มลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ (SLCPs): การซื้อเวลาเพื่อชะลอปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ดร.ธงชัย ขนาบแก้ว *

บทนำ

เมื่อกล่าวถึงภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หลายคนคงนึกถึงกลุ่มก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases; GHGs) ซึ่งประกอบไปด้วยก๊าซหลัก ๆ 6 ชนิด ตามประกาศในพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF_6) (UNFCCC, 2014) การดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่วนใหญ่มุ่งเน้นให้ความสำคัญต่อการลดปริมาณก๊าซต่าง ๆ ดังกล่าว ในชั้นบรรยากาศ แต่กระนั้นหากพิจารณาค่าช่วงชีวิต (Lifetime) ของก๊าซเหล่านี้ (ยกเว้นก๊าซมีเทนและก๊าซก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนบางชนิด) พบว่ามีตั้งแต่ช่วงชีวิตที่ยืนยาวในระดับร้อยปีจนถึงหลายพันปี การดำเนินการต่าง ๆ เพื่อลดผลกระทบของก๊าซเหล่านี้จึงต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานถึงจะเห็นผลของการเปลี่ยนแปลง จนอาจกล่าวได้ว่า “การดำเนินการใด ๆ เพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในวันนี้ จะเห็นผลสำเร็จในช่วงชีวิตของลูกหลานเลยทีเดียว” ดังนั้นกลุ่มมลสารที่มีช่วงชีวิตสั้นและส่งผลต่อภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นกลุ่มมลสารที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน

* อาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สาขาเทคโนโลยีทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

มลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ หรือ ที่เรียกกันในภาษาอังกฤษว่า "Short-lived Climate Pollutants (SLCPs) (EESI, 2013; IGSD, 2013) หรือ Short-lived Climate Forcers (UNEP, 2011a) หรือ Short-lived Climate Forcing Agents (Carmichael et al., 2013) หรือ Short-lived Heating Components (Myhre et al., 2011) ล้วนมีความหมายอย่างเดียวกันนั่นคือมลสารที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะเวลาอันใกล้ ในช่วงประมาณ 20 – 40 ปี และเป็นมลสารที่มีช่วงชีวิตสั้นในบรรยากาศเมื่อเปรียบเทียบกับมลสารหรือก๊าซที่มีช่วงชีวิตยืนยาวอื่น ๆ อาทิ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (UNEP, 2011a; EESI, 2013; Carmichael et al., 2013; Myhre et al., 2011) มลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศเหล่านี้ ได้แก่ ก๊าซมีเทน คาร์บอนดำ ก๊าซโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ (Tropospheric Ozone, O_3) และ ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน การลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นการซื้อเวลา เพื่อชะลอผลกระทบของปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และขณะเดียวกันก็สามารถพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการกับก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ได้

บทความฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอมุมมองขององค์กรระดับนานาชาติต่อการจัดการปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก โดยให้ความสำคัญต่อมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศทั้ง 4 ชนิด และประโยชน์ที่ได้รับจากการลดปริมาณมลสารเหล่านี้ รวมถึงการตื่นตัวของประเทศไทยในการปรับทิศทางการจัดการกับปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สอดคล้องกับองค์ความรู้ที่ปรับเปลี่ยนและยุทธศาสตร์ระดับนานาชาติต่อไป

มลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ

มลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ หรือ **SLCPs** (Short-lived Climate Pollutants) เป็นมลสารที่มีช่วงชีวิตสั้นในชั้นบรรยากาศ อยู่ได้ประมาณ 1 วัน จนถึง 1 ทศวรรษ และมีศักยภาพที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potentials; GWPs) มลสารดังกล่าวที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซมีเทน คาร์บอนดำ และก๊าซโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ ซึ่งนับว่าเป็นตัวการที่สำคัญต่อภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์รองมาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มลสาร SLCPs เหล่านี้ยังจัดว่าเป็นมลพิษทางอากาศ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ผลิตผลทางการเกษตร และระบบนิเวศน์ นอกจากนี้ยังมีมลสาร SLCPs อื่น ได้แก่ ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน รายละเอียดของมลสารที่กล่าวถึงทั้ง 4 ชนิด รวมถึงช่วงชีวิตในบรรยากาศ และศักยภาพที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนแสดงได้ดังตารางที่ 1 และจะอธิบายในหัวข้อย่อยถัดไป

ก๊าซมีเทน (Methane)

ก๊าซมีเทน เป็นมลสารสำคัญที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อนเนื่องจากมีความสามารถในการแผ่ความร้อนรองลงมาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Royal Society, 2008) ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทนที่เพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศมีแหล่งกำเนิดมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นหลัก กิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าว ได้แก่ การปลูกข้าว การทำปศุสัตว์ การทำเหมืองถ่านหิน การผลิตและการขนส่งน้ำมันและก๊าซเชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง และการฝังกลบขยะมูลฝอย ก๊าซมีเทนนอกจากจะส่งผลกระทบทางตรงต่อภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว ยังเป็นสารตั้งต้นในการเกิดก๊าซโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ (UNEP/WMO, 2011)

คาร์บอนดำ (Black Carbon)

คาร์บอนดำ เป็นฝุ่นละอองชนิดหนึ่งที่เป็นองค์ประกอบหลักของเขม่ารถ ดังนั้นด้วยลักษณะที่เป็นอนุภาคของแข็ง คาร์บอนดำจึงไม่จัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ในชั้นบรรยากาศคาร์บอนดำจะทำหน้าที่ดูดซับรังสีดวงอาทิตย์และแผ่

ตารางที่ 1 ชนิดของมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ (SLCPs) ช่วงชีวิตในบรรยากาศ และศักยภาพที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน

ชนิดมลสาร	ค่าช่วงชีวิต (Lifetime)	การแผ่ความร้อนสุทธิ Net Change in Radiative Forcing (W/m^2) [ก]	ศักยภาพที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน Global Warming Potentials [ข]
มีเทน	12 ปี	0.86	25
คาร์บอนดำ	1 สัปดาห์	0.44–0.9	460
โอโซน (โทรโพสเฟียร์)	4–8 สัปดาห์	0.27 [ค]	ไม่มีข้อมูล
ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน	15 ปี	0.28	1,600 [ง]

ที่มา UNEP, 2011a; UNEP, 2011b; Forster et al., 2007; Ramanathan and Carmichael, 2008; EESI, 2013

หมายเหตุ [ก] การแผ่ความร้อนสุทธิคำนวณในช่วงปี พ.ศ. 2293–2548 (ค.ศ.1750–2005)

[ข] ศักยภาพที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเทียบเท่าอ้างอิงจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่กรอบเวลา 100 ปี

[ค] คำนวณจากปริมาณการระบายสารตั้งต้นของโอโซน

[ง] ค่าเฉลี่ยคำนวณจากปริมาณการปล่อยจำแนกตามชนิดของก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน

ความร้อนออกมาทำให้ชั้นบรรยากาศร้อนขึ้น คาร์บอนดำมีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงถ่านหิน ไม้ และชีวมวลต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซมีเทน กลุ่มสารอินทรีย์ระเหย คาร์บอนดำ และคาร์บอนอินทรีย์

เป็นเรื่องที่น่าสนใจว่าคาร์บอนดำ (มลสารที่ทำให้โลกร้อน) และคาร์บอนอินทรีย์ (มลสารที่ทำให้โลกเย็น) นั้นมักจะถูกปล่อยออกมาพร้อม ๆ กัน (Co-emissions) ซึ่งจะมีสัดส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด ดังนั้นมาตรการที่จัดทำขึ้นเพื่อลดผลกระทบมลสารที่ปะปนกันระหว่างคาร์บอนดำและคาร์บอนอินทรีย์จึงควรคำนึงถึงประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษและศักยภาพที่ก่อให้เกิดโลกร้อนสุทธิ (เมื่อหักลบกันระหว่างคาร์บอนดำและคาร์บอนอินทรีย์) คาร์บอนดำเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนผ่านกระบวนการต่าง ๆ เริ่มต้นจากการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ด้วยรงควัตถุที่เป็นสีดำ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลของการแผ่ความร้อน และทำให้โลกร้อนขึ้นในที่สุด นอกจากนี้คาร์บอนดำที่ตกสะสมบนพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยน้ำแข็งหรือหิมะ จะลดความสามารถในการสะท้อนกลับของรังสีดวงอาทิตย์ (Albedo) ส่งผลให้โลกร้อนและน้ำแข็งละลายเร็วขึ้นเนื่องจากการดูดซับความร้อนของน้ำแข็งหรือหิมะที่มีคาร์บอนผสมอยู่นั่นเอง การประเมินศักยภาพของคาร์บอนดำที่ทำให้เกิดโลกร้อนนั้นยังมีความคาดเคลื่อนค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากคาร์บอนดำยังสามารถส่งผลต่อการก่อตัวของกลุ่มเมฆ ซึ่งความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ของนักวิทยาศาสตร์ ณ ปัจจุบันยังมีค่อนข้างจำกัด (UNEP/WMO, 2011)

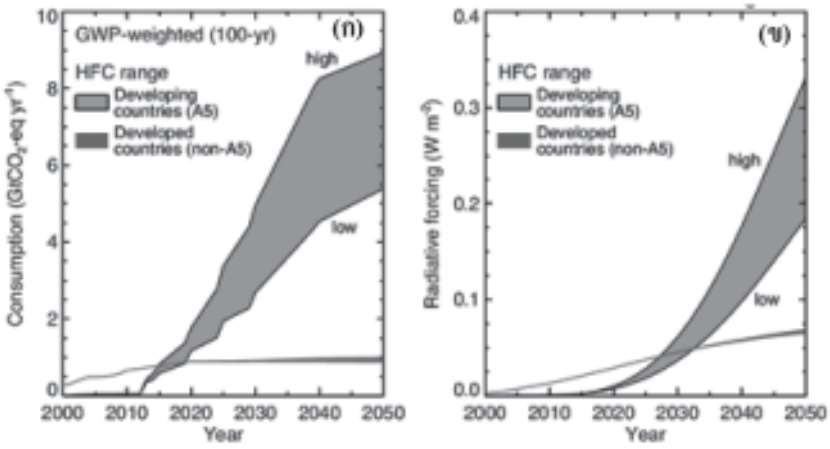
ก๊าซโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ (Tropospheric Ozone)

ก๊าซโอโซน เป็นก๊าซที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาพบได้สองบริเวณในชั้นบรรยากาศนั่นคือชั้นสตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) และชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) โอโซนที่พบในชั้นโทรโพสเฟียร์ อาจเรียกว่า “โอโซนที่ระดับผิวดิน (Ground-Level Ozone)” การสำรวจพบปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา ส่งผลให้ก๊าซโอโซนเป็นก๊าซในลำดับที่ 3 ที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อน (รองจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน) (Royal Society, 2008) นอกจากนี้ก๊าซโอโซนยังส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร (Permadi et al., 2013) และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยเฉพาะระบบทางเดินหายใจเมื่อสูดดมเข้าไป (WHO, 2009)

ก๊าซโอโซนเป็นมลสารที่แตกต่างกับมลสารอื่น ๆ ทั่วไปเนื่องจากจัดเป็นมลสารทุติยภูมิ (Secondary Pollutants) ซึ่งไม่ได้ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดโดยตรง แต่ก่อตัวในชั้นโทรโพสเฟียร์ผ่านปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อนโดยมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซมีเทน สารอินทรีย์ระเหย และออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxides of Nitrogen, NO_x) เข้ามาเกี่ยวข้องและมีแสงอาทิตย์เป็นตัวกระตุ้น (UNEP, 2011a) ก๊าซที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวเรียกว่า "สารตั้งต้น (Precursors)" ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากทั้งธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ การควบคุมปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซนจึงค่อนข้างกระทำได้ยาก วิธีการที่ดีที่สุดที่สามารถปฏิบัติได้คือการควบคุมสารตั้งต้นที่มาจากการกระทำของมนุษย์ โดยเฉพาะสารอินทรีย์ระเหยและออกไซด์ของไนโตรเจน (Permadi et al., 2013)

ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbons)

ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน เป็นสารเคมีอีกชนิดที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทดแทนก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon; CFC) เพื่อลดผลกระทบต่อภาวะรอยรั่วของโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ (Stratospheric Ozone Depletion) อุตสาหกรรมดังกล่าว ได้แก่ การผลิตเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น ถังดับเพลิง ตัวทำละลาย และสเปรย์ แม้ว่าก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนอาจไม่ทำลายชั้นโอโซน แต่ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนจัดว่าเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญอีกตัวหนึ่ง ปัจจุบันสารชนิดนี้พบได้ในปริมาณไม่มากนักในชั้นบรรยากาศ แต่ก็มีการคาดการณ์ว่าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในอนาคตอันใกล้เนื่องมาจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา (Velders et al., 2009) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 (ก) การคาดการณ์ปริมาณการใช้สารไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC)ในอนาคต และ(ข) ค่าการแผ่ความร้อนของ HFC (ที่มา: Velders et al., 2009)

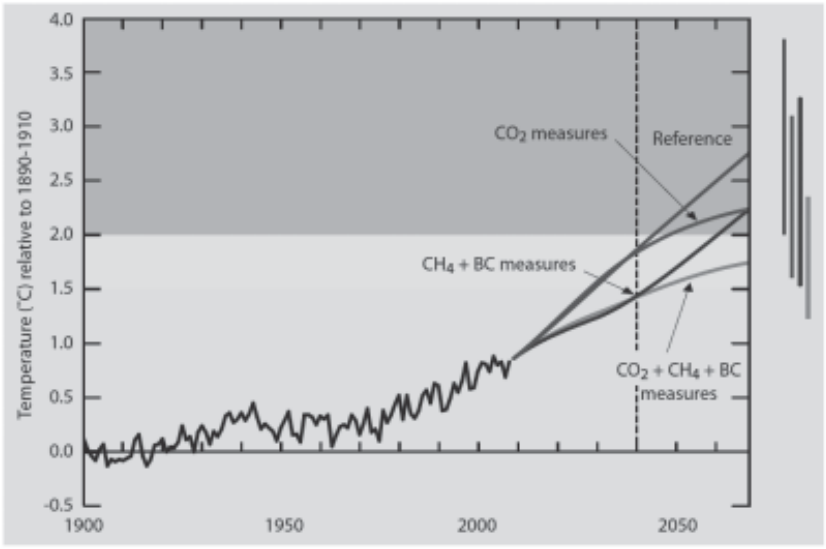
จากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่าหากยังคงปล่อยสถานการณ์เป็นเช่นนี้ต่อไป ปริมาณก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนถูกคาดการณ์ไว้ว่าจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวในปี ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ (รูปที่ 1 ก) และจะเป็นสารที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงกลางศตวรรษที่ 21 (ค.ศ. 2050) (รูปที่ 1 ข) เนื่องมาจากปริมาณการแผ่ความร้อนที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง (Velders et al., 2009) นอกจากนี้จากการคาดการณ์ที่แสดงดังรูปประเทศในกลุ่มกำลังพัฒนา (Developing Countries) จะเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้น (SLCPs)

เป็นที่แน่นอนว่าประโยชน์ที่สำคัญที่ได้รับจากการลดมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศเหล่านี้คือการควบคุมระดับอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกไม่ให้สูงเกินกว่าระดับปลอดภัยที่กำหนดในช่วงเวลาอันใกล้ หรือเป็นการซื้อเวลาเพื่อชะลอปัญหาภาวะโลกร้อน นอกจากนี้ยังมีประโยชน์อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากการลดปริมาณมลสารเหล่านี้ ได้แก่ การลดปริมาณอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร และการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

(1) การซื้อเวลาเพื่อชะลอปัญหาภาวะโลกร้อน

หลาย ๆ พื้นที่ทั่วโลกได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังจะเห็นได้จากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น อาทิ การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ในขณะเดียวกันอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยของโลกกำลังจะแตะระดับ 2 ˚C ซึ่งถือว่าเป็นระดับเป้าหมายความปลอดภัยที่ตั้งไว้ (UNEP, 2011a) ดังนั้นด้วยค่าช่วงชีวิตที่สั้นของมลสารเหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีค่าช่วงชีวิตในบรรยากาศที่ยาวนานเป็นศตวรรษ การลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้นจึงทำให้สามารถเห็นผลการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพภูมิอากาศได้ในเวลาอันรวดเร็ว โดยคาดการณ์ไว้ว่าหากสามารถควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและคาร์บอนดำได้จะทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกลดลงประมาณ 0.5 ˚C ในปีพ.ศ.2593(ค.ศ.2050) (UNEP/WMO, 2011) (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) และจากรูปจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกต่อมาตรการในการลดปริมาณก๊าซมีเทน และคาร์บอนดำ ที่คาดการณ์จากปี พ.ศ.2552 จนถึงปีพ.ศ.2613 (ค.ศ. 2009 – 2070) มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่มีการควบคุมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพียงอย่างเดียว (ค่าความคลาดเคลื่อนจากการคาดการณ์แสดงได้จากเส้นแสดงความคลาดเคลื่อนด้านขวามือของรูป)



รูปที่ 2 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เปลี่ยนแปลงตามมาตรการการลดปริมาณก๊าซมีเทนและคาร์บอนดำ
(ที่มา: UNEP/WMO, 2011)

อย่างไรก็ตามการลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้นนั้นก็เพียงแค่การซื้อเวลาในการชะลอปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะเวลาอันใกล้ การควบคุมและการลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ที่มีช่วงชีวิตที่ยืนยาวจะต้องดำเนินการไปพร้อม ๆ กันกับการพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถจัดการกับก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ได้เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาในระยะยาว

(2) ประโยชน์อื่นๆ

(2.1) การลดปริมาณอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร

ในแต่ละปีพบว่าอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของประชากรโลกมีสาเหตุมาจากการรับสัมผัสต่อมลพิษทางอากาศทั้งแบบในห้องและนอกห้อง (Indoor and Outdoor Exposure) ประมาณ 3.1 ล้านคน โดยคิดเป็นร้อยละ 3.2 เมื่อเปรียบเทียบกับการเสียชีวิตด้วยสาเหตุอื่น ๆ (WHO, 2009) มลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพ

ภูมิอากาศจัดเป็นปัจจัยสำคัญต่อสาเหตุการเสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศดังกล่าว ตัวอย่างเช่น คาร์บอนดำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในฝุ่นละอองซึ่งจัดเป็นมลพิษทางอากาศที่เป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (WHO, 2009) ดัชนีคุณภาพอากาศที่ใช้บ่งชี้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก คือ $PM_{2.5}$ (ฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนหรือไมโครเมตร) ซึ่งจะส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจและระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ การรับสัมผัสมลพิษสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในห้องและนอกห้อง ดังนั้นจะเห็นว่าการลดปริมาณคาร์บอนดำในบรรยากาศจะช่วยลดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบต่อสุขภาพได้อีกทาง องค์การอนามัยโลก (WHO, 2009) ได้คาดการณ์ว่าการปรับปรุงระบบการเผาไหม้ของเตาถ่านและการใช้เชื้อเพลิงสะอาดสามารถลดปริมาณการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของประชากรได้ประมาณ 2 ล้านคนต่อปี

(2.2) การเพิ่มปริมาณผลผลิตทางการเกษตร

ในปัจจุบันผลผลิตทางการเกษตรเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่ตอบสนองต่อความต้องการของจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มสูงขึ้น มลพิษทางอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซโอโซนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงในปริมาณหลายล้านตันต่อปี (UNEP, 2011a) โดยจำแนกได้ว่าผลผลิตทางการเกษตรที่ลดลงเนื่องมาจากก๊าซโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ อยู่ที่ร้อยละ 7 – 12 สำหรับข้าวสาลี ร้อยละ 6 – 16 สำหรับถั่วเหลือง ร้อยละ 3 – 4 สำหรับข้าว และร้อยละ 3 – 5 สำหรับข้าวโพด (UNEP, 2011a) มีการคาดการณ์ว่าหากสามารถลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ อาทิ การลดปริมาณการปล่อยหรือการนำไปใช้ประโยชน์ก๊าซมีเทน (สารตั้งต้นชนิดหนึ่งของการเกิดโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์) จากระบบฝังกลบมูลฝอยและการเกษตร และการใช้พลังงานที่สะอาด ทำให้หลีกเลี่ยงปริมาณการสูญเสียผลิตผลทางการเกษตรได้ถึง 30 ล้านตันต่อปี (UNEP, 2011a)

การตื่นตัวของโลกต่อการลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้น

ในขณะที่หน่วยงานต่าง ๆ ทั่วโลก อาทิ อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC) คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme; UNEP) องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization; WMO) และองค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ต่างให้ความสำคัญต่อก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะอย่างยิ่งมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เริ่มต้นด้วยอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC, 2014) ซึ่งจัดว่าเป็นหน่วยงานแรก ๆ ที่ผลักดันให้เกิดกลไกในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกผ่านพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) โดยกำหนดชนิดของก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ เพื่อลดผลกระทบต่อปัญหาภาวะโลกร้อนผ่าน 3 กลไกหลักที่สำคัญ ได้แก่ กลไกการซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (International Emissions Trading) กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanisms) และกลไกการดำเนินการร่วมกัน (Joint Implementation) อย่างไรก็ตามการดำเนินการของพิธีสารเกียวโตนั้นไม่ได้นับรวมไปถึงมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศอื่น ๆ คือ คาร์บอนดำและก๊าซโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์

ต่อมาก็มีหน่วยงานอื่น ๆ อาทิ คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC, 2014) โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP, 2014) และองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO, 2014) ซึ่งเป็นหน่วยงานระดับนานาชาติ ที่ดำเนินการศึกษาปัจจัยและผลกระทบของภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การดำเนินการศึกษาของทั้ง 3 หน่วยงานดังกล่าวครอบคลุมมลสารชนิดอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากกลุ่มก๊าซเรือนกระจก

ตามประกาศในพิธีสารเกียวโต การจำแนกประเภทมลสารที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็น 2 กลุ่ม คือ มลสารช่วงชีวิตสั้น และมลสารช่วงชีวิตยืนยาว ทำให้สามารถเสนอแนวทางการลดผลกระทบได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว นอกจากนี้ในด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาวะสุขภาพของมนุษย์ก็มีองค์การอนามัยโลก (WHO, 2014) ที่ได้ดำเนินการศึกษาและวางแผนงานเพื่อรณรงค์การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกและมลสารช่วงชีวิตสั้น ผ่านการดำเนินงานต่าง ๆ ได้แก่ การปลูกฝังและเสริมสร้างจิตสำนึก (Advocate and Raise Awareness) การผนึกกำลังกับหน่วยงานอื่นๆ (Strengthen Partnerships) การส่งเสริมองค์ความรู้ (Enhance Scientific Evidence) และการส่งเสริมระบบสุขภาพ (Enhance Health System)

สำหรับประเทศไทยก็ได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงได้ให้สัตยาบันเข้าร่วมเป็นภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2537 และลงนามให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโต เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2545 (อบก, 2557) การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยได้มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการดำเนินงานด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาดภายใต้การกำกับดูแลขององค์การบริการจัดการก๊าซเรือนกระจก และให้ความสำคัญเฉพาะก๊าซเรือนกระจกทั้ง 6 ชนิดตามประกาศในพิธีสารเกียวโต นอกจากนี้สำหรับประเทศไทยยังมีสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ., 2551; สผ., 2556) ที่ได้ดำเนินการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและจัดทำแผนแม่บทเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยมีแผนงานที่สำคัญ 2 ฉบับ ได้แก่ ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2551–2555 (สผ., 2551) และ(ร่าง) แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2556–2593 (สผ., 2556) อย่างไรก็ตามทั้ง 2 แผนงานไม่ได้ระบุแนวทางหรือยุทธศาสตร์เฉพาะในการลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ ชนิดของมลสารที่ให้ความสำคัญยังคงเป็นกลุ่มก๊าซเรือนกระจก

บทสรุป

จากการคาดการณ์พบว่าการลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ก๊าซมีเทน คาร์บอนดำ ก๊าซโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ และก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน จะช่วยชะลอผลกระทบต่อปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสามารถเห็นผลการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นการลดมลสารดังกล่าวนับได้ว่าเป็นการซื้อเวลาเพื่อหาแนวทางบรรเทาผลกระทบและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อจัดการกับก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ซึ่งเป็นกลุ่มมลสารที่มีช่วงชีวิตยืนยาวในบรรยากาศ นอกจากนี้ขณะที่หลายหน่วยงานทั่วโลกได้ตื่นตัวต่อการจัดทำแนวทางและมาตรการการลดปริมาณมลสารช่วงชีวิตสั้นเพื่อลดผลกระทบต่อปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การดำเนินการจัดทำแผนแม่บทหรือยุทธศาสตร์ระดับประเทศควรคำนึงถึงมลสารช่วงชีวิตสั้นดังกล่าว หรือมีการปรับปรุงแผนงานอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้การดำเนินงานสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของโลก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ นายราเชนทร์ คุ้มสังข์ ที่ช่วยตรวจทานการสะกดคำและเอกสารอ้างอิง และขอขอบคุณ นายสุรศักดิ์ สีชุม และ ดร.จุฑามาศ รัตติกาลสุขะ ที่ช่วยอ่านบทความต้นฉบับ

เอกสารอ้างอิง

สผ. (2551) ยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2551–2555. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สผ. (2556) (ร่าง) แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2556-2593. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อบก. (2557) การมีผลบังคับใช้ของพิธีสารเกียวโต http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=59 :kp-retified&catid=44:unfccc-a-kp&Itemid=34. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2557.

Carmichael G.R., Kulkarni S., Chen Y., Ramanathan V. and Spak S. (2013) Short-Lived Climate Forcing Agents and Their Roles in Climate Change. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 77: 227-236.

EESI (2013) Short-Lived Climate Pollutants: Why are They Important? Environmental and Energy Study Institute (EESI).

Forster P., Ramaswamy V., Artaxo P., Berntsen T., Betts R., Fahey D.W., Haywood J., Lean J., Lowe D.C., Myhre G., Nganga J., Prinn R., Raga G., Schulz M. and Van Dorland R. 2007. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IGSD (2013) Primer on Short-Lived Climate Pollutants. Institute for Governance & Sustainable Development (IGSD).

IPCC (2014) Climate Change: Fifth Assessment Report. http://www.ipcc.ch/. Intergovernmental Panel on Climate Change. Accessed on February 10, 2014.

Myhre G., Fuglestvedt J.S., Berntsen T.K. and Lund L.T. (2011) Mitigation of Short-Lived Heating Components May Lead to Unwanted Long-Term Consequences. Atmospheric Environment, 45: 6103-6106.

Permadi D.A., Murray F. and Kim Oanh N.T. (2013) Regional-Scale Modeling for Projection of Ozone Air Quality and Potential Effects on Agricultural Crops in Southeast Asia. In: *Integrated Air Quality Management-ASEAN Case Studies* [Kim Oanh, N.T. (eds.)]. CRC Press.

Ramanathan V. and Carmichael G.R. (2008) Global and Regional Climate Change due to Black Carbon. Nature Geoscience, 1: 221-227.

Royal Society (2008) Ground-level Ozone in the 21st Century: Future Trends, Impacts and Policy Implications. Science Policy Report 15/08, Royal Society, London, UK.

UNEP (2011a) Near-term Climate Protection and Clean Air Benefits: Actions for Controlling Short-Lived Climate Forcers, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya.

UNEP (2011b) HFCs: A critical link in protecting climate and ozone layer. A UNEP Synthesis Report. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya.

UNEP (2014) Climate Change. http://www.unep.org/climatechange/. United Nations Environment Programme. Accessed on February 10, 2014.

UNEP/WMO (2011) Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone, Summary for decision makers.

UNFCCC (2014) Kyoto Protocol. https://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php. United Nations Framework Convention on Climate Change. Accessed on February 10, 2014.

Velders G., Fahey D., Daniel J., McFarland M. and Andersen S. (2009) The Large Contribution of Projected HFC Emissions to Future Climate Forcing. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106: 10949–10954.

WHO (2009) Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

WHO (2014) Climate Change and Health. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/. World Health Organization. Accessed on February 10, 2014.

WMO (2014) Climate. http://www.wmo.int/pages/themes/climate/index_en.php. World Meteorological Department. Accessed on February 10, 2014.