

### บทที่ 3

## ภูมิอากาศในอดีต

ภูมิอากาศในอดีตได้แบ่งเป็นยุคต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละยุคเราสามารถทราบได้ว่ามีภูมิอากาศเป็นแบบใด โดยอาศัยหลักฐานที่ปรากฏไว้เป็นสิ่งที่ช่วยหาคำตอบ เช่น ข้อมูลทางโบราณคดี ข้อมูลการทับถมของตะกอน ซากดึกดำบรรพ์ ข้อมูลทางธรณี ธารน้ำแข็ง เป็นต้น และจากหลักฐานดังกล่าว ยังสามารถคาดคะเนถึงอนาคตว่าจะเกิดสภาพภูมิอากาศแบบใด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในอดีต ต้องใช้ข้อมูลในการอธิบาย แหล่งที่มาของข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีการจดบันทึก เช่น ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลจากแหล่งในอดีต เช่น หลักฐานทางประวัติศาสตร์ (Historical documentation) แกนกลางน้ำแข็ง (Ice cores) และวงปีต้นไม้ (Tree ring)

การที่มีความแตกต่างของข้อมูลทางสภาพภูมิอากาศดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงมีความพยายามที่จะมีการสร้างสภาพภูมิอากาศในอดีต โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ จากการสังเกตที่แตกต่างกัน การนำข้อมูลมาซ้อนทับกัน สามารถทำให้ข้อมูลน่าเชื่อถือขึ้น เพราะได้ข้อมูลที่มีมิติด้านเวลาที่ยาวนาน เมื่อมีการสร้างสภาพภูมิอากาศในอดีต มาตรฐานที่ใช้ เทคนิคในการสังเกต และพื้นที่ทำการศึกษาต้องได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยมีอุณหภูมิพื้นผิวและปริมาณน้ำฝนเป็นตัวแปร

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอดีตแบ่งช่วงโดยอ้างอิงจากระยะเวลาทางธรณีออกเป็นบรมยุค (eon) มหายุค (era) ยุค (period) และสมัย (epoch) โดยแบ่งออกเป็น 2 บรมยุค ได้แก่ บรมยุคพรีแคมเบรียน (Precambrian) และบรมยุคฟาเนอโรโซอิก (Phanerozoic) 3 มหายุค เริ่มตั้งแต่มหายุคพาเลโอโซอิก (Paleozoic) มหายุคเมโสโซอิก (Mesozoic) และมหายุคเซโนโซอิก (Cenozoic) ซึ่งภูมิอากาศในแต่ละยุคจะแตกต่างกันไป

ตารางที่ 3.1 ลักษณะภูมิอากาศในอดีต

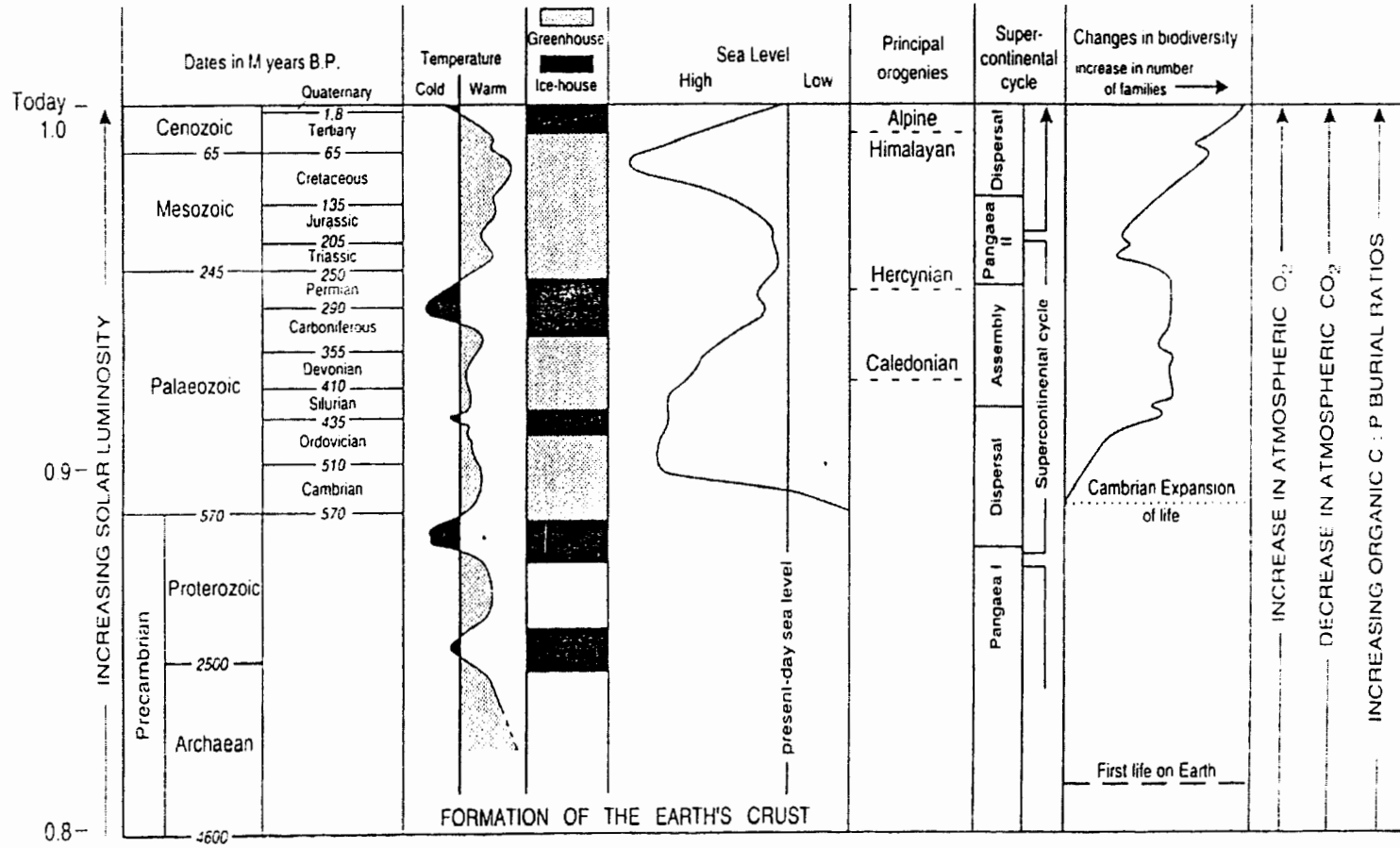
บรมยุค (Eon)	มหายุค (Era)	ยุค (Period)	สมัย (Epoch)	เวลา(ล้านปี)	การเคลื่อนที่ของเปลือกโลก	ลักษณะอากาศ	สิ่งมีชีวิตบนโลก	
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	ค.ศ. 1850-ปัจจุบัน	เปลือกโลกมีการเคลื่อนที่ต่อไป	ยุคเครื่องมือวัดอากาศ		
				ค.ศ. 1550-1850		อากาศหนาวเย็น ทั่วโลกเหนือ อุณหภูมิต่ำกว่า 1°ซ.		
				ค.ศ. 1200-1550		อากาศหนาวเย็น แห่งแล้ง แพร่กระจายทั่วไป		
				ค.ศ. 800-1200		อบอุ่นขึ้น ยุโรปตะวันตก/เหนือ อุณหภูมิร้อนขึ้นสูงกว่าปัจจุบัน 2°ซ.		
				ค.ศ. 350		อากาศอบอุ่นขึ้น เขตร้อนชุ่มชื้นมาก ฝนตกหนัก		
				ก่อน ค.ศ. 750-50		อากาศหนาวเย็น ธารน้ำแข็งกว้างขวาง		
				ก่อน ค.ศ.3000-750		อากาศหนาวเย็น ระดับน้ำทะเลลดลง 2-3 เมตร จากปัจจุบัน		
				ก่อน ค.ศ.4000-3000		อุณหภูมิสูงกว่าปัจจุบัน 2.5°ซ.		
		Tertiary	Pleistocene	0.01	ทะเลเกิดมากมาย อินเดียค้กับเอเชีย	ยุคน้ำแข็งใหม่		
				1.6				
				Pliocene	5.2		หนาว	สมัยแรกเริ่มของมนุษย์
				Miocene	23.3		เย็น	
				Oligocene	35.4		ร้อน	กำเนิดมนุษย์วานร
				Eocene	56.5		ร้อนชื้น	สมัยเริ่มแรกของช้าง
Paleocene		ทวิปต่าง ๆ เคลื่อนที่ สู่ตำแหน่งปัจจุบัน	หนาวเย็น	ไดโนเสาร์และสิ่งมีชีวิตทาง ทะเลสูญพันธุ์แต่มีการกำเนิด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม				
		65						

ตารางที่ 3.1 ลักษณะภูมิอากาศในอดีต (ต่อ)

บรมยุค (Eon)	มหายุค (Era)	ยุค (Period)	สมัย (Epoch)	เวลา(ล้านปี)	การเคลื่อนที่ของเปลือกโลก	ลักษณะอากาศ	สิ่งมีชีวิตบนโลก
Phanerozoic	Mesozoic	Cretaceous		146	อเมริกาใต้และแอฟริกาแยกจากกัน อินเดียแยกจากแอนตาร์กติกา ลอเรนเซียและแอฟริกาเบนเข้าหากัน ทะเลเททิสถูกปิด	อุณหภูมิสูง อุณหภูมิสูงกว่าปัจจุบัน ภูมิอากาศแห้งแล้ง	ไดโนเสาร์เริ่มสูญพันธุ์
		Jurassic		208	Pangaea เริ่มแตกออก		ไดโนเสาร์ครองโลก เริ่มมีสัตว์เลี้ยงลูก
		Triassic		245	Laurasia แยกตัวออกจาก Gondwana Gondwana เคลื่อนที่ไปทางเหนือ		ยุคแรกเริ่มของไดโนเสาร์
	Paleozoic	Permian		290	Gondwana เคลื่อนที่ไปขั้วโลก ใต้เกิด Pangaea II	ยุคน้ำแข็ง	การสูญพันธุ์ครั้งยิ่งใหญ่ของ สิ่งมีชีวิตบนบกและในทะเล
		Carboniferous		362	เกิดทะเล Tethys	ธารน้ำแข็ง ร้อนชื้น	การขยายพันธุ์ของแมลง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ กำเนิดสัตว์เลื้อยคลาน
		Permian		408	Gondwana เคลื่อนที่ไป ทางเหนือ	อุณหภูมิสูง	สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ - ปลา - แมลง

ตารางที่ 3.1 ลักษณะภูมิอากาศในอดีต (ต่อ)

บรมยุค (Eon)	มหายุค (Era)	ยุค (Period)	สมัย (Epoch)	เวลา(ล้านปี)	การเคลื่อนที่ ของเปลือกโลก	ลักษณะอากาศ	สิ่งมีชีวิตบนโลก
Phanerozoic	Paleozoic	Silurian		439		ธารน้ำแข็ง หาวเย็น	สัตว์บก
		Ordovician		510	Gondwana เคลื่อนที่ ไปขั้วโลกใต้	อากาศอบอุ่น อุณหภูมิสูง ปลายยุคอากาศหนาวเย็น	กำเนิดสัตว์มีกระดูกสันหลัง
		Cambrian		570	มวลแผ่นดินแยกตัว บริเวณศูนย์สูตร	อากาศอบอุ่น	กำเนิดสัตว์มีกระดูก เกิดสังคมของสิ่งมีชีวิตใน ทะเลแบบง่าย ๆ
Precambrian	Proterozoic			2500	มวลแผ่นดิน รวมตัวใกล้ศูนย์สูตร (Pangaea I)	ยุคน้ำแข็ง โลกลูกหิมะ (Snowball Earth)	กำเนิดสัตว์เล็ก ๆ มีแบคทีเรีย และสาหร่ายทะเล
	Archean			4500	กำเนิดโลก	อุณหภูมิสูงกว่าปัจจุบัน	กำเนิดแบคทีเรียสังเคราะห์แสง กำเนิดสิ่งมีชีวิต



รูปที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอดีตและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

ที่มา : Thompson and Perry, 1997, p. 125

## 1. บรมยุคพรีแคมเบรียน (Precambrian Eon)

บรมยุคพรีแคมเบรียน แบ่งออกเป็น 2 ยุค คือ ยุคอาร์เคียน (Archean) และยุคโพรเทอโรโซอิก (Proterozoic) ข้อมูลเกี่ยวกับภูมิอากาศในบรมยุคพรีแคมเบรียนมีไม่มากนัก

### 1.1 ยุคอาร์เคียน (Archean)

- 4,600 ล้านปีก่อน กำเนิดโลก
- 4,200 ล้านปีก่อน โลกเย็นตัวลง ใอน้ำควบแน่นทำให้เกิดฝน
- 4,000 ล้านปีก่อน เกิดโมเลกุลของสิ่งมีชีวิต
- 3,800 ล้านปีก่อน หินตะกอนที่เก่าแก่ที่สุดในโลก อยู่ที่เกาะกรีนแลนด์ในปัจจุบัน
- 3,500 ล้านปีก่อน เกิดเซลล์ชนิดไม่มีนิวเคลียส (Prokaryotic cell)
- 3,400 ล้านปีก่อน น้ำฝนตกขังบนแอ่งที่ต่ำกลายเป็นทะเล เกิดแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (Cyanobacteria) และสโตรมาโทไลต์ (Stromatolites) ทำให้บรรยากาศเริ่มมีก๊าซออกซิเจน
- 2,600 ล้านปีก่อน มีปริมาณน้ำในมหาสมุทรร้อยละ 90 เทียบกับปัจจุบัน
- ในยุคนี้ภูมิอากาศยังคงมีอุณหภูมิสูง

### 1.2 ยุคโพรเทอโรโซอิก (Proterozoic)

เป็นช่วงเวลาที่โลกเย็นตัวลง เริ่มมียุคน้ำแข็งเกิดขึ้นสลับกันไปทุก ๆ หลายร้อยล้านปี การตกตะกอนของหินที่ผุพังบนเปลือกโลก ทำให้เกิดทะเลน้ำตื้น สิ่งมีชีวิตทั้งเซลล์เดียว และหลายเซลล์ทวีปริมาณเพิ่มขึ้น

- 2,500 ล้านปีก่อน เกิดเซลล์ชนิดมีนิวเคลียส (Eukaryote cells)
- 2,000 ล้านปีก่อน ก๊าซออกซิเจนทวีปริมาณ เนื่องจากการสังเคราะห์แสงของสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดขึ้นโอโซน
- 1,800 ล้านปีก่อน เกิดการแบ่งเพศของสิ่งมีชีวิต
- 1,400 ล้านปีก่อน เกิดสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์
- 1,000 ล้านปีก่อน ปริมาณก๊าซออกซิเจนเท่ากับร้อยละ 18 ของปัจจุบัน
- 750-550 ล้านปีก่อน เกิดการรวมตัวเป็นมหาทวีปแพนเจีย มีการแผ่ขยายตัวของธารน้ำแข็งกว้างขวาง เกิดยุคน้ำแข็ง
- 600 ล้านปีก่อน เกิดสังคมของสิ่งมีชีวิต

สำหรับสภาพภูมิอากาศในช่วงกลางยุค ภายในมหาทวีป Pangaea ขั้วโลกมีอุณหภูมิสูง แม้กระทั่งในช่วงฤดูหนาว และปลายยุคก็ยังคงมีลักษณะอากาศร้อน ไม่มีน้ำแข็งปรากฏให้เห็นทั้งในแถบขั้วโลกเหนือและใต้

**2.2.2 ยุคจูแรสสิก (Jurassic Period)** เป็นยุคกลางของมหายุคเมโสโซอิก ในช่วง 208-146 ล้านปีก่อน

สภาพภูมิอากาศในช่วงยุคจูแรสสิก ลมมรสุมในมหาทวีป Pangaea เกิดขึ้นรุนแรงตลอดช่วงเวลาดังแต่ต้นยุคเรื่อยมาจนกระทั่งถึงกลางยุคจูแรสสิก ภูมิประเทศภายในมหาทวีป Pangaea ช่วงนี้มีลักษณะร้อนและแห้งแล้งมาก ทะเลทรายเกิดขึ้นและปกคลุมไปทั่วอาณาบริเวณที่เป็นป่าดงดิบอะเมซอนและคองโกในปัจจุบัน แต่ช่วงปลายยุคก็เข้าไปในมหาทวีป Pangaea มีลักษณะแห้งแล้งและปรากฏน้ำแข็งและหิมะตามฤดูกาลเริ่มจับตัวกันแข็งไปทั่วภูมิภาคในแถบขั้วโลก จากสภาพภูมิอากาศดังกล่าวทำให้ช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่ไดโนเสาร์ครองโลก เริ่มมีสัตว์ปีกจำพวกนก ไม่นับว่าเป็นพืชไร้ดอก ในทะเลมีหอยแอมโมไนต์

**2.2.3 ยุคครีเทเชียส (Cretaceous Era)** เป็นยุคสุดท้ายของมหายุคเมโสโซอิก ในช่วง 146-65 ล้านปีก่อน

สภาพอากาศแปรปรวน โลกร้อนกว่าปัจจุบันประมาณ 10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงมาก เกิดภาวะเรือนกระจก บางครั้งเรียกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจกยุคไดโนเสาร์ (Dinosaurs' Green House) พบการผุพังอยู่กับที่โดยวิธีเคมี (Chemical weathering) และแร่ บอกไซต์ (boxites) กระจายอยู่ทั่วไป

ในยุคครีเทเชียส ทวีปต่าง ๆ เคลื่อนที่แยกออกจากกันคล้ายกับในปัจจุบัน มาดากัสการ์แยกตัวออกจากแอฟริกา เกิดทะเลเมดิเตอร์เรเนียน สัตว์ตระกูลไดโนเสาร์มีการอพยพไปมาระหว่างเขตอากาศอบอุ่นและเขตอากาศหนาวตามฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นยุคสุดท้ายของไดโนเสาร์ ก่อนจะหมดยุคครีเทเชียสนั้น อากาศก็เริ่มเปลี่ยนแปลง ไดโนเสาร์บางพวกเริ่มตายลงและสูญพันธุ์ หลังจากไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปแล้ว สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมก็มีบทบาทขึ้นมาบนโลก

**2.3 มหายุคเซโนโซอิก (Cenozoic Era)** อยู่ในช่วง 65 ล้านปีก่อนจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้มหายุคเซโนโซอิกได้ถูกแบ่งเป็น 2 ยุคได้แก่ ยุคเทอร์เชียรี (Tertiary Period) และยุคควอเทอร์นารี (Quaternary Period)

**2.3.1 ยุคเทอร์เชียรี (Tertiary Period)** อยู่ในช่วง 65 - 1.6 ล้านปีก่อน เป็นยุคเริ่มแรกของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในช่วงยุคนี้สามารถแบ่งช่วงสมัยย่อยเป็น 5 ช่วงดังนี้

**2.3.1.1 สมัยพาลีโอซีน (Palaeocene Epoch)** สมัยแรกของยุคเทอร์เชียรี มีช่วงอายุตั้งแต่ 65-56.5 ล้านปีมาแล้ว ช่วงต้นสมัยอากาศเริ่มหนาวเย็น พอเข้าถึงช่วงปลายสมัย ลักษณะอากาศเริ่มอบอุ่น ทวีปอเมริกาเคลื่อนที่เข้าหาทวีปเอเชีย ไดโนเสาร์และสิ่งมีชีวิตทางทะเลสูญพันธุ์ แต่มีการกำเนิดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แทนที่ไดโนเสาร์ มีทั้งพวกกินพืชและกินเนื้อ บนบกเต็มไปด้วยป่าและทุ่งหญ้า ในทะเลมีปลาวาฬเกิดขึ้น

**2.3.1.2 สมัยอีโอซีน (Eocene Epoch)** อยู่ในช่วง 56.5-35.4 ล้านปี สมัยอีโอซีนเป็นสมัยที่ 2 ของยุคเทอร์เชียรีอยู่ระหว่างสมัยพาลีโอซีนกับสมัยโอลิโกซีน เป็นสมัยแรกเริ่มของช้างและเป็นสมัยที่มีทุ่งหญ้าแพร่กระจายไปทั่วโลก หินที่เกิดในสมัยนี้เรียกหินสมัยอีโอซีน (Eocene Series)

สมัยอีโอซีนบริเวณศูนย์สูตรมีอุณหภูมิสูงและและฝนตกเหมือนในปัจจุบัน และเมื่อละติจูดสูงขึ้นไปทางขั้วโลกอุณหภูมิสูงกว่าในปัจจุบันอย่างเด่นชัด อุณหภูมิเหนือผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรซีกโลกใต้ใกล้ทวีปแอนตาร์กติกาประมาณ 10-15 องศาเซลเซียส (18-27 องศาฟาเรนไฮต์) ซึ่งสูงกว่าในปัจจุบัน

สภาพภูมิอากาศโลกในปลายยุคมีอากาศร้อนมากกว่าในช่วงเวลาปัจจุบัน แผ่นดินอินเดียถูกปกคลุมด้วยป่าฝนในเขตร้อนชื้น ป่าในเขตอบอุ่นปกคลุมไปทั่วแผ่นดินออสเตรเลีย

**2.3.1.3 สมัยโอลิโกซีน (Oligocene Epoch)** อยู่ในช่วง 35.4 - 23.3 ล้านปี

สมัยโอลิโกซีน (Oligocene Epoch) เป็นสมัยที่ 3 ของยุคเทอร์เชียรีอยู่ระหว่างสมัยอีโอซีนกับสมัยไมโอซีน เป็นสมัยแรกเริ่มเริ่มของมนุษย์วานร หินที่เกิดสมัยนี้เรียกว่า หินสมัยโอลิโกซีน (Oligocene Series)



ภูมิอากาศในยุคนี้เป็นยุคที่โลกเริ่มเย็นตัวลง ภูมิอากาศหนาวเย็นเป็นธารน้ำแข็ง ประมาณ 600 - 700 ล้านปีก่อน เป็นช่วงที่โลกมีความหนาวเย็นมาก โลกปกคลุมด้วยหิมะหนากว่า 1 กิโลเมตรจากเขตอบอุ่นถึงขั้วโลก เกิดยุคน้ำแข็ง ยุคนี้ได้รับสมญาว่า โลกลูกหิมะ (Snowball Earth) มีร่องรอยของการเกิดยุคน้ำแข็ง โดยมีดัชนีบ่งชี้จากหิน Tillites และบริเวณที่ครูดไถด้วยธารน้ำแข็งในสแกนดิเนเวีย เกาะอังกฤษ เกาะสปีทซ์เบอร์เกน (Spitzbergen) และตะวันออกของเกาะกรีนแลนด์ นอกจากนี้ยังพบสิ่งเหล่านี้กระจายอยู่ในอเมริกาเหนือด้วย

## 2. บรมยุคพาเนอโรโซอิก (Phanerozoic Eon)

บรมยุคพาเนอโรโซอิก แบ่งออกเป็น 3 มหายุค ได้แก่ มหายุคพาเลโอโซอิก (Paleozoic) มหายุคเมโสโซอิก (Mesozoic) และมหายุคเซโนโซอิก (Cenozoic) โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 มหายุคพาเลโอโซอิก

มหายุคพาเลโอโซอิก (Paleozoic era) อยู่ในช่วง 570-245 ล้านปีก่อน

ในช่วงของมหายุคพาเลโอโซอิก เป็นช่วงที่มีคาบเวลารวมกัน 6 ช่วง โดยแต่ละยุค มีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนี้

#### 2.1.1 ยุคแคมเบรียน (Cambrian Period)

ยุคแคมเบรียนเป็นยุคที่ต่อจากยุคโพรเทอโรโซอิก (Proterozoic) เป็นยุคแรกของมหายุคพาเลโอโซอิก อากาศอบอุ่นเริ่มปรากฏในยุคนี้ เป็นยุคของแบคทีเรียสีเขียวและสัตว์มีกระดูก เป็นช่วงเวลาที่สัตว์ยังอาศัยอยู่ในทะเล บนพื้นดินยังว่างเปล่า สัตว์มีกระดูก ได้แก่ ไทรโลไบต์ หอยสองฝา ฟองน้ำ และหอยทาก พืชส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายทะเล เป็นต้น ไทรโลไบต์สูญพันธุ์ในช่วงปลายยุคนี้

#### 2.1.2 ยุคออร์โดวิเชียน (Ordovician Period) อยู่ในช่วง 510-439 ล้านปีก่อน

สภาพภูมิอากาศในช่วงต้นยุคนี้ เป็นไปได้ว่าอากาศอบอุ่น อุณหภูมิสูง แผ่นทวีปทั้งหลายต่างถูกน้ำทะเลเข้าท่วม ซึ่งก่อให้เกิดเส้นทางไหลของน้ำทะเลที่อบอุ่นเป็นวงกว้างในแถบร้อนชื้น แต่สำหรับช่วงกลางถึงช่วงปลายยุคออร์โดวิเชียนอุณหภูมิโลกเริ่มลดลง ส่งผลให้โลกมีลักษณะคล้ายโรงน้ำแข็ง แผ่นน้ำแข็งหนาทางขั้วโลกได้ครอบคลุมไปทั่วอาณา

บริเวณแอฟริกาและอเมริกาใต้ แต่ภูมิอากาศในแถบอเมริกาเหนือ ยุโรป ไชบีเรียและแถบ ตะวันออกของกอนด์วานามีลักษณะอบอุ่นและมีแสงแดดจ้า ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว สโตรมาโทไลต์ลดน้อยลง เกิดปะการัง ไบรโอซัว และปลาหมึก สัตว์ทะเล แพร์ฟันธุ์ขึ้นสู่บริเวณน้ำตื้น เกิดสัตว์มีกระดูกสันหลังขึ้นเป็นครั้งแรกคือ ปลาไม่มีขากรรไกร เกิดสปอร์ของพืชบกขึ้นครั้งแรก

### 2.1.3 ยุคไซลูเรียน (Silurian Period) อยู่ในช่วง 439-408 ล้านปีก่อน

สภาพภูมิอากาศในยุคไซลูเรียนบริเวณขั้วโลกใต้มีอากาศหนาวเย็น เนื่องจากมีธารน้ำแข็งปกคลุมกระจายอยู่ทั่วไป แต่ในยุคนี้แนวปะการังมากมายเจริญงอกงาม ขึ้นภายใต้แสงแดดจ้าและท้องฟ้าโปร่งใสในอเมริกาเหนือ และยุโรปตอนเหนือ เกิดสิ่งมีชีวิตได้ ทะเลลึกซึ่งใช้พลังงานเคมีจากภูเขาไฟใต้ทะเล (Hydrothermal) เกิดปลาไม่มีขากรรไกรและสัตว์ บกขึ้นเป็นครั้งแรก บนบกมีพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยสปอร์

### 2.1.4 ยุคดีโวเนียน (Devonian Period) อยู่ในช่วง 408-362 ล้านปีก่อน

ในช่วงต้นและกลางยุคเส้นศูนย์สูตร ได้พาดผ่านแผ่นดินแถบ อาร์คติกของแคนาดา บริเวณดังกล่าวมีสภาพอากาศร้อน อุณหภูมิสูง ชีวโลกเหนือมีหินปูน สะสมตัวเป็นบริเวณกว้าง โดยมีปะการังแทรกอยู่ระหว่างชั้นหิน ครอบคลุมบริเวณยุโรป ขยาย ไปยังตะวันออกของกรีนแลนด์และเข้าไปยังอะลาสกา ในยุคนี้กอนด์วานาแลนด์และ ลอเรเชีย เคลื่อนที่ขึ้นไปทางเหนือ เริ่มมีสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเกิดขึ้น ปลาเริ่มแพร่กระจายมากขึ้น ปลาหมึกหรือแพร์ฟันธุ์เป็นจำนวนมาก เกิดปลากระดูกอ่อน ปลาฉลาม หอยฝาเดียว (Ammonite) และแมลงขึ้นเป็นครั้งแรก บนบกเริ่มมีพืชขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดและมีป่าเกิดขึ้น

### 2.1.5 ยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous Period)

ยุคคาร์บอนิเฟอรัสเป็นยุคที่กินเวลายาวนานมาก มีการพบถ่านหินเป็น บริเวณกว้าง แต่การพบถ่านหินไม่ได้แสดงว่าเป็นภูมิอากาศร้อนเสมอไป ทั้งนี้เนื่องจากว่า แหล่งถ่านหินประเภทพีท (peat) พบกระจายตัวในเขตละติจูดกลางและละติจูดต่ำด้วย ดังนั้น จะต้องไม่มองข้ามสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งคือ ถ่านพีทสะสมตัว ถ้าการสลายตัวของพืชเป็นไปอย่าง ช้า ๆ ซึ่งเกิดขึ้นมากในภูมิอากาศเย็น แต่บางครั้งก็พบในเขตภูมิอากาศร้อนด้วย ดังนั้นแหล่ง ถ่านหินต้องการภูมิอากาศชื้นแต่เป็นไปได้ทั้งสภาพอากาศเย็นหรืออากาศร้อน แต่ตัวบ่งชี้ว่า

อากาศร้อนได้จากสิ่งอื่น ๆ เช่น ขนาดใหญ่ของแมลงที่อาศัยอยู่ในบึง ดินเหนียวสีแดงซึ่งได้จากคิลาแลง (laterites) ซึ่งพบว่าสัมพันธ์กับแหล่งถ่านหินด้วย

ยุคคาร์บอนิเฟอรัสบางครั้งแบ่งออกได้เป็นสองยุค คือ ยุคมิสซิสซิปเปียน (The Mississippian) และยุคเพนซิลวาเนียน (The Pennsylvanian) ซึ่งอาจจะเทียบได้กับตอนต้นของคาร์บอนิเฟอรัส และตอนปลายของยุคคาร์บอนิเฟอรัส การเกิดแผ่นดินไหว ในตอนปลายยุคดีโวเนียน เช่น การเกิดภูเขา การเกิดโครงสร้างธรณีกระเทหงาย ได้สิ้นสุดลงในตอนต้นของยุคมิสซิสซิปเปียน ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนในแอ่งต่าง ๆ อย่างมากมาย

1) ในยุคมิสซิสซิปเปียน หรือตอนต้นของคาร์บอนิเฟอรัส กินเวลาประมาณ 35 ล้านปี โดยเริ่มต้นยุคเมื่อ 362 ล้านปีมาแล้ว อากาศร้อนชื้น อบอุ่น เหมาะต่อการเจริญเติบโตของปะการัง และพวกบราซิโอพอดส์มาก สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้ก่อให้เกิดหินปูนมากมาย บางบริเวณหินปูนจะมีซากปะการังชัดเจนมาก เริ่มมีการพบสัตว์ประเภทมีกระดูกสันหลัง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำและสัตว์บกอื่น ๆ มีพืชกระจายทั่วไปอย่างกว้างขวาง ตามบริเวณที่เป็นบึง หนองน้ำหรือทะเลสาบ พืชเหล่านี้ได้กลายเป็นถ่านหินที่สำคัญ สัตว์ประจำยุคนี้คือ ครินอยด์ ซึ่งพบอย่างมากมาย นอกจากนี้ยังมีสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น บร่ายโอโซน (bryozone) เฟอรามินิเฟอรา ปะการัง หอยสองฝา และหอยฝาเดียว

2) ตอนปลายของยุคคาร์บอนิเฟอรัส หรือในยุคเพนซิลวาเนียน เริ่มต้นเมื่อประมาณ 323 ล้านปีและกินเวลาประมาณ 30 ล้านปี ในช่วงปลายยุคนั้น สภาพอากาศจะมีอุณหภูมิลดลง เข้าสู่ช่วงธารน้ำแข็ง บริเวณเส้นศูนย์สูตรสภาพอากาศอบอุ่น ร้อนชื้นและทั่วโลกได้ยังคงปกคลุมด้วยธารน้ำแข็ง

ในยุคนี้มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลหลายครั้ง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหนอง บึง หรือแอ่งตื้น มีพืชบกขึ้นเจริญเติบโตมากมาย เช่น ต้นเฟินขนาดใหญ่ ๆ ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของอินทรีย์วัตถุทำให้เกิดถ่านหินทั่วไป บางแห่งมีต้นไม้สูงถึง 100 ฟุต ต้นไม้ที่พบมากคือไม้มีเกล็ด (scale trees หรือ lycopods) เฟินมีเมล็ด (seed fern หรือ pteridosperms) บางต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 6 ฟุต ต้นไม้เหล่านี้ได้กลายเป็นถ่านหิน และน้ำมันที่สำคัญของโลกในปัจจุบัน แมลงเริ่มมีหลายชนิดและมีปริมาณมากขึ้น เช่น มีแมลงสาบมากมาย จนในยุคนี้ได้ชื่อว่ายุคของแมลงสาบ นอกจากนี้ยังมี แมงมุม แมงป่องและกิ้งกือ สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ มีการวิวัฒนาการมากขึ้นจนสามารถจะอยู่บนบกได้นาน ๆ และอยู่ในน้ำได้นาน ๆ ด้วย สัตว์เลื้อยคลาน (reptile) เริ่มมีการวิวัฒนาการในยุคนี้ นอกจากนี้ยังพบซากของแมลงปอที่มีปีกกว้างถึง 30 นิ้ว

**2.1.6 ยุคเพอร์เมียน (Permian Period)** เป็นยุคสุดท้ายของมหายุคพาเลโอโซอิก ในช่วง 290-245 ล้านปีก่อน

กอนด์วานา (Gondwana) เคลื่อนผ่านไปยังบริเวณขั้วโลกใต้ ทวีปรวมตัวกันเป็นมวลแผ่นดินใหญ่ที่เรียกว่า มหาทวีปแพนเจีย (Pangaea) ซึ่งโลกได้ส่วนมาก ถูกปกคลุมด้วยธารน้ำแข็ง สภาพอากาศหนาวเย็นปกคลุมอยู่ทั่วไป และในช่วงปลายยุคเพอร์เมียน เกิดการแผ่ขยายตัวของทะเลทรายไปทั่วบริเวณตอนกลางของมหาทวีปแพนเจีย การพัฒนาอย่างกว้างขวางของหินเกลือ (rock salt) ไปแต่ชและการทับถมจากลม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายของความแห้งแล้งที่เกิดขึ้น

จากลักษณะอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ส่งผลให้เกิดการสูญพันธุ์ครั้งยิ่งใหญ่ของสิ่งมีชีวิต (Massive Mass Extinction) โดย 96 % ของสิ่งมีชีวิตในทะเล และ 75 % ของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังบนบกสูญพันธุ์ไปในยุคนี้ นับเป็นการปิดมหายุคพาเลโอโซอิก

## **2.2 มหายุคเมโสโซอิก (Mesozoic Era)** อยู่ในช่วง 245-65 ล้านปีก่อน

สภาพอากาศที่ร้อน อุณหภูมิสูงและแห้งแล้งปรากฏทั่วไปเป็นบริเวณกว้าง กอนด์วานา (Gondwana) เริ่มแตกตัวออกและแยกตัวออกจากกัน เป็นยุคของสัตว์เลื้อยคลานจำพวกไดโนเสาร์ ซึ่งในช่วงมหายุคเมโสโซอิก สามารถแบ่งเป็นช่วงเวลาย่อยได้ 3 ยุค โดยแต่ละยุคมีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงดังนี้

**2.2.1 ยุคไทรแอสสิก (Triassic Period)** เป็นยุคแรกของมหายุคเมโสโซอิก ในช่วง 245-208 ล้านปีก่อน

เป็นยุคแรกเริ่มของไดโนเสาร์และสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม กบเกิดขึ้นครั้งแรกในยุคนี้ หินที่เกิดในยุคนี้เรียกว่าหินยุคไทรแอสสิก (Triassic System) สภาพภูมิอากาศในช่วงต้นยุคไทรแอสสิกสภาพภายในมหาทวีป Pangaea มีลักษณะร้อนและแห้งแล้ง ในช่วงเวลานี้สภาพอากาศร้อนแผ่ขยายไปถึงขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ซึ่งเวลานี้อาจถือได้ว่าเป็นช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดช่วงหนึ่งของประวัติศาสตร์โลก โดยอากาศร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงใกล้สิ้นยุคเพอร์เมียน ซึ่งสันนิษฐานว่าอาจเกิดภาวะเรือนกระจกเกินปกติแก่โลก ซึ่งเป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตล้มตายจำนวนมากระหว่างรอยต่อระหว่างยุคเพอร์เมียนกับยุคไทรแอสสิก

ช่วงต้นสมัยมีลักษณะอากาศร้อนคล้ายสมัยอีโอซีน แต่ปลายสมัยเริ่มมีน้ำแข็ง มีวิวัฒนาการของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและหิน Glendonite ปรากฏในสมัยนี้

#### 2.3.1.4 สมัยไมโอซีน (Miocene Epoch) อยู่ในช่วง 23.3-5.2 ล้านปี

สมัยไมโอซีน (Miocene Epoch) เป็นสมัยที่ 4 ของยุคเทอร์เชียรี อยู่ระหว่างสมัยโอลิโกซีนกับสมัยไพลโอซีน เป็นช่วงเวลาที่มีการก่อตัวของเทือกเขาแบบแอลป์เกิดขึ้น หินที่เกิดในสมัยนี้เรียกว่า หินสมัยไมโอซีน (Miocene Series) ลักษณะอากาศหนาวเย็นกระจายทั่วไป แต่ในแถบเส้นศูนย์สูตรและบริเวณขั้วโลกนั้นมีลักษณะอบอุ่น

#### 2.3.1.5 สมัยไพลโอซีน (Pliocene Epoch)

สมัยไพลโอซีน (Pliocene Epoch) เป็นสมัยสุดท้ายของยุคเทอร์เชียรี อยู่ในช่วงเวลา 5.2-1.6 ล้านปีก่อน สภาพอากาศคล้ายกับในสมัย Miocene และอุณหภูมิก็ลดลงต่อเนื่องถึงตอนปลายสมัย เป็นสมัยแรกเริ่มของมนุษย์ (Homo sapiens) หินที่เกิดในสมัยนี้เรียกว่า หินสมัยไพลโอซีน (Pliocene Series)

### 2.3.2 ยุคควอเทอร์นารี (Quaternary Period) ช่วงเวลาประมาณ 1.65 ล้านปีก่อนจนถึงปัจจุบัน

ยุคควอเทอร์นารี เกิดธารน้ำแข็งอีกครั้งในสมัยไพลสโตซีนและน้ำแข็งละลายในสมัยโฮโลซีน

#### 2.3.2.1 สมัยไพลสโตซีน (Pleistocene Epoch)

สมัยไพลสโตซีน เป็นสมัยที่ 1 ของยุคควอเทอร์นารี อยู่ระหว่างสมัยไพลโอซีนกับสมัยโฮโลซีน มีช่วงอายุตั้งแต่ 1.6 ถึง 0.01 ล้านปีมาแล้ว สมัยไพลสโตซีนมีธารน้ำแข็งเกิดขึ้นมากมายหลายระยะจนมีสมญาว่าเป็นยุคน้ำแข็งใหม่ (Modern Ice Age) โดยมีลักษณะที่ถูกปกคลุมด้วยน้ำแข็งเป็นบริเวณกว้างใหญ่ไพศาลมาก น้ำแข็งนั้นไม่ได้เกิดขึ้นในระยะเวลานั้นแล้วก็กลับไปสู่สภาพเดิม แต่น้ำแข็งเริ่มก่อตัวขึ้นมาจาก 2 ทวีป คือ ในบริเวณทวีปอเมริกาเหนือและทวีปยุโรป โดยปรากฏว่าช่วงที่เกิดเป็นยุคน้ำแข็ง 4 ครั้งใหญ่ ๆ ด้วยกัน ซึ่งแต่ละช่วงยุคน้ำแข็งที่เกิดขึ้นจะสลับกับช่วงสภาวะการอุ่นขึ้นของบรรยากาศ (interglacial) ซึ่งธารน้ำแข็งแผ่ขยายและถดถอยสลับกัน ยุคน้ำแข็งในยุโรปมี 4

ช่วง คือ Gunz Mindel Riss และ Wurm สำหรับในทวีปอเมริกาเหนือ มี 4 ช่วงเช่นกัน ได้แก่ Nebraskan Kansan Illinoian และ Wisconsin การขยายตัวของธารน้ำแข็งครั้งสุดท้ายหรือช่วง Wisconsin Ice Age ประมาณ 120,000-15,000 ปีที่ผ่านมา สิ้นสุดเมื่อประมาณ 13,000 ปีที่แล้ว

### ตารางที่ 3.2 ยุคน้ำแข็งในสมัยไพลสโตซีนที่เกิดในยุโรปและอเมริกาเหนือ

ยุค	ยุโรป	ทวีปอเมริกาเหนือ
ยุคน้ำแข็งที่ 4	Wurm	Wisconsin
อากาศอบอุ่น	Riss-Wurm	Sangamon
ยุคน้ำแข็งที่ 3	Riss	Illinoian
อากาศอบอุ่น	Mindel-Riss	Yarmouth
ยุคน้ำแข็งที่ 2	Mindel	Kansan
อากาศอบอุ่น	Gunz-Mindel	Aftonian
ยุคน้ำแข็งที่ 1	Gunz	Nebraskan

**2.3.2.2 สมัยโฮโลซีน (Holocene)** สมัยที่ 2 ของยุคควอเทอร์นารี มีอายุตั้งแต่สิ้นสมัยไพลสโตซีน ซึ่งเป็นสมัยน้ำแข็งครั้งสุดท้ายจนถึงปัจจุบัน เป็นสมัยที่ธารน้ำแข็งได้ถดถอยไปและอากาศร้อนขึ้น แต่การถดถอยของน้ำแข็งนี้เป็นการถดถอยชั่วคราวเท่านั้น เมื่อช่วงประมาณ 10,000-8,500 ปีก่อนคริสตกาลก็เคยเกิดการขยายตัวของน้ำแข็งขึ้นอย่างฉับพลันอีกครั้งหนึ่ง สุดท้ายก็เกิดการถดถอยตัวของน้ำแข็งจากบริเวณสแกนดิเนเวียประมาณกันว่าเกิดขึ้นในช่วงเวลาประมาณ 8,500 ปีก่อนคริสตกาล

การศึกษาด้านประวัติศาสตร์ของภูมิอากาศ เริ่มที่จะง่ายมากขึ้นในช่วงเวลาประมาณ 4,000 ปีก่อนคริสตกาล ซึ่งได้มีการร่วมกันหาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของภูมิอากาศ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ

ช่วงเวลาประมาณ 4,000 - 3,000 ปีก่อนคริสตกาล ตรงกับช่วงอารยธรรมอียิปต์โดยวิเคราะห์ได้จากละอองเกสรของต้นโอ๊ก พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศในเขตละติจูดกลาง สูงกว่าปัจจุบันประมาณ 2.5°ซ (4.5°ฟ) เขตภูมิอากาศแบบ

ทุนตราไม่ปรากฏทางตอนเหนือของไซบีเรีย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ระดับน้ำทะเลสูงกว่าในปัจจุบัน

ช่วงเวลาประมาณ 3,000 - 750 ปีก่อนคริสตกาล จากการวิเคราะห์ ละอองเกสร (pollen analysis) ในสแกนดิเนเวีย พบว่า สภาพอากาศหนาวเย็นก่อให้เกิด ธารน้ำแข็ง และระดับน้ำทะเลลดลง ทำให้เกิดเกาะและชายฝั่งทะเลขึ้น เช่น เกาะบาฮามา

ช่วงเวลาประมาณ 750 - 450 ปีก่อนคริสตกาล อากาศหนาวเย็นตลอด

ช่วงเวลาประมาณ 450 - 150 ปีก่อนคริสตกาล อากาศหนาวเย็น ธารน้ำแข็งขยายตัวมากขึ้น ระดับน้ำทะเลลดลง

ช่วงเวลาประมาณ 50 ปีก่อนคริสตกาล อากาศเย็นและชื้น

ช่วงเวลาประมาณ ค.ศ.350 อากาศอบอุ่นขึ้นทางซีกโลกเหนือ ในขณะที่ เขตร้อนชุ่มชื้นมาก ฝนตกหนัก

ช่วงเวลาประมาณ ค.ศ.800 - ค.ศ.1200 ภูมิอากาศในซีกโลกเหนือ อบอุ่นขึ้น

ช่วงเวลาประมาณ ค.ศ.1200 - ค.ศ.1550 อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง

ช่วงเวลาประมาณ ค.ศ.1550 - ค.ศ.1850 อากาศหนาวเย็น อุณหภูมิใน ซีกโลกเหนือต่ำกว่าปัจจุบัน 1 องศาเซลเซียส และเกิดธารน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกใต้

ช่วงเวลาประมาณ ค.ศ.1850 – ปัจจุบัน มีการใช้เครื่องมือตรวจอากาศ

โดยสรุปแล้ว จะเห็นได้ว่า การศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอดีต เป็นกุญแจ สำคัญที่ไขไปสู่อดีต และประตูสู่นาคต สามารถสะท้อนให้เห็นถึงสภาพภูมิอากาศในอดีตและ นำไปใช้ประโยชน์ในการทำนายความเป็นไปของสภาพภูมิอากาศในอนาคต ดังนั้นจึงมีความ จำเป็นที่ต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจ เพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโลกของเราให้สามารถ ดำรงสภาพทางธรรมชาติให้ดำรงอยู่อย่างยั่งยืน ซึ่งหน้าที่นี้มีใช่เป็นหน้าที่ของบุคคลใดบุคคล หนึ่ง แต่เป็นหน้าที่ของมนุษย์ทุกคนที่อาศัยอยู่บนโลกใบนี้