

# ช่องโหว่โอโซน

## (OZONE HOLE)

**ช่องโหว่โอโซน หรือ Ozone hole** คือ ปรากฏการณ์ที่ชั้นโอโซนเบาบางลงมาก เกิดขึ้นในช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน ของทุกปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1979-ปัจจุบัน หรือฤดูใบไม้ผลิของทวีปแอนตาร์กติกาบริเวณขั้วโลกใต้ นอกจากนี้ ยังเกิดการลดลงของโอโซนเหนือบริเวณขั้วโลกเหนือรวมทั้งประเทศที่อยู่ใกล้ขั้วโลกเช่น ทวีปยุโรปและ อเมริกา

ปัญหานี้มีความสำคัญต่อระบบภูมิอากาศทั่วโลก คือทำให้บรรยากาศชั้นสูงๆ เย็นลง และรังสีอัลตราไวโอเล็ตส่องถึงพื้นโลกมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เช่น พบว่ามีผู้ป่วยเป็นโรคมะเร็งผิวหนังมากขึ้น

สาเหตุการสลายตัวของโอโซนเนื่องมาจากสารเคมีสังเคราะห์ที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศตั้งแต่ยุคอุตสาหกรรมที่ผ่านมา เรียกกันว่า**“ซีเอฟซี”** ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นในตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ การเป่าโฟม สารผลักดันในกระป๋องสเปรย์ สารที่ใช้ในอุปกรณ์ดับเพลิง รวมทั้งสารละลายอื่นๆ

ความรุนแรงของช่องโหว่โอโซนในอนาคตคาดว่าจะลดน้อยลง และชั้นโอโซนจะค่อยๆคืนสู่สภาพปกติประมาณ ปี ค.ศ.2050 โดยเป็นผลจากความสำเร็จของ **อนุสัญญาเวียนนาว่าด้วยการพิทักษ์ชั้นโอโซนและพิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยการลดและเลิกใช้สารทำลายชั้นโอโซน** โดยนานาประเทศรวมทั้งประเทศไทยได้มีการลงนามและให้สัตยาบัน ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1985 เป็นต้นมา

**สารทำลายโอโซน (Ozone Depleting Substance, ODS)** เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์เพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรม พบว่าเป็นต้นเหตุของการทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศทำให้ชั้นโอโซนบางลง การบางลงทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เป็นอันตรายส่องถึงโลกมากขึ้นและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ เช่น มะเร็งผิวหนัง ต้อเนื้อ ต้อลม พิษและแกรนวัสดุต่างๆ เพราะและหักพังเร็วขึ้น

สารทำลายโอโซน ได้แก่สารประกอบ ฮาโลคาร์บอน (Halocarbon) ได้แก่ส่วนประกอบของธาตุ คลอรีน (Cl) ฟลูออรีน (F) โบรมีน (Br) คาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) ซึ่งเป็นค่ารวมที่เรียกระบุสารทำลายโอโซนส่วนมาก เช่น

**คลอโรฟลูออโรคาร์บอนหรือซีเอฟซี (Chlorofluorocarbon, CFCs)** คือ สารที่มีส่วนประกอบของธาตุ คลอรีน ฟลูออรีนและคาร์บอน ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เครื่องทำความเย็นในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ โฟม กระป๋องสเปรย์ สารดับเพลิง สารละลาย

**ฮาลอน (Halon)** ประกอบด้วย คาร์บอน,โบรมีน, ฟลูออรีน และ คลอรีน มักใช้เป็นสารดับเพลิง

**คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl<sub>4</sub>)** ประกอบด้วย คาร์บอน และคลอรีน มักใช้เป็นตัวทำลายในห้องปฏิบัติการ การผลิตยาเม็ด และใช้ทดสอบการดูดซึมของถ่านกัมมันตรังสี

**เมธิลคลอโรฟอร์ม (Methyl Chloroform or 1,1,1-Trichloroethane)** ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และคลอรีน มักใช้ใน อุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้า ผ้าเย็บ และใช้ทำความสะอาดมอเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น

ปัจจุบันประเทศต่างๆได้ตัดสินใจหยุดผลิตและบริโภค ยกเว้นเพื่อการใช้กรณีจำเป็น และในอุตสาหกรรมได้พยายามพัฒนาสารทดแทนที่เป็นมิตรกับโอโซน (**Ozone-Friendly**) ตามพิธีสารมอนทรีออลซึ่งเป็นสนธิสัญญาระหว่างประเทศ ว่าด้วยการลดและเลิกใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน **ฮาโลคาร์บอน (Halocarbon)** เป็นก๊าซสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอนรวมตัวกับธาตุกลุ่มฮาโลเจน เช่น ฟลูออรีน คลอรีน และโบรมีน ฮาโลคาร์บอนได้แก่ คลอโรฟลูออโรคาร์บอนหรือซีเอฟซี (**CFCs**) และฮาลอน (**Halon**) เริ่มมีการสังเคราะห์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2471 นับจากนั้นมามีการใช้แพร่หลาย เช่นใช้เป็นสารผลักดันในกระป๋องสเปรย์ โฟม เครื่องทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ และเป็นสารละลายในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปัจจุบันพบว่าโอโซนที่สำคัญ

ฮาโลคาร์บอนในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์จะเป็นก๊าซเฉื่อย ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ไม่มีพิษ ไม่ติดไฟ แต่เมื่อสารเหล่านี้ขึ้นไปถึงชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะที่ความสูงช่วง **19-23** กิโลเมตรซึ่งมีโอโซนอยู่หนาแน่น ฮาโลคาร์บอนจะได้รับพลังงานสูงจากโฟตอนของรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ ทำให้แตกตัวเป็นอะตอมคลอรีนหรือโบรมีนอิสระ อะตอมเหล่านี้จะทำ

ปฏิกิริยาอะตอมไฮโดรเจนกับอะตอมออกซิเจนจากโมเลกุลโอโซน และจะเปลี่ยนโมเลกุลโอโซนเป็นโมเลกุลออกซิเจน นอกจากนี้สารซีเอฟซียังสลายตัวได้ช้า เช่น

- CFC-115 ใช้ในการผลิตเทอร์โมสแตต และเครื่องทำความเย็น จะอยู่ในบรรยากาศถึง 1,700 ปี
- CFC-12 ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศรถยนต์ จะอยู่ในบรรยากาศนานถึง 102 ปี
- CFC-11 ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น จะอยู่ในบรรยากาศ นานถึง 50 ปี
- Halon 1301 ใช้ในอุปกรณ์ดับเพลิง อยู่ในบรรยากาศ นานถึง 65 ปี
- คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl<sub>4</sub>) ใช้เป็นสารชะล้าง อยู่ในบรรยากาศถึง 42 ปี
- เมทิลโบรมายด์ (CH<sub>3</sub>Br) ใช้ในการบำบัดโรคระบาดในปศุสัตว์ การรมผลผลิตทางการเกษตรเพื่อทำลายศัตรูพืชก่อนการส่งออก สามารถอยู่ในบรรยากาศนานประมาณ 8 เดือน

โอโซน เป็นก๊าซชนิดหนึ่งที่อยู่ในบรรยากาศ โมเลกุลประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 3 อะตอม โอโซนในบรรยากาศมีปริมาณน้อยมาก เฉลี่ยประมาณ 3 ใน 10 ล้านโมเลกุล แม้ว่าจะมีปริมาณเล็กน้อยแต่มีบทบาทสำคัญ โดยปกติพบมากใน 2 บริเวณคือ ร้อยละ 90 พบในชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์ที่ความสูงประมาณ 8 ถึง 50 กิโลเมตร และมีความหนาแน่นที่สุดที่ประมาณ 15 - 35 กิโลเมตร เรียกว่า **ชั้นโอโซน** ส่วนที่เหลือร้อยละ 10 พบที่บริเวณชั้นล่างลงมา เรียกว่า **โอโซนผิวพื้น** หรือ โอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ซึ่งนับจากพื้นดินขึ้นไปถึงประมาณ 8 กิโลเมตร

โมเลกุลของโอโซนใน 2 บริเวณนี้มีลักษณะทางเคมีเหมือนกัน แต่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่างกัน คือชั้นโอโซนที่อยู่สูง มีบทบาทสำคัญในการดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เรียกว่า UV-B ทำให้มีเพียงส่วนน้อยที่ส่องถึงพื้นโลก การดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตทำให้เกิดความอบอุ่นในบรรยากาศสตราโตสเฟียร์ซึ่งมีลักษณะอุณหภูมิสูงขึ้นตามความสูง โอโซนจึงมีความสำคัญต่อระบบอุณหภูมิในบรรยากาศโลก หากปราศจากการกรองรังสีอัลตราไวโอเล็ตแล้วจะมีรังสีส่องถึงพื้นโลกมากขึ้นและส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ สัตว์ และพืช ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ เราจึงเรียกโอโซนในชั้นนี้ว่า **“โอโซนดี”** ในทางกลับกัน โอโซนในบริเวณผิวพื้น หากมีมากจะเป็นมลพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตจึงเรียกว่า **“มลพิษโอโซน”** ซึ่งหากร่างกายได้รับโอโซนในปริมาณสูง จะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ โดยเฉพาะในเด็กหญิงมีครรภ์ ผู้ป่วยเป็นโรคภูมิแพ้ และมะเร็งในปอด เป็นต้น

นอกจากโอโซนมีผลกระทบต่อสุขภาพแล้วยังมีผลอื่นๆ อีก เช่น ทำให้พืชแคระแกร็น ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง อัตราการงอกของเมล็ดต่ำ ความต้านทานเชื้อโรคและแมลงต่ำ เนื่องจากโอโซนได้ทำลายเซลล์ของพืช เช่นเดียวกับเซลล์ของคนและสัตว์ ส่วนวัสดุก่อสร้าง จะเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

มลพิษโอโซน มักเกิดในภาวะที่มีแสงแดด อากาศร้อน ไม่มีฝนตก ไม่มีลม โดยส่วนใหญ่เกิดในตอนบ่ายเวลาประมาณ 14-18 นาฬิกา ซึ่งมีการปล่อยมลพิษจากรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุด โดยเฉพาะในเขตเมืองใหญ่