



ศูนย์ภูมิอากาศแห่งชาติ
กรมอุตุนิยมวิทยา

ปัจจัยที่กำหนดภูมิอากาศโลก

ระบบภูมิอากาศเป็นระบบที่มีความซับซ้อน อันประกอบด้วย ชั้นบรรยากาศ พื้นผิวโลก หรือสิ่งปกคลุมดิน หิมะและน้ำแข็ง มหาสมุทร และขนาดต่าง ๆ กันของแผ่นน้ำ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ องค์ประกอบของชั้นบรรยากาศแสดงถึงลักษณะภูมิอากาศ ที่ใช้จำกัดความได้ว่าเป็นลักษณะอากาศเฉลี่ย (average weather) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย (mean) ที่มีความผันแปร (variability) ของอุณหภูมิ ปริมาณฝน และลมในคาบเวลาหนึ่ง ๆ ตั้งแต่หลายเดือนไปจนถึงหลายล้านปี (ส่วนใหญ่ใช้คาบ 30 ปี) ระบบภูมิอากาศขึ้นอยู่กับปัจจัยหรือพลวัตภายใน (internal dynamics) และการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยหรือแรงภายนอกที่เรียกว่า “forcings” แรงภายนอกนั้นรวมไปถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ การผันแปรของรังสีดวงอาทิตย์ กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในบรรยากาศ รังสีจากดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานให้กับระบบภูมิอากาศ โดยมี 3 ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลย์ของรังสีดวงอาทิตย์บนโลก นั่นคือ

- 1) การเปลี่ยนแปลงของรังสีที่ส่องมายังพื้นผิวโลก (Income solar radiation) เนื่องจากวงโคจรของโลกหรือเนื่องจากดวงอาทิตย์เอง
- 2) การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของรังสีดวงอาทิตย์ที่ถูกสะท้อนกลับที่เรียกว่า “albedo” เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้า อนุภาคในบรรยากาศ หรือพืชที่ปกคลุมดิน
- 3) การผันแปรของรังสีคลื่นยาวที่สะท้อนจากพื้นผิวโลกสู่อวกาศ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณของพลังงานที่ส่งผ่านชั้นบรรยากาศมายังพื้นผิวโลกในช่วงเวลากลางวันประมาณ 1,370 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อเฉลี่ยต่อตารางเมตรต่อวินาทีคิดเป็นหนึ่งในสี่เท่าของปริมาณของพลังงานทั้งหมดประมาณ 30% ของพลังงานแสงอาทิตย์ที่ชั้นบรรยากาศได้รับถูกสะท้อนกลับสู่อวกาศ สองในสามเท่าของพลังงานถูกสะท้อนกลับโดยเมฆและอนุภาคเล็ก ๆ ในชั้นบรรยากาศที่เรียกว่า “aerosols”

บริเวณพื้นผิวโลกที่มีความสว่าง เช่น มีหิมะหรือน้ำแข็งปกคลุม หรือเป็นทะเลทราย จะสะท้อนแสงอาทิตย์ได้หนึ่งส่วนสามของที่เหลือ หากมีการระเบิดของภูเขาไฟ เศษเถ้าถ่านจะถูกปลดปล่อยไปยังชั้นบรรยากาศระดับสูง ๆ เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกสะท้อนกลับโดยอนุภาคในชั้นบรรยากาศเป็นปริมาณมากด้วย น้ำฝนสามารถชะล้างอนุภาคต่าง ๆ ออกจากชั้นบรรยากาศภายในหนึ่งถึงสองสัปดาห์ แต่ฝุ่นละอองจากภูเขาไฟที่ระเบิดอย่างรุนแรงนั้นสามารถปลิวไปได้สูงกว่าชั้นของเมฆ ทำให้อนุภาคนั้นส่งผลต่อภูมิอากาศได้หนึ่งถึงสองปี ก่อนจะตกลงมาใน

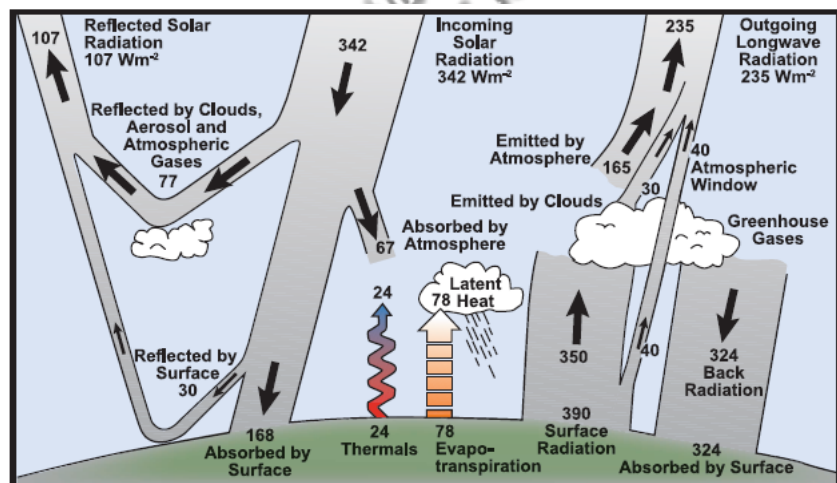
บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟีย (troposphere) แล้วถูกชะล้างลงสู่พื้นโลกโดยฝนหรือหยาดน้ำฟ้า อนุภาคจากการระเบิดของภูเขาไฟขนาดใหญ่ซึ่งจะคงอยู่ได้อีกหลายเดือนหรือหลายปี เป็นสาเหตุให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกลดลงประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส และอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ก็เป็นส่วนสำคัญที่สะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเช่นกัน

พลังงานที่ไม่ถูกสะท้อนกลับสู่อวกาศจะถูกดูดซับโดยพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศ ประมาณ 240 วัตต์ต่อตารางเมตร (Wm^{-2}) เพื่อให้เกิดสมดุลพลังงาน โลกจะแผ่รังสีออกไปสู่อวกาศด้วยปริมาณเท่ากับที่ได้รับ โดยการปล่อยรังสีคลื่นยาวออกไปอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับพลังงานความร้อนรอบ ๆ กองไฟที่เรา รู้สึกได้ การปลดปล่อยพลังงานความร้อนจำนวน 240 Wm^{-2} จะทำให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิราว -19°C ซึ่งเป็นสภาวะที่เย็นมากกว่าที่เป็นอยู่จริงนั่นคือ 14°C โดยแท้ที่จริงแล้ว ณ อุณหภูมิ -19°C จะอยู่ที่ความสูง 5 กิโลเมตรเหนือพื้นโลก

เหตุผลที่พื้นผิวโลกยังคงมีความอบอุ่นคือ การมีอยู่ของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งทำหน้าที่กักเก็บรังสีคลื่นยาวบางส่วนไว้ การกักเก็บรังสีคลื่นยาวนี้เรียกว่า “greenhouse effect” ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่สุดได้แก่ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มีปริมาณมากที่สุด ในบรรยากาศกลับไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว ในทางกลับกันเมฆกักเก็บรังสีคลื่นยาวได้เช่นเดียวกับก๊าซเรือนกระจก จะเห็นว่าในคืนที่มีเมฆมากจะรู้สึกอุ่นกว่าในคืนที่ไม่มีเมฆ เนื่องจากเมฆแผ่รังสีคลื่นยาวกลับสู่พื้นผิวโลกนั่นเอง กิจกรรมของมนุษย์ส่งผลให้ผลกระทบของก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น เช่น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 35% ในยุคอุตสาหกรรม โดยสาเหตุหลัก ๆ คือการเผาไหม้เชื้อเพลิงและการตัดไม้ทำลายป่า

เนื่องจากโลกมีลักษณะเป็นทรงกลม บริเวณเขตศูนย์สูตร (Tropic) จึงได้รับพลังงานแสงอาทิตย์มากกว่าเขตละติจูดสูง ๆ ซึ่งแสงอาทิตย์ส่องลงมาทำมุมแคบกว่า พลังงานถูกเคลื่อนย้ายจากเขตศูนย์สูตรไปยังเขตละติจูดที่สูงกว่า

โดยการหมุนเวียนของบรรยากาศและมหาสมุทร รวมถึงระบบพาญพลังงานความร้อนที่ถูกนำมาใช้ในการระเหยของน้ำที่อยู่ในทะเลหรือพื้นดิน ซึ่งเรียกว่า ความร้อนแฝงเกิดขึ้นเมื่อไอน้ำกลั่นตัวใน



เมฆ (ดูรูปประกอบ) การหมุนเวียนของบรรยากาศเป็นตัวหลักที่ถูกขับเคลื่อนโดยการปลดปล่อยความร้อนแฝงนี้ และการหมุนเวียนของบรรยากาศแต่ละครั้งก็ทำให้เกิดการการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร โดยการกระทำของลมที่พัดไปบนพื้นผิวน้ำ และโดยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของความเค็มเนื่องจากการตกของหยาดน้ำฟ้าและการระเหยของน้ำ

เนื่องจากการหมุนของโลก ทำให้รูปแบบการหมุนเวียนของบรรยากาศมีทิศทางจากตะวันออกไปตะวันตกมากกว่าจากเหนือไปได้ กระแสลมตะวันตกในเขตอบอุ่น (mid-latitude) เป็นระบบอากาศที่มีเสถียรภาพซึ่งเคลื่อนย้ายความร้อนไปสู่บริเวณขั้วโลก ระบบอากาศนี้ก็คือระบบความกดอากาศต่ำและความกดอากาศสูงนั่นเอง และมีความสัมพันธ์กับแนวปะทะอากาศเย็นและแนวปะทะอากาศอุ่น (cold and warm fronts) เนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิพื้นดินและพื้นน้ำ ความขรุขระของแผ่นดิน เช่น ลักษณะของภูเขาและแผ่นน้ำแข็ง ทำให้เกิดลักษณะของคลื่นในบรรยากาศในระดับ planetary-scale ความกว้างของคลื่น (amplitude) จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในแต่ละช่วงเวลา เนื่องจากรูปแบบของคลื่นทำให้มีอากาศหนาวเย็นในฤดูหนาวบริเวณอเมริกาเหนือ แต่อาจจะทำให้มีอากาศอบอุ่นในฤดูหนาวบริเวณอื่น ๆ การเปลี่ยนแปลงในหลาย ๆ แ่งมุมของระบบภูมิอากาศ เช่น ขนาดของแผ่นน้ำแข็ง ชนิดและการกระจายของพืช อุณหภูมิของบรรยากาศหรือมหาสมุทร จะส่งผลต่อลักษณะการหมุนเวียนของบรรยากาศและมหาสมุทรเป็นบริเวณกว้าง

หลายกลไกการสะท้อนกลับในระบบภูมิอากาศสามารถขยาย (ผลกระทบเชิงบวก 'positive feedback') หรือบั่นทอน (ผลกระทบเชิงลบ 'negative feedback') ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงใน climate forcing ได้ ยกตัวอย่างเช่น การสะสมของก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นทำให้ภูมิอากาศของโลกอุ่นขึ้นหิมะและน้ำแข็งเริ่มละลาย การละลายของหิมะและน้ำแข็งเผยให้เห็นพื้นผิวโลกที่มีสีเข้มขึ้น และพื้นผิวน้ำที่อยู่บริเวณด้านล่างของหิมะและน้ำแข็ง ซึ่งพื้นผิวที่มีสีเข้มขึ้นนี้จะดูดซับพลังงานความร้อนของดวงอาทิตย์ได้มากขึ้น เป็นสาเหตุให้ร้อนขึ้น ส่งผลให้การละลายของหิมะและน้ำแข็งเพิ่มขึ้นตามมา เป็นวัฏจักรซึ่งเราเรียกว่า 'ice-albedo feedback' ซึ่งเริ่มต้นจากการเพิ่มขึ้นของระดับของก๊าซเรือนกระจกนั่นเอง การวิจัยจำนวนมากโดยนักวิทยาศาสตร์ที่เผยให้เห็นความซับซ้อนของภูมิอากาศโลก ทำให้ค้นพบผลสะท้อนกลับของภูมิอากาศทั้งในเชิงปริมาณและความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ที่มา : The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Published October 2007 , Frequently Asked Question 1.1.