน แล้วอาจจะนำมาคำนวณหาความเร็วและทิศทางของลมได้ แต่การกระทำจะต้องทำในตอนเย็นหรือตอนเช้ามืดก็ได้ เพื่อจะให้แสงสีเหลืองของโซเดียมเป็นอย่างไร แต่ถ้าปล่อยตอนกลางวันก็จะไม่ได้ผลดีเพราะจะมองไม่เห็นแสงสีเหลืองจากโซเดียม

ในการตรวจอุณหภูมิของบรรยากาศในชั้นนี้ จะพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามฤดูกาล เขตละติจูดสูง ๆ จะพบว่าอุณหภูมิมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูร้อน ส่วนในช่วงฤดูหนาวมีอุณหภูมิของบรรยากาศสูง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ยังไม่มีผู้ใดที่จะอธิบายได้

ความสูงของ Mesopause จะอยู่ในระดับที่ค่อนข้างจะคงที่มากกว่า Tropopause และ Stratopause ในชั้นนี้อาจจะวัดอุณหภูมิได้โดยวิธีการส่งจรวดขึ้นไป อุณหภูมิจะลดต่ำเมื่อเพิ่มความสูง

อาจจะเนื่องมาจากในชั้นนี้มีโอโซนน้อย นอกจากนั้นแล้วชั้นนี้จะมี ion เกิดขึ้น นับว่าเป็นชั้นของประจุไฟฟ้าที่เราเรียกว่าเป็น ionosphere เริ่มตั้งแต่ชั้น mesosphere ไปจนถึงสุดบรรยากาศ ซึ่งจะมีประจุ ion และ free electron อยู่โดยทั่วไป

ในชั้น ionosphere นี้สูงจากพื้นดินประมาณ 70 กิโลเมตร จึงปกคลุมบรรยากาศของชั้น mesosphere และชั้น Thermoshere ระดับสูงสุดของ ionosphere จะขึ้นไปสูงประมาณ 500 กิโลเมตร จากพื้นโลก ในแง่ของประจุ ion นั้นเป็นอะตอมหรือโมเลกุลที่สูญเสียอีเลคตรอนไป ทำให้มีจำนวนโปรตอนมากกว่าอีเลคตรอน ซึ่งเป็นขบวนการที่เรียกว่า ionization ซึ่งเป็นขบวนการสูญเสียอีเลคตรอน

ในช่วงตอนล่างของ Atmosphere มีทั้ง ion และ free electron น้อยกว่าในชั้นที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่มีข้อสังเกตว่าพายุฝนฟ้าคะนองจะมี ion เป็นปริมาณมากพอสมควร เวลาเกิดพายุฝนฟ้าคะนองก็จะทำให้มันกระโดดเข้าหากันได้เป็นลักษณะของฟ้าแลบ (lighting) แต่ในชั้น ionosphere นั้นมีจำนวน ion และ free electron มากกว่ามาก นอกจากนั้นยังมีอะตอมและโมเลกุลที่เป็นกลางผสมอยู่ด้วย ซึ่งไม่มีประจุไฟฟ้าผสมอยู่เลย ในการเกิด ionization นั้นการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) เป็นช่วงคลื่นสั้นมาก เป็นอนุภาคที่มีพลังงานสูง ที่จริงแล้วเป็นพวก Photon ซึ่งเป็นลักษณะของแกนกลางของอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งเป็นการแผ่รังสีโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromaguetic radiation) ซึ่งดวงอาทิตย์เป็นเปลวไฟประกอบด้วยไฮโดรเจนและฮีเลียม ซึ่งมีขนาด 2×10^{33} กรัม (ประมาณ 4×10^{30} ปอนด์) เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.4×10^{6} กิโลเมตร โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 1.5×10^{8} กิโลเมตร (ประมาณ 93 ล้านไมล์) มีขนาดใหญ่กว่าโลก 333,400 เท่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าโลกประมาณ 100 เท่า เมื่อเรามองจากโลกดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเองที่ศูนย์สูตรใช้เวลา 26 วัน ที่ขั้วของดวงอาทิตย์เพิ่มเป็น 34 วัน เหตุที่แตกต่างกันเพราะว่าดวงอาทิตย์ไม่เป็นของแข็ง

พลังงานของแสงอาทิตย์ที่เป็นการแผ่รังสีแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นดังนี้

ความยาวคลื่น	ชื่อ	รายละเอียด
1. น้อยกว่า 100 A	X-ray	คลื่นสั้น X-ray เรียก hard X-ray และคลื่นยาว X-ray เรียก Soft X-ray
2. 100 A - 4000A	Ultraviolet	ความยาวของคลื่นจาก 100 - 1000 บางครั้งเรียกว่า "extreme ultraviolet" หรือ EUV ความยาวคลื่นระหว่าง 3000 - 4000A บางทีเรียก " near ultraviolet"
3. 4000A-7000A	Visible	เป็นสีที่ตามองเห็นจะมีระยะจาก violet คลื่นสั้นไปจนถึง red คลื่นยาว จบที่เรามองเห็น
4. 7000A-10,000,000A (0.7u-1000µ)	Infrared	คลื่นสั้นเริ่มจนถึง 3u บางครั้งเรียกว่า near infrared คลื่นที่ยาวกว่า 20 µ ขึ้นไปเรียกว่า far infrared
5. 1000µ-1,000,000µ (0.1 cm - 100 cm)	Microwave	รวมทั้งเรดาร์ปรกติที่ 1 ซม - 10 ซม.
6. มากกว่า 100 cm	Radio	คลื่นส่งมาตรฐาน ประมาณความกว้าง 200 - 600 เมตร

ความยาวคลื่น มีความแตกต่างกัน 1 Angstorm (สัญญลักษณ์ A) คือ 10^{-8} ซม

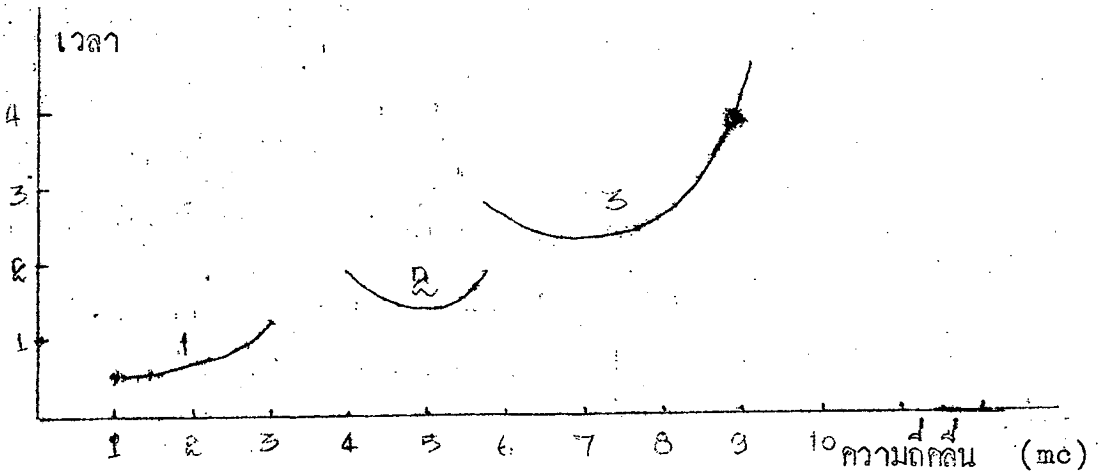
1 micron (สัญญลักษณ์ µ)คือ 10^{-4} ซม

เชื่อกันว่ารังสี Ultraviolet ที่มาจากดวงอาทิตย์จะชนอะตอมของไนโตรเจนและออกซิเจนทำให้อีกเลคตรอนหลุดออกมา ก็จะได้ ion ของออกซิเจน และ Nitric oxide (No) รวมทั้งธาตุเบาอย่างอื่น ซึ่ง ion จะเรียงเป็นชั้นตามน้ำหนักของธาตุหรือสารประกอบ ทำให้มีคนคิดว่าน่าจะมี ionosphere จึงเป็นสาเหตุที่สำคัญจูงใจให้มีการค้นคว้าในเรื่อง Upper atmosphere และ ionosphere นี้เองเป็นสาเหตุทำให้การรับส่งของวิทยุไปได้ไกลถึง 50 ไมล์ เมื่อเราใช้เครื่องรับวิทยุคลื่นสั้นอาจจะรับสัญญานได้ในระยะครึ่งโลก ผู้ที่ค้นพบบรรยากาศในชั้นนี้คือ Belfour Stewart นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เราเริ่มคิดว่าบรรยากาศชั้น ionosphere

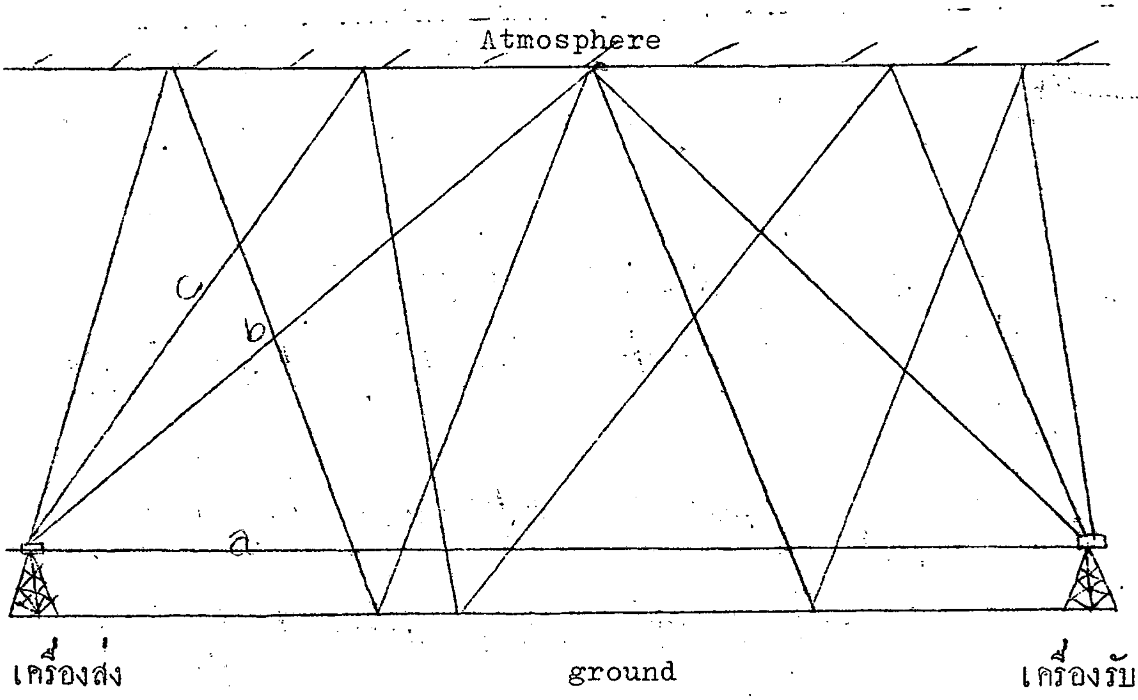
นั้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กในโลก ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าวิ่งอยู่ในชั้นบรรยากาศเบื้องบน ในสมัยก่อน Marconi นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลีได้ค้นคิดวิทยุ แต่ทว่ารับส่งได้ไม่ไกลนัก โดยเขาสังเกตว่าสัญญาณวิทยุจะไปพร้อมกับ Electromagnetic spectrum ในส่วนที่เป็นคลื่นช่วงยาว บางครั้งเขาคิดว่าคลื่นวิทยุถูกรบกวนจากการบังของอาคารหรือภูเขา และยังอาจจะเกี่ยวกับส่วนโค้งของโลก ในปี ค.ศ. 1901 Marconi ประสพผลสำเร็จในการส่งวิทยุทางไกลจากเมือง Conwall ในประเทศอังกฤษ ไปยังบริเวณ Newfowndland ในแคนาดา ซึ่งคิดเป็นระยะทางประมาณ 2000 ไมล์

ในปี ค.ศ. 1902 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ Kenelly และนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ Heaviside ได้ร่วมตั้งทฤษฎีเป็นข้อมูงเบื้องต้นว่า บรรยากาศจะต้องมีตัวทำไฟฟ้า ที่คลื่นวิทยุไม่สามารถผ่านทะลุไปได้ แต่ความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้นก็ยังช้ามาก

ต่อมาในปี 1926 นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกา ชื่อ Breit และ Tuve ได้สร้างเครื่องมือเป็นรากฐานของการสำรวจ ionosphere ขึ้นก่อนที่จะมีการใช้จรวดหรือดาวเทียมที่เรียกว่า ionosonde ต่อมาในปี 1932 ได้มีการสำรวจบรรยากาศชั้นบนโดยใช้เครื่อง Radio sounding method ในบรรยากาศชั้น ionosphere ในการทดลองนี้เขาสมมติว่าบรรยากาศชั้น ionosphere สะท้อนคลื่นวิทยุกลับ โดยเขาจะส่งวิทยุด้วยสัญญาณขึ้นไปในบรรยากาศในระยะเวลาอันสั้นเป็นช่วงของวินาที โดยมีเครื่องส่งและเครื่องรับอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน ผลปรากฏว่าจับสัญญาณได้หลายครั้งที่ส่งสัญญาณไปเพียงครั้งเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากสัญญาณครั้งแรกได้แก่คลื่นในแนวนอน gruond wave ครั้งที่สองได้แก่สัญญาณการสะท้อน 1 ครั้งกับ ionosphere และครั้งต่อไปก็เป็นการสะท้อนหลายครั้ง การสะท้อนเหล่านี้เราเรียกว่า sky wave แต่ถ้าปล่อยสัญญาณให้มีความถี่สูงขึ้น จะปรากฏว่า ใช้เวลาให้คลื่นเดินทางมายังเครื่องรับมากขึ้น และถ้าใช้ความถี่สูงมากกว่า 10 – 15 Megacycle (Mc)(1 uc = 10^6 cycle/ จะรับสัญญาณไม่ได้เลย คือมันจะทะลุขึ้นผ่านชั้น ionosphere ออกไป วิธีที่จะให้สะท้อนกลับมายังโลก ก็ใช้ตัวสะท้อนส่งขึ้นไปในบรรยากาศ ได้แก่ ดาวเทียมโทรคมนาคม เมื่อเอาความถี่ที่ปล่อยไปมาเขียนเพื่อสัมพันธ์กับเวลา เรียกว่า Ionogram



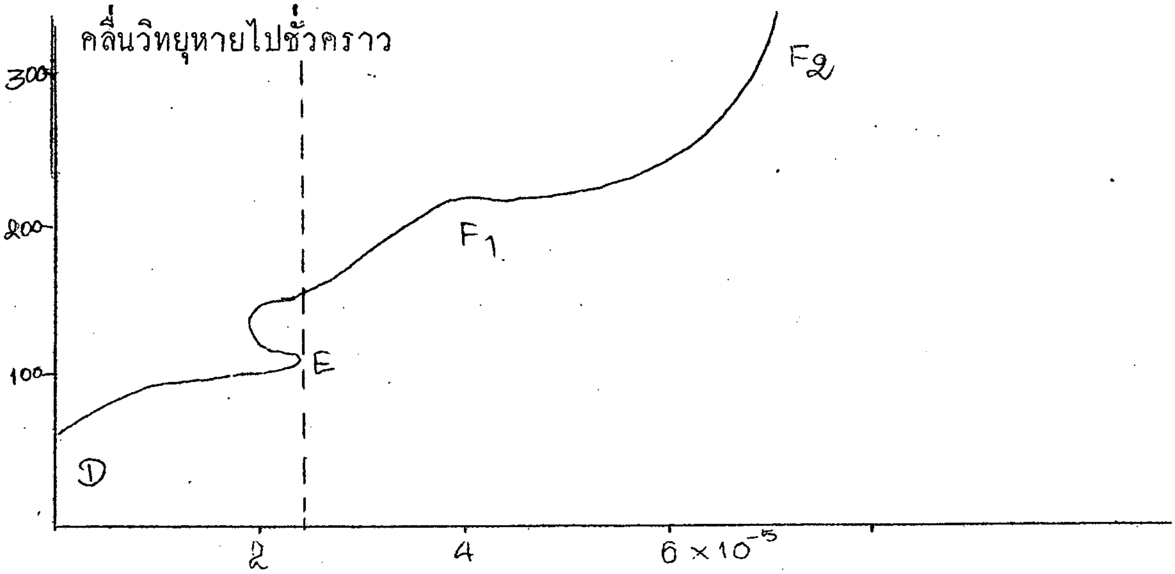
Fonogram (milliseconds = $\frac{1}{1000}$ วินาที)



ไดอะแกรมแสดงการหดลอง ซึ่งจะได้รับสัญญาน 4 ครั้ง a สัญญานตรง b สัญญานที่สะท้อนบรรยากาศ ionosphere 1 ครั้ง c 2 ครั้ง d 3 ครั้ง ตามลำดับ

จาก Ionogram จะเห็นว่ามีรูปกราฟปรากฏขึ้น 3 เส้น ตามสัญญานที่สะท้อนกลับลงมา ซึ่งสัมพันธ์กับความถี่ซึ่งส่งขึ้นไป ลักษณะเส้นกราฟแสดงคุณสมบัติของบรรยากาศชั้น Ionosphere ควรจะแบ่งออกเป็น 3 เขตด้วยกันตามลักษณะของ ionogram ซึ่งผู้ที่ค้นพบได้แก่ Sir Edward Appleton ซึ่งเขาได้กล่าวโดยสรุปว่า ชั้นว่างสุดของ Ionosphere ที่ทำให้เกิด

ionogram นั้น เป็นชั้นซึ่งสะท้อนคลื่นที่ปล่อยออกมาด้วยความถี่ประมาณ 1 - 3 Megacycle ซึ่งได้ตั้งชื่อว่า D layer หรือ D Region ความสูงของเขตหรือบริเวณนี้มีความสูงต่ำกว่า 90 กม. โดยเฉลี่ยจากพื้นดิน ในชั้นนี้จะมีการสะท้อนของคลื่นวิทยุซึ่งมีความถี่ต่ำค่อนข้างอ่อน เป็นเขตที่มีความหนาแน่นของอีเลคตรอนน้อยมาก ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Absorbtion เป็นผลทำให้ในเวลากลางวันมีอีเลคตรอนมากกว่าในเวลากลางคืน ซึ่งดูเหมือนกับในเขตนี้ในเวลากลางคืนจะสูง ในเวลากลางวันจะต่ำกว่า เพราะมีปัญหาในการผลิตอีเลค-ตรอนเข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นผลทำให้การสะท้อนของคลื่นวิทยุในเวลากลางวันจึงไปได้ไม่ไกล ส่วนในเวลากลางคืนจะสะท้อนไปได้ไกลกว่า เป็นผลทำให้ในเวลากลางคืนจะรับวิทยุได้ชัดเจนกว่าในเวลากลางวัน ในชั้นนี้การผลิตอีเลคตรอนก็จะเป็นไปอย่างช้า ๆ แต่ว่าเมื่อเวลาเกิด Solar flare ซึ่งเป็นการที่แสงอาทิตย์ปล่อย Photon ออกมาในทันทีทันใด ทำให้มีอีเลคตรอนเพิ่มขึ้นในบรรยากาศอย่างรวดเร็ว ชั้นขอบ D layer จะหนา ซึ่งเป็นผลทำให้คลื่นวิทยุหายไปชั่วคราว



ความหนาแน่นของอีเลคตรอน (จำนวนต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ซึ่งชั้นสูงขึ้นไปก็เป็นชั้น E มีความสูงประมาณ 120 กิโลเมตรจากพื้นดิน ซึ่งมีความถี่สัญญานในช่วงคลื่น 36 megacycle สูงขึ้นไปอีกก็เป็นชั้น F ซึ่งในชั้น F นี้แบ่งออกเป็น 2 ชั้นย่อยด้วยกัน คือ ชั้น F_1 และ F_2 ในชั้น F_1 มีความสูงประมาณ 150 - 200 กิโลเมตร ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับชั้น D จะสูงในเวลากลางคืน ในการศึกษาความหนาแน่นของชั้นนี้ คือ D และ F_1 จะใช้จรวดเพื่อการทดลอง

สำหรับในชั้น F_2 นั้น จะเป็นชั้นซึ่งมีความสูงระหว่าง 250 – 300 กม. เขตนี้เป็นเขตที่มีความหนาแน่นของอีเลคตรอนสูง คลื่นจะมีความถี่มากกว่า 10 – 15 Megacycle ซึ่งเป็นเขตที่ไม่มีการสะท้อนกลับ เช่น คลื่นของเรดาร์ และทีวีซึ่งในปัจจุบันเราจะใช้ดาวเทียมเพื่อช่วยในการสื่อสารทางไกล เช่น การถ่ายทอดทีวีข้ามทวีป เป็นต้น

บรรยากาศชั้น Thermosphere เป็นบรรยากาศที่อยู่สูงจาก Mesopause ขึ้นไป เริ่มตั้งแต่ 70 กิโลเมตร ไปจนถึงริมสุดของอวกาศ สูงจากพื้นดินประมาณ 70 – 400 กิโลเมตร หรือมากกว่าเป็นเขตที่มีอุณหภูมิสูง คำว่า Therma = ความร้อน ในเขตนี้มีความหนาแน่นของบรรยากาศต่ำมาก ซึ่งอาจจะวัดความหนาแน่นโดยตรงได้จากดาวเทียม เป็นการพิจารณาของดาวเทียมว่าขณะที่โคจรผ่านชั้นบรรยากาศนั้นมีสภาพการณ์ของอากาศมาต้านทานมากน้อยเพียงใด แล้วนำไปคำนวณหาความหนาแน่นของอากาศได้ ในแง่ของอุณหภูมิ ถ้าพบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในระดับสูงกว่า Mesopause ขึ้นไป แล้วจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อย่างคงที่ วัดอุณหภูมิระดับ 500 กิโลเมตร มีอุณหภูมิประมาณ 1000 ํ ซ หรือมากกว่านั้น ในระดับนี้เราอาจจะเรียกว่า Thermopause ในแง่ของอุณหภูมิที่คงที่นั้นมันขึ้นอยู่กับ ความร้อนในชั้นนี้จะดูดแสง Ultraviolet จากดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นที่ต่ำ แกสที่อยู่ใน Ultraviolet ในชั้นนี้ได้แก่ ออกซิเจน และไนโตรเจน สิ่งที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่ง คือ ในระดับประมาณ 300 กม. อุณหภูมิของกลางวันและกลางคืนจะแตกต่างกันมาก ลมที่ปรากฏอยู่ในชั้นนี้ไม่แน่นอน แต่ก็มีวิธีการมาเหมือนกับบริเวณของ upper Atmosphere นั้นเอง แต่การเปลี่ยนแปลงลมจะมีมากน้อยแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับสภาพของ Atmosphuric tide ซึ่งเป็นระดับความกดของบรรยากาศเกี่ยวข้องกับระดับน้ำ ว่าการขึ้นลงของความกดอากาศในแต่ละวันอาจจะแตกต่างกัน

บรรยากาศชั้นนอกสุดเราเรียกว่า Exosphere ผู้ค้นพบเป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ Dr.Lyman Spitzer ในปี ค.ศ. 1949 โดยนำชื่อมาจากภาษากรีกว่า Exo = outside เข้าใจว่าเป็นบรรยากาศชั้นนอกสุด บรรยากาศชั้นนี้พวกอะตอมและโมเลกุลที่เป็นกลางของแกสมักจะมีคุณสมบัติเบา เช่น ไฮโดรเจนและฮีเลียม เป็นผลทำให้อะตอมและโมเลกุลเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว เป็นชั้นที่มีอุณหภูมิสูงมาก เพราะได้รับพลังงานความร้อนของดวงอาทิตย์มากตลอดเวลา เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากเท่าไร ทำให้แกสต่าง ๆ เคลื่อนที่เร็วเท่านั้น ในเขตนี้อากาศจะเบาบางมาก ทำให้อะตอมหรือโมเลกุลมีโอกาสที่จะชนกันน้อยมาก ส่วนอากาศซึ่งมี

ประจุไฟฟ้าปานกลางจะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงในระหว่างชั้นของบรรยากาศ Thermosphere และ Exosphere เมื่อขึ้นมาชั้นบนจะได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างเต็มที่ เป็นผลทำให้มีความเร็วสูง ทำให้เคลื่อนที่หนีแรงศูนย์กลางของการดึงดูดของโลกออกไปยังอวกาศ มีผู้คำนวณว่าในระดับฐานของ Exosphere จะอยู่สูงประมาณ 800 – 1200 กิโลเมตร ส่วนสูงสุดของ Exosphereแค่ไหนนั้นไม่มีใครสามารถที่จะกำหนดได้ ประจุของแกสจะเป็นประจุกลาง บางครั้งจะหลุดไปจากการดึงดูดของโลกสู่อวกาศที่เราเรียกว่า Atmospheric escape ทำให้มีปริมาณของก๊าซมีจำนวนน้อยลง ในบรรยากาศชั้น Exosphere นั้น มีการชนกันของอะตอมน้อยมาก เป็นผลทำให้มีอุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นในชั้นนี้จะมีแต่อะตอมของออกซิเจนและเมื่อสูงขึ้นไปเข้าใจว่าจะเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและฮีเลี่ยมก็เป็นไปได้ แล้วเคลื่อนตัวไปสู่อวกาศอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดแกสที่หนีไปจากแรงดึงดูดของโลก ที่เรียกว่า Atmospheric esoope ลักษณะแบบนี้จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ มวลของโลกว่าเป็นลักษณะใดส่งแรงดึงดูดมากน้อยแค่ไหนอย่างไร แต่ถ้าเป็นดาวพระเคราะห์ดวงใหญ่มีแรงดึงดูดมาก โอกาสที่จะเกิดแบบนี้ก็น้อย ถ้าในบรรยากาศชั้น Exosphere มีมากน้อยแค่ไหน ถ้ามีความร้อนมากทำให้อะตอมของกาซหนีเร็วมากขึ้น จึงทำให้เกิดการศูนย์เสียกาซมาก ในโลกเราฮีเลียมเป็นแกสเบา ก็อาจจะหนีหลุดออกไปจากบรรยากาศอย่างช้า ๆ

1. Barry R.G. Atmosphere Weather and Climate Butler & Tanner Ltd
1968 PP 319

2. Craig Richard A. The edge of space Anchor Books Doubleday & Company, Inc. 1968 PP 150

3. Lake Phillip Physical geography University Printing house, Cambriclge
1921 PP 483

4. Strahler Arthur N. Physical geagraphy John Wiley & son Inc. 1969 PP. 733

5. ศิริบูลย์ เล็กผลิตผล นักวิชาการกรมอุตุนิยมวิทยา "บรรยายให้พนักงานอุตุนิยมวิทยาฟัง"
ในวันที่ 23 กันยายน 2520

สมาชิกวารสารภูมิศาสตร์ (ต่อ)

49. ภาควิชาภูมิศาสตร์ วศ.มหาสารคาม
ภาควิชาภูมิศาสตร์ วศ.มหาสารคาม

50. นาง จารุวรรณ หงษ์วิจิตร
วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา

51. น.ส. ฌมรรัตน์ ถนอมสิน
ร.ร.ท่าใหม่ "พูลสวัสดิ์ราษฎร์นุกูล"
อ.ท่าใหม่ จันทบุรี

52. น.ส. ยุพดี จิระวัฒนกิจ
37 ถนนเทศา อ.เมือง จ.นครปฐม

53. นาง ราศรี เรืองประยูร
วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก

54. นาย สมพล รุ่งเรืองวงศ์
โรงงานท่าเรือซิเมนต์บล็อก อ.ท่าเรือ จ.อยุธยา

55. นาย ครองชัย หัตถา
130/8 หอพักชายสามัคคี สุขุมวิท 23
พระโขนง กทม.

56. น.ส.เอื้อมพร จารุเมธิน
223/1 หอพักคุณสำราญ สุขุมวิท 31 พระโขนง
กทม.

57. นาง วนิดา ขำเปรม
วิทยาลัยครูสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ

58. น.ส.จิราภรณ์ เอี่ยมบุตรลบ
ร.ร.วัดหอมเกร็ดฯ อ.สามพราน นครปฐม

59. น.ส. เบญจพร ฤาชัย
หอพักหญิงเทาแดง สุขุมวิท 31 ก.ท.11

60. น.ส.พรทิพย์ จันทรประภาพ
หน่วยวิจัยธุรกิจและสถาบันวิทยาลัยการค้า
สามเสนใน

61. บรรณารักษ์ ห้องสมุด วศ.เทพสตรี
จังหวัดลพบุรี

62. นาง วรรณา พรหมพาหกุล
ว.ค.สุราษฎร์ธานี อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี

63. นาย มานิตย์ จันวัน
ร.ร.เชียงของวิทยาคม อ.เชียงของ
จ.เชียงราย

64. นาย สุวิทย์ กังสดาล
61/44 สุภาพงษ์ 6 บางเขน กท.9

65. นาง นิภา ภูเขาทอง
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ถนนอิสรภาพ กท 6

66. นาย วิลาศ นวลหวี
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ถ.อิสรภาพ
กทม 6

67. นาย สุภาพ เคียนทอง
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ถ.อิสรภาพ กท.6

68. ห้องสมุด ร.ร.มัธยมสาธิต ประสานมิตร
โรงเรียนมัธยมสาธิต ประสานมิตร

๖๙. นาย อิน หนูจุล
วิทยาลัยครูยะลา อ.เมือง จ.ยะลา

70. น.ส.สุพรรณี ชนกชนีวงศ์
โรงเรียนวัดไผ่เงินโชตนาราม ต.บางโคล่ ยานนาวา กทม.

71. นาย ชัยชาญ พึ่งคำ
2019/68 แฟลต ๑๖ ห้วยขวาง กรุงเทพฯ

72. นาย สุดจิตต์ หนุนภักดี
ภาควิชาภูมิศาสตร์ ว.ค.พระนคร บางเขน กท.๙

73. นาย อำภรณ์ หลีสาภิราช
17 แม้นเขียน ซอย 3 คลองตัน พระโขนง กท.11

74. น.ส.รัตนา ถึงฝั่ง
63 ม.3 ต.บางแก้ว อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ

75. นาย วิทยา แสงทอง
211/25 ต.ท่าพระ ถ.จรัลสนิทวงศ์ กทม.6

76. ศุภชัย จตุรพรสวัสดิ์
มศว. ประสานมิตร

77. นาย ณรงค์ สนใจยุทธ
แผนกมวน โรงงานยาสูบ 4 ถ.พระราม 4 กทม.

78. นาง รัตนา รุจิรกุล
วิทยาลัยครูนครราชสีมา ถ.สุรนารายณ์ อ.เมือง นครราชสีมา

79. นาย ไพบูลย์ เกตุแก้ว
หอพักชายสายเจริญ

80. นายไพศาล เอี่ยมกระสินธุ์
417 ถ.บำรุงเมือง อ.ป้อมปราบ กทม.

81. นาย ศุภชัย มีหนองหว้า
ปี 3

82. นาย เสนีย์ เชยชุ่ม
169 ซอย 4 ถ.เสรี 6 หมู่บ้านเสรี กทม.

83. น.ส.อังคณา อรรถวานิช
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

84. น.ส.เจริญศรี ดอกเทียน
15 ซอยสุขจิต ถ.พหลโยธิน พญาไท กทม.

85. น.ส.นันทกา ธรรมาไชย
4๙๙/3 ถ.พรานนก บางกอกน้อย กทม.

86. น.ส.จันทนา สธูป
13๙ หมู่ ๑ ต.บางปะกอก ราษฎร์บูรณะ กทม.

87. น.ส.ปราณีต เกิดจนา
ร.ร.วัดบำรุงชื่น ลาดกระบัง กทม.

88. นาย อรรถพร จีรวงศ์
275/55 ซอยศรีย่าน 3 นครไชยศรี กทม.

8๙. น.ส.จินตนา กฤตรัชตนันท์
511/64 ซอย 37 ถ.จรัลสนิทวงศ์ บางกอกน้อย กทม.

๙0. น.ส.ปราณี วัฒนายุทธ
524 ตรอกต้นโพธิ์ ต.บางคอแหลม ยานนาวา กท.12

91. น.ส.จรินทร์ พุ่มพวง
ร.ร.วัดท่าตอ อ.มหาราช จ.อยุธยา

92. นาย สันทัด ฤทธิ์มนตรี
113 พิพัฒมงคล อ.เมือง จ.เลย

93. นาย ไพโรจน์ ชลารักษ์
หอสมุด ว.ค.สกลนคร อ.เมือง
จ.สกลนคร

94. น.ส.จวงจันทร์ พาละหาญ
ห้องสมุดวิทยาลัยพระนครศรีอยุธยา จ.อยุธยา

95. นาย สถิตย์ กองคำ
391 ซอยพินัย ถ.มิตรภาพ อ.ปากช่อง
นครราชสีมา

96. นาง รัชนี โพธิ์อ่อน
บรรณารักษ์หอสมุด ว.ค.อุดร จ.อุดร.

97. นาง สมพร ประกอบชาติ
ภาควิชาภูมิศาสตร์ ว.ค.เพชรบุรี
จ.เพชรบุรี

98. นายวิรัช สิทธิบุตร
วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา พระนครศรีอยุธยา

99. น.ส.ลัดดา เหมทานนท์
บรรณารักษ์หอสมุดวิทยาลัยครูสงขลา
สงขลา

100. น.ส.ดารณี ดิษพงศ์
ร.ร.เสนา "เสนาประสิทธิ์" อ.เสนา
จ.อยุธยา