

## บทที่ 2

### บรรยากาศของโลก

บรรยากาศตามความหมายที่นิยามไว้ในพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิต พ.ศ.2552 ให้ความหมายไว้ว่า “อากาศที่ห่อหุ้มโลก” บรรยากาศจึงเปรียบเสมือนผ้าห่มอากาศที่ห่อหุ้มโลกไว้ การศึกษาเพื่ออธิบายบรรยากาศนั้นมีมานานตั้งแต่สมัยกรีกเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน โดยในแต่ละยุคแต่ละสมัยมีวัตถุประสงค์ที่คล้ายกันคือการศึกษาเพื่อเข้าใจและพยากรณ์ลมฟ้าอากาศ นักวิทยาศาสตร์ให้ข้อเสนอว่าบรรยากาศโลกในปัจจุบันอาจไม่ใช่บรรยากาศที่เกิดขึ้นมาตั้งแต่ยุคแรก เพราะในยุคแรกถ้ากำเนิดโลกเป็นไปตามแนวคิดของทฤษฎีบิกแบง (Big bang theory) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 15,000 ล้านปีก่อน ในระยะแรกที่คอสมิกแก๊ส (Cosmic gas) เริ่มรวมตัวเป็นกลุ่มแก๊สและหมุนรอบดาวฤกษ์นั้นแรงดึงดูดยังมีน้อยทำให้ธาตุที่เบาลอยขึ้นสู่เบื้องบนและจากหลักฐานการศึกษาความถี่ของชั้นบรรยากาศโลกในบรมยุคพรีแคมเบรียน (Precambrian Eon) หรือราว 4,600 ล้านปีก่อนที่เชื่อมโยงถึงปัจจุบัน กลุ่มแก๊สและสสารดังกล่าวได้รวมตัวกันเกิดเป็นโลกและดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากนั้นถูกแรงดึงดูดให้มีขนาดเล็กลงและร้อนยิ่งขึ้นตามลำดับ จนกลายเป็นดวงไฟ ต่อมาได้เย็นตัวลงจนเกิดการแข็งตัวเป็นเปลือกโลก ส่วนกลุ่มแก๊สและสสารที่มีความหนาแน่นต่ำเกิดเป็นบรรยากาศห่อหุ้มอยู่รอบโลก นักวิทยาศาสตร์จึงสันนิษฐานว่าบรรยากาศในปัจจุบันนี้น่าจะเป็นบรรยากาศที่เกิดขึ้นใหม่หรือเป็นบรรยากาศยุคที่สองของโลก (Second atmosphere) โดยสารประกอบอากาศในปัจจุบันได้จากการระเบิดของภูเขาไฟหลาย ๆ ครั้ง ทำให้เกิดน้ำและแก๊สต่าง ๆ ในชั้นบรรยากาศ และคาดว่าส่วนผสมของบรรยากาศของโลกเมื่อสี่พันล้านปีก่อน น่าจะคล้ายกับส่วนผสมของแก๊สต่าง ๆ ที่พ่นออกมาจากการระเบิดของภูเขาไฟในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังสันนิษฐานว่าบรรยากาศโลกน่าจะมีกำเนิดมาจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ หรือจุลชีพและการสังเคราะห์แสงของพืช การสลายตัว การสึกกร่อนโดยกระบวนการเคมี น้ำพุร้อน และกิจกรรมการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในโลกนี้ ส่วนการกำเนิดแก๊สออกซิเจนนั้นเชื่อว่าน่าจะเกิดหลังแก๊สอื่น

เมื่อ 2.4 พันล้านปีก่อน โดยเกิดจากการสลายของไอน้ำเมื่อได้รับรังสีอุลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์และจากการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียวตามแหล่งน้ำต่าง ๆ และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่ใช้การสังเคราะห์แสงช่วยผลิตออกซิเจนให้แก่โลก

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในระบบสุริยะ ซึ่งต่างจากดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ โดยมีบรรยากาศล้อมรอบ บรรยากาศมีคุณสมบัติเป็นก๊าซที่ประกอบด้วยโมเลกุลเล็กๆ จากสารหลายชนิด คุณสมบัติของอากาศนั้นไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส เป็นของไหลชนิดหนึ่งที่มีการเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทุกทางและตลอดเวลา ยืดหยุ่น และขยายตัวได้ ถ้าเปรียบบรรยากาศของโลกเสมือนทะเลของก๊าซแล้ว มนุษย์ก็ยังเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบกิจกรรมต่างๆ อยู่ใต้ทะเลของก๊าซ ถึงแม้ว่าเหนือระดับ 1,000 กิโลเมตรจากผิวโลกขึ้นไปยังคงมีก๊าซต่างๆ อย่างเบาบาง แต่ร้อยละ 99 ของมวลอากาศอยู่ภายใต้ระดับ 30 กิโลเมตรแรกจากพื้นผิวโลก

## 1. ส่วนประกอบของบรรยากาศ

บรรยากาศเป็นส่วนผสมซึ่งประกอบด้วยก๊าซต่างๆ หลายชนิด ก๊าซซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ อากาศแห้ง ไอน้ำ และอนุภาคฝุ่นต่าง ๆ ดังนี้

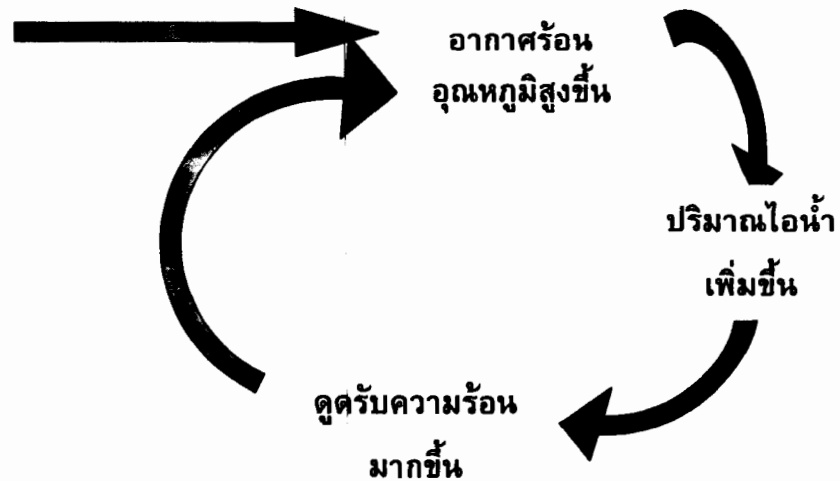
1.1 อากาศแห้ง เป็นองค์ประกอบหลักของบรรยากาศ ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน ( $N_2$ ) ออกซิเจน ( $O_2$ ) อาร์กอน (A) และคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) รวมกันคิดเป็นร้อยละ 99.99 โดยปริมาตร นอกจากนี้ยังประกอบด้วยก๊าซอื่น ๆ ได้แก่ นีออน (Ne) ฮีเลียม (He) มีเทน ( $CH_4$ ) คริปทอน (Kr) ไฮโดรเจน ( $H_2$ ) ไนตรัสออกไซด์ ( $N_2O$ ) คาร์บอนมอนนอกไซด์ ( $CO$ ) ซีโนน (Xe) และ โอโซน ( $O_3$ ) เป็นต้น

ตาราง 2.1 ส่วนประกอบของอากาศแห้ง

ก๊าซ	มวลโมเลกุล	ร้อยละโดยปริมาตร (โดยประมาณ)
ไนโตรเจน	28.016	78.084
ออกซิเจน	32.00	20.964
อาร์กอน	39.94	0.934
คาร์บอนไดออกไซด์	44.01	0.033
นีออน	20.18	0.0018
ฮีเลียม	4.00	0.00052
มีเทน	16.043	0.00015

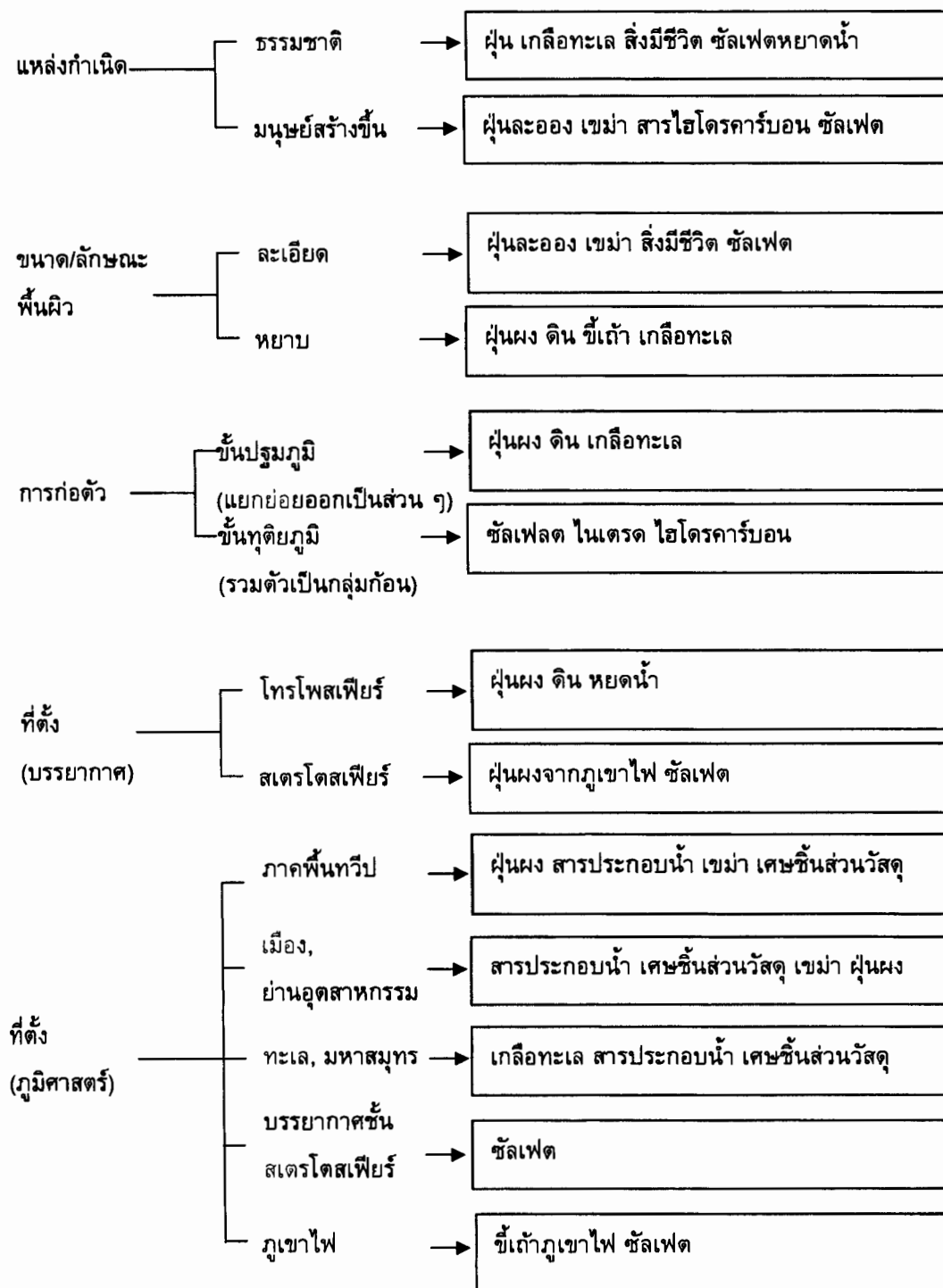
ส่วนประกอบของอากาศแห้งถือว่าเป็นอัตราส่วนที่คงที่ อย่างไรก็ตามสัดส่วนนี้อาจแตกต่างกันได้ตามเวลาและสถานที่ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของก๊าซ พบว่าก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนรวมกันมีปริมาณถึงร้อยละ 99 โดยปริมาตรของอากาศ ส่วนอาร์กอนเป็นก๊าซเฉื่อยซึ่งไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับก๊าซอื่น ๆ หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ที่น่าสังเกตคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แม้ว่าจะมีปริมาตรเพียงร้อยละ 0.03 แต่มีความสำคัญต่อระบบภูมิอากาศมาก เพราะเป็นตัวดูดเก็บความร้อนในชั้นบรรยากาศ และช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช

1.2 ไอน้ำ เป็นส่วนประกอบของบรรยากาศที่สำคัญ เกิดจากการระเหยของน้ำบนพื้นโลก มีสัดส่วนในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ของผิวโลก ไอน้ำเป็นพื้นฐานของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น ฝน น้ำค้าง หมอก เป็นต้น นอกจากนี้ไอน้ำยังทำหน้าที่ดูดซับความร้อน ทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศสูงขึ้น ไอน้ำมีการกระจายที่แตกต่างกันทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ที่มีความหนาแน่นมากที่สุดที่ระดับ 2-3 กิโลเมตรจากผิวโลก.ซึ่งจะมีไอน้ำหนาแน่นคิดเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณไอน้ำในชั้นบรรยากาศในเขตละติจูดสูงบริเวณทะเลทราย และบริเวณที่ห่างไกลจากทะเลจะมีสัดส่วนไอน้ำน้อย ส่วนบริเวณที่มีอากาศร้อนชื้นปริมาณไอน้ำในบรรยากาศจะมีมาก แต่ไม่เกินร้อยละ 4 โดยปริมาตร



รูปที่ 2.1 ไอน้ำทำหน้าที่ดูดรับความร้อน เมื่อมีปริมาณไอน้ำเพิ่มขึ้น การดูดรับความร้อนในบรรยากาศก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ทำให้บรรยากาศของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น

**1.3 ละอองลอย (aerosols)** ละอองลอยในบรรยากาศเป็นของแข็งขนาดเล็กที่ฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศ โดยปกติจะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.001 ถึง 1,000 ไมครอน อาจแบ่งละอองลอยออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ 1) ละอองลอยที่เกิดเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นผงที่เกิดจากภูเขาไฟ จากอวกาศ อุกกาบาต ผงฝุ่นที่ลอยขึ้นเนื่องจากลม ละอองเกสรจากพืช การผุกร่อนของหิน ไฟป่า และอนุภาคเกลือจากฟองคลื่นในทะเล เป็นต้น 2) ละอองลอยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ฝุ่นและควันจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม การเผาไหม้ต่าง ๆ ควันไอเสียจากยานยนต์ การใช้อาวุธเคมี การทดลองอาวุธนิวเคลียร์ ตลอดจนการแตกตัวของสารกัมมันตภาพรังสี ทำให้เกิดละอองลอยสู่บรรยากาศ เป็นต้น ถึงแม้ว่าผงฝุ่นในบรรยากาศจะทำให้ทัศนวิสัยลดลงและเป็นมลภาวะที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ แต่ผงฝุ่นก็ทำหน้าที่เป็นแกนกลางในการกลั่นตัว (condensation nuclei) ของไอน้ำในบรรยากาศ ทำให้เกิดการก่อตัวของเมฆและฝน



รูปที่ 2.2 ประเภทของละอองลอย (aerosols)

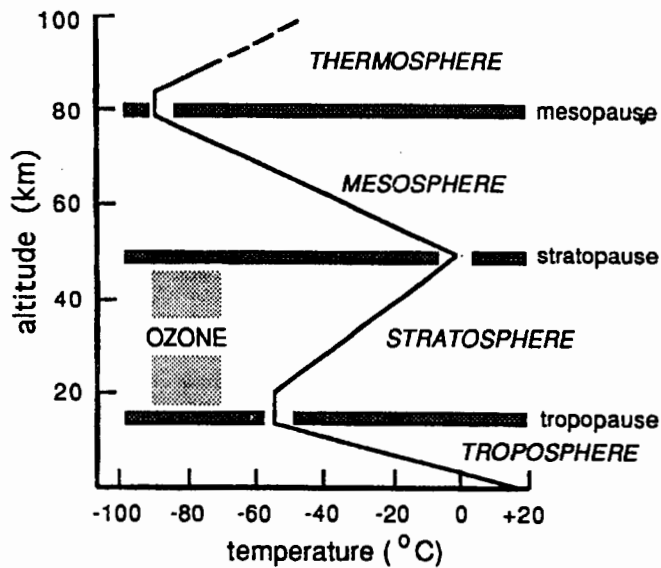
## 2. ชั้นบรรยากาศของโลก

ในอดีตก่อนมีเทคโนโลยีอวกาศมีความเข้าใจว่าบรรยากาศมีขอบเขตจำกัดที่แน่นอน และมีอุณหภูมิลดลงเรื่อย ๆ ตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ต่อมาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้นทำให้มีการสร้างเครื่องบินวิทยุห้วงอากาศ จรวด และดาวเทียม ฯลฯ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสำรวจบรรยากาศได้โดยตรง ทำให้สามารถอธิบายโครงสร้างของบรรยากาศได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยทราบว่าบรรยากาศมีขอบเขตที่ไม่แน่นอนและอุณหภูมิก็ดไม่ได้อลดลงตามระดับความสูงจนถึงขอบเขตบรรยากาศ หากแต่อุณหภูมิมีการเพิ่มหรือลดลงตามลักษณะของชั้นบรรยากาศแต่ละชั้น และยังพบว่าความหนาแน่นของอากาศจะค่อย ๆ เบาลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ซึ่งมีความหนาแน่นของบรรยากาศและความหนาของแต่ละชั้นแตกต่างกัน โดยชั้นอากาศที่สูงขึ้นไปจากพื้นผิวโลกความหนาแน่นของก๊าซที่เป็นส่วนประกอบของบรรยากาศจะลดลง นอกจากนี้คุณสมบัติทางกายภาพของบรรยากาศแต่ละชั้นก็จะต่างกันด้วย การแบ่งชั้นของบรรยากาศอาจจำแนกแบ่งตามคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ได้หลายทาง เช่น พิจารณาคุณสมบัติทางไฟฟ้าก็สามารถแบ่งได้เป็นชั้นที่มีประจุไฟฟ้า (Ionosphere) และชั้นที่ไม่มีประจุไฟฟ้า (Nonionosphere) หรือใช้คุณสมบัติที่เกิดจากการกระทำของพายุแม่เหล็กจากดวงอาทิตย์กับสนามแม่เหล็กโลกที่เรียกว่า แมกเนทอสเฟียร์ (magnetosphere) หรืออาจพิจารณาจากระดับอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization : WMO) แบ่งชั้นบรรยากาศโดย อาศัยอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศเป็นหลักเกณฑ์สำคัญ ซึ่งแบ่งชั้นบรรยากาศออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

- 1) โทรโพสเฟียร์ (Troposphere)
- 2) สเตรโตสเฟียร์ (Stratosphere)
- 3) มีโซสเฟียร์ (Mesosphere)
- 4) เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere)



รูปที่ 2.3 ชั้นบรรยากาศของโลก

ที่มา : Kemps, 1994, p.20

**2.1 ชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere มาจากภาษากรีก Tropo แปลว่า หมุนหรือผลสม)** เป็นบรรยากาศชั้นต่ำที่สุด อยู่ถัดจากพื้นผิวโลกขึ้นไป ดังนั้นอากาศจึงมีการเปลี่ยนแปลงและแปรปรวนได้ง่าย เป็นบรรยากาศที่มีความสำคัญต่อมนุษย์โดยตรง ชั้นโทรโพสเฟียร์นี้อยู่สูงจากพื้นผิวโลกในระดับต่าง ๆ กัน ที่บริเวณศูนย์สูตรบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์มีความสูงจากพื้นผิวโลกโดยประมาณ 12 กิโลเมตร (7.5 ไมล์) และที่ขั้วโลกประมาณ 8 กิโลเมตร ( 5 ไมล์) การเปลี่ยนแปลงของอากาศในบรรยากาศชั้นนี้จะมีผลต่อมนุษย์ พืช และสัตว์ที่อาศัยอยู่บนพื้นโลก

บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ประกอบด้วยก๊าซ ไอน้ำ และฝุ่นละอองอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งจะไม่ปรากฏอยู่ในบรรยากาศชั้นอื่นๆ ก๊าซที่สำคัญคือไนโตรเจน และออกซิเจน อุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูง ด้วยอัตราประมาณ 6.4° ซ. ต่อ 1 กิโลเมตร (3.5° ฟ. ต่อ

1,000 ฟุต) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่กล่าวนี้เรียกว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามปกติ (Normal temperature lapse rate หรือ Environmental temperature lapse rate)

ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์จะมีทั้งการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวนอนและแนวตั้ง บรรยากาศชั้นนี้จึงมีความปั่นป่วนของอากาศมาก การเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศและการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นนี้ เช่น มีเมฆ ฝน พายุฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฯลฯ ตอนบนสุดของโทรโพสเฟียร์เรียกว่า โทรโปพอส (Tropopause) ซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศชั้นแคบ ๆ มีอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว และการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้งจะหยุดอยู่เพียงได้บรรยากาศชั้นนี้

**2.2 ชั้นสเตรโตสเฟียร์ (Stratosphere) มาจากภาษากรีก Stratos แปลว่า สงบ** (เจียบ) บรรยากาศชั้นนี้จะอยู่สูงจากบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ขึ้นไปหรือประมาณ 12-50 กิโลเมตรจากพื้นโลก เป็นชั้นบรรยากาศที่สงบเจียบ อากาศจะเคลื่อนที่ในแนวนอนในลักษณะของลมพัด ลมจะพัดแรงไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้งดังเช่นในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ เป็นเขตที่ไม่มีพายุ ไม่มีเมฆ อากาศแห้ง ท้องฟ้าแจ่มใส อากาศคงที่ไม่แปรปรวน ไม่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศ จึงเหมาะสำหรับใช้ประโยชน์ในกิจการการบินได้เป็นอย่างดี

ในด้านอุณหภูมิเหนือโทรโปพอสขึ้นไป โดยปรกติอุณหภูมิลดลงที่เรื่อยไปจนถึงระดับสูง 20 กิโลเมตร ซึ่งเรียกว่า ชั้นอุณหภูมิลดคงที่ (isothermal layer) จากนั้นอุณหภูมิลดลงเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตามความสูง จากประมาณ  $-57^{\circ}\text{C}$ . ( $-70^{\circ}\text{F}$ .) จนถึง  $0^{\circ}\text{C}$ . ( $32^{\circ}\text{F}$ .) ในระดับความสูงประมาณ 20 - 30 กิโลเมตร (12-19 ไมล์) จากพื้นโลก มีก๊าซโอโซนสะสมตัวมาก ก๊าซนี้ทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์และพื้นโลก โดยจะดูดรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่ไว้ รังสีนี้อันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสัตว์ โดยถ้าพื้นโลกได้รับรังสีมากเกินไป แบนคที่เรียจะถูกทำลายและผิวหนังจะถูกเผาไหม้ ทำให้เป็นโรคเกรียมแดด (sun burn) ได้ สาเหตุที่อุณหภูมิลดลงขึ้นในบรรยากาศชั้นสเตรโตสเฟียร์ก็เนื่องจากการดูดรังสีอัลตราไวโอเล็ตของโอโซนนั่นเอง ตอนบนสุดของสเตรโตสเฟียร์ เรียกว่า สเตรโตพอส (Stratopause)



**2.3 เมโซสเฟียร์ (Mesosphere)** ชั้นบรรยากาศนี้อยู่สูงจากพื้นโลกขึ้นไปประมาณ 50-80 กิโลเมตร (31-50 ไมล์) ในระดับความสูงประมาณ 50 กิโลเมตร (31 ไมล์) อุณหภูมิจะสูงถึง 0°ซ. (32°ฟ.) หลังจากนั้นอุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูง จนกระทั่งถึงบริเวณสูงสุดของบรรยากาศชั้นนี้ที่เรียกว่า เมโซพอส (Mesopause) อุณหภูมิจะลดลงเหลือเพียง -80°ซ. (-120°ฟ.) ดาวตกส่วนใหญ่จะถูกเผาไหม้และแตกกระจายในบรรยากาศชั้นนี้

**2.4 เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere)** เป็นบรรยากาศชั้นบนสุด บรรยากาศชั้นนี้จะพบอยู่เหนือเมโซพอสหรือระดับสูง 80 กิโลเมตร (50 ไมล์) จากพื้นโลกขึ้นไป ในบรรยากาศชั้นนี้ อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามความสูง ทั้งนี้เนื่องจากการดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตโดยอะตอมของออกซิเจน เช่น ระดับความสูงประมาณ 350 กิโลเมตร อุณหภูมิของบรรยากาศจะสูงขึ้นประมาณ 1,200 เคลวิน

บางครั้งเราเรียกบรรยากาศที่ระดับสูง 80-400 กิโลเมตร ว่า "ไอโอโนสเฟียร์" (Ionosphere) เนื่องจากก๊าซในบรรยากาศชั้นนี้มีลักษณะเป็นประจุไฟฟ้า มีประโยชน์ในการสะท้อนคลื่นวิทยุสำหรับการสื่อสารโทรคมนาคม

### 3. ความสำคัญของบรรยากาศต่อโลก

อากาศที่ห่อหุ้มอยู่รอบโลกมีอยู่ตั้งแต่พื้นดินขึ้นไปจนถึงระดับสูง ๆ ในท้องฟ้า ระดับใกล้พื้นดินอากาศจะมีความหนาแน่นมาก ส่วนที่ระดับสูง ๆ จากพื้นดินขึ้นไปอากาศจะเริ่มเบาบาง บรรยากาศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนผิวโลก กล่าวคือมนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยปราศจากอาหารเป็นเวลา 1 สัปดาห์ หรือปราศจากน้ำเป็นเวลา 3 วัน แต่จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ถ้าขาดอากาศเพียงนาทีเดียว นอกจากมีความจำเป็นในการหายใจสำหรับของมนุษย์ สัตว์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ แล้ว บรรยากาศยังมีหน้าที่ช่วยปกป้องโลกอีกหลายอย่าง เช่น ทำหน้าที่คล้ายเครื่องบังค้ำอุณหภูมิและร่มบังแสงจากดวงอาทิตย์ ทำให้พื้นโลกไม่ร้อนหรือเย็นเกินไป บรรยากาศเป็นเสมือนร่มที่คอยปกป้องไม่ให้สิ่งมีชีวิตบนผิวโลก

ได้รับอันตรายจากรังสีได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ รังสีคอสมิก ตลอดจนเทห์วัตถุต่าง ๆ จากอวกาศที่ไม่เป็นผลดีต่อสิ่งมีชีวิต

บรรยากาศทำหน้าที่เป็นตัวจักรสำคัญในการปกป้องผิวโลกไม่ให้มีอุณหภูมิสูงเกินไป คล้ายเรือนกระจกในเรือนเพาะปลูกพืชในเขตหนาว โดยยอมให้รังสีจากดวงอาทิตย์บางส่วนเคลื่อนผ่านเข้ามาถึงพื้นผิวโลก เมื่อพื้นโลกรับรังสีจากดวงอาทิตย์แล้วจะแผ่รังสีออกไปแต่เป็นรังสีคลื่นยาว รังสีคลื่นยาวที่ส่งออกมาจากพื้นโลกจะถูกบรรยากาศและไอน้ำดูดเก็บความร้อนเอาไว้ ทำให้โลกมีความอบอุ่นเหมาะสมกับการดำรงชีวิต หากบรรยากาศไม่กักเก็บและช่วยระบายความร้อนแล้ว พื้นโลกจะร้อนเกินไปในเวลากลางวัน และจะหนาวเกินไปในเวลากลางคืน