

การประยุกต์การสำรวจระยะไกลเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลก

กมลวรรณ วัฒนชัย*

บทคัดย่อ

การสำรวจระยะไกลได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลก รวมไปถึงผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของโลก เช่น ลักษณะภูมิประเทศ มหาสมุทร และชั้นบรรยากาศ ซึ่งหากเราไม่มีระบบการสำรวจธรรมชาติด้วยดาวเทียมแล้ว เราอาจไม่มีข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ ไปใช้ประกอบการตัดสินใจ ตลอดจนการปรับตัว และและสร้างข้อตกลงร่วมกันระหว่างประเทศ เพื่อป้องกัน หรือลด ความเสี่ยงต่อวิกฤตการณ์ที่จะเผชิญในอนาคต ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ โคจรอยู่ในตำแหน่งที่สูงจากพื้นโลก ส่งผลให้เกิดความได้เปรียบอันที่ช่วยให้สามารถบันทึกข้อมูลได้เป็นบริเวณกว้าง (Synoptic view) ทำให้สามารถบันทึกข้อมูลบริเวณเดียวกันได้หลายช่วงเวลา ซึ่งเป็นผลดีต่อการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพลวัตการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก และชั้นบรรยากาศของโลก องค์การทางด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) ของสหประชาชาติซึ่งทำหน้าที่ค้นคว้า และจัดทำรายงานผลการศึกษเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ได้นำเอาภาพข้อมูลดาวเทียมมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เนื่องจากภาพข้อมูลดาวเทียมนั้นสามารถนำไปใช้เปรียบเทียบเชิงปริมาณของพลวัตการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก สมุทรศาสตร์ และชั้นบรรยากาศ ในการติดตามและประเมินสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนประยุกต์ใช้ภาพข้อมูลดาวเทียมและเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงพื้นที่ ในการสนับสนุนและให้บริการข้อมูลที่สามารถนำไปสู่การวางแผนและบริหารจัดการผลกระทบ เพื่อรับมือจากวิกฤตการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ

การสำรวจระยะไกล รีโมทเซนซิง ภาวะโลกร้อน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

บทนำ

ปัญหาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก เริ่มส่งผลเด่นชัดต่อผู้คนในทุกพื้นที่ในโลกมากขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลที่มีความแปรปรวนรุนแรงมากขึ้น เหตุผลหลักที่เป็นปัจจัยกระตุ้นเกิดขึ้นจากทั้งกิจกรรมของมนุษย์และบางส่วนเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของประชากรโลกตลอดจนการพัฒนาในด้านอื่นๆ ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ทั้ง

* อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น

ภาคอากาศ พื้นดิน แหล่งน้ำ ทะเล และชายฝั่ง อาทิ สภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าวมากขึ้น หรือช่วงฤดูหนาวที่ยาวนาน พายุที่รุนแรง การเกิดไฟฟ้า ภัยแล้ง น้ำท่วม หรือปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว เป็นต้น ประเทศไทยมีการดำเนินงานของหลายๆ หน่วยงาน เพื่อติดตามและประเมินสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเชิงพื้นที่ เพื่อสนับสนุนและให้บริการข้อมูลที่สามารถนำไปสู่การวางแผนและบริหารจัดการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในบทความนี้มีจุดหมายที่จะกล่าวถึงการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยใช้การสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของโลกในระดับต่างๆ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ภัยพิบัติธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนติดตาม และประเมินสถานการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อประยุกต์ใช้ภาพข้อมูลดาวเทียม และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเชิงพื้นที่ ในการสนับสนุนและให้บริการข้อมูลที่สามารถนำไปสู่การวางแผนและบริหารจัดการผลกระทบ และรับมือจากวิกฤตการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและการสำรวจระยะไกล

จากอดีตภูมิอากาศบนโลกได้เปลี่ยนแปลงมาโดยตลอด ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พยายามพัฒนาทฤษฎีต่างๆ เพื่อใช้อธิบายสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก โดยมีทั้งปัจจัยทางธรรมชาติที่เกี่ยวกับกระแสลม วงโคจรโลก จุดดับในดวงอาทิตย์ กระแสน้ำ ฝุ่นละอองในอากาศจากภูเขาไฟหรือลูกอุกกาบาต และก๊าซเรือนกระจก เป็นก๊าซธรรมชาติประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ และโอโซน แต่ที่สำคัญมากคือคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน ตั้งแต่เริ่มยุคอุตสาหกรรมและมีปริมาณความเข้มข้นเพิ่มอย่างต่อเนื่องมาสู่การใช้เชื้อเพลิงในการคมนาคม นอกจากมีการใช้เชื้อเพลิงพลังงานที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ยังมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยเฉพาะการตัดไม้ทำลายป่า การเผาป่าและเศษพืช การเกษตรกรรม และอื่นๆ ที่เป็นการทำลายแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบทความนี้จะกล่าวถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศของโลก ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ซึ่งส่งผลต่อการเกิดภาวะโลกร้อน

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุพื้นผิว และปรากฏการณ์บนพื้นโลก จากเครื่องรับรู้โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic energy) เป็นสื่อในการได้มาซึ่งข้อมูลซึ่งมีคุณลักษณะ 3 ประการ คือ ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ลักษณะเชิงพื้นที่ของวัตถุบนพื้นโลก และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา การสำรวจระยะไกลนั้นถือเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบแหล่งสะสมคาร์บอน (Carbon stock) และการแทรกแซงจากกิจกรรมของมนุษย์ผ่านทาง การตัดไม้ทำลายป่า การฟื้นฟูสภาพป่า และการปลูกป่า ซึ่งข้อมูลที่ทันสมัยที่ได้รับจากการสำรวจระยะไกลนั้นช่วยให้คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทราบถึงสถานการณ์ในปัจจุบันเพื่อเข้ามากำหนดมาตรการหรือนโยบายต่างๆ เพื่อรับมือกับวิกฤตการณ์โลกร้อนได้อย่างเหมาะสม จุดสนใจอีกประการของงานวิจัยทางด้านการสำรวจ

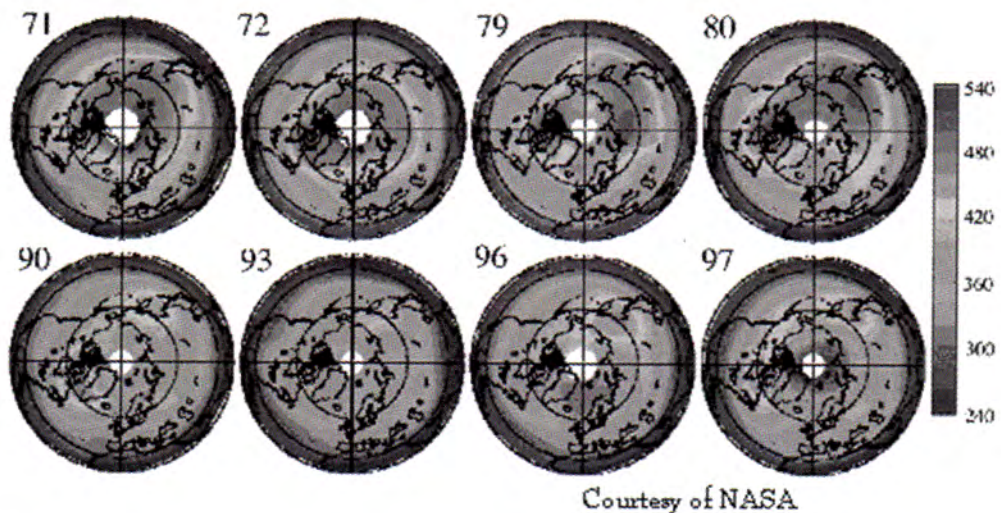
ระยะไกล คือ พยายามมุ่งเน้นที่จะพัฒนาเทคนิคและวิธีการเฉพาะด้านเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ ในขณะที่เดียวกันมีความพยายามที่จะ แปลตีความ และใช้ประโยชน์จากภาพข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น โดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่องของระบบต่าง ๆ เช่น ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานระหว่างพื้นดิน มหาสมุทร และชั้นบรรยากาศ การเคลื่อนไหวของระบบมหาสมุทร และโอโซนในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะการใช้ที่ดินในแต่ละระดับท้องถิ่นนั้นถือว่ามีผลต่อภาพรวมการใช้ที่ดินระดับโลก เพราะมีผลกระทบต่อกิจกรรมคาร์บอนของโลกในระยะยาว

1. การตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงโลกในชั้นบรรยากาศ

การเปลี่ยนแปลงในชั้นบรรยากาศที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของโลก คือปรากฏการณ์เรือนกระจก และการลดลงของโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่การผลักดันอุตสาหกรรมเพื่อรองรับการเติบโตของสังคมโลกเป็นผลโดยตรง กับการเพิ่มของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก จนเกิด “ภาวะโลกร้อน” โอโซนที่ถูกทำลายในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ส่งผลให้เกิดขึ้นตอนของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและภาวะโลกร้อนหรือ ปรากฏการณ์เรือนกระจกขึ้นเช่นกัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนจำนวนมหาศาลที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในชั้นบรรยากาศเป็นส่วนสำคัญสำหรับปรากฏการณ์เรือนกระจก ทำให้สภาพแวดล้อมในบรรยากาศเลวร้ายลง นอกจากนี้ไนตรัสออกไซด์และคลอโรฟลูออโรคาร์บอนในชั้นโทรโพสเฟียร์ดูดกลืน รังสีอินฟราเรดไว้ ซึ่งเป็นส่วนทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศสูงขึ้น นอกจากนี้โอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ที่ลดลง ส่งผลต่อปรากฏการณ์เรือนกระจก กล่าวคือเมื่อโอโซนลดลงเป็นเหตุให้มีการแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตจำนวนมากมายังชั้นโทรโพสเฟียร์และเป็นผลต่อเนื่องให้เกิดโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์ (โอโซนที่ไม่ดี) ตามปฏิกิริยาที่กล่าวข้างต้น และเนื่องจากโอโซนดูดซับรังสีอินฟราเรดได้ดี จึงเก็บความร้อนไว้ในชั้นโทรโพสเฟียร์ ทำให้ชั้นบรรยากาศร้อนขึ้น จะเห็นว่าการลดลงของโอโซนและภาวะโลกร้อนเป็นผลสืบเนื่องต่อกัน ทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์และสตราโทสเฟียร์เพิ่มสูงขึ้น

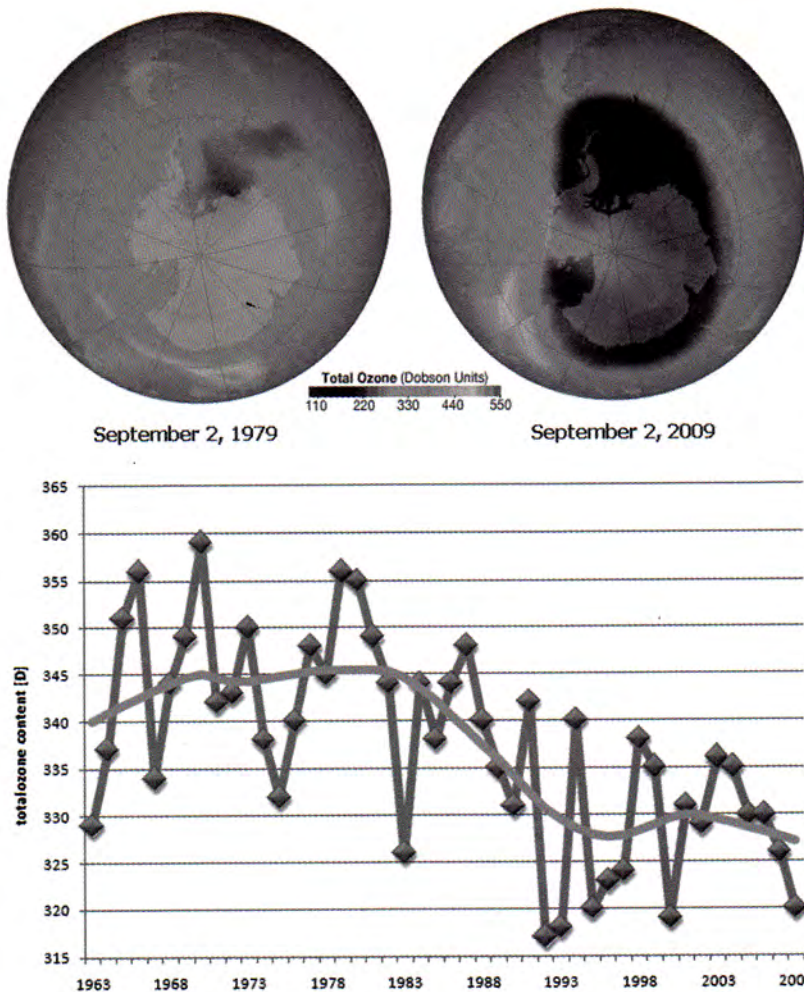
การสำรวจโอโซนในชั้นบรรยากาศด้วยดาวเทียม ได้เริ่มขึ้นอย่างจริงจังในปี ค.ศ.1978 เมื่อสหรัฐฯ ได้ส่งดาวเทียม Nimbus-7 ซึ่งเป็นดาวเทียมสมุทรศาสตร์และอุตุนิยมวิทยา มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun-Synchronous Orbit) ที่ระดับความสูง 955 กิโลเมตร น้ำหนัก 965 กิโลกรัม โคจรทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร 99.1 องศา ดาวเทียม Nimbus-7 มีการวนกลับมาบันทึกภาพ บริเวณพื้นที่เดิมทุก 6 วัน ดาวเทียม Nimbus-7 มีระบบบันทึกข้อมูลที่สำคัญต่อสำรวจโอโซนและส่วนประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องในชั้นบรรยากาศ 3 ระบบ คือ ระบบตรวจวัดละอองอากาศในชั้นสตราโทสเฟียร์ (Stratospheric Aerosol Measurement II : SAM II) ระบบสะท้อนกลับรังสีแสงอาทิตย์ช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ต (Solar Backscatter Ultraviolet : SBUV) และเครื่องวัดแถบสเปกโตรมิเตอร์แผ่นที่โอโซนทั้งหมด (Total Ozone Monitoring System: TOMS) อุปกรณ์เหล่านี้ทำหน้าที่สังเกตก๊าซและอนุภาคขนาดเล็กในชั้นบรรยากาศเพื่อกำหนดจัดทำแผนที่แสดงแหล่งสะสม และกลไกการกระจายตัวของมลภาวะทางอากาศ ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของรังสีคลื่นยาวนอกชั้นบรรยากาศที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก โดยเฉพาะเครื่องวัดแถบสเปกโตรมิเตอร์แผ่นที่โอโซนทั้งหมดนั้นมีหน้าที่สำคัญในการตรวจวัด

รังสีอัลตราไวโอเล็ต ในชั้นบรรยากาศ 6 ช่วงความยาวคลื่น เพื่อคำนวณปริมาณโอโซน โดยมีหน่วยวัดเรียกว่า ด็อบสัน (Dobson Unit) จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงปริมาณโอโซนบริเวณขั้วโลกนั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยสังเกตได้จากแถบสีแสดงปริมาณของโอโซนลดลงจากประมาณ 400 ด็อบสันในปี ค.ศ.1971 จนเหลือต่ำกว่า 220 ด็อบสันในปี ค.ศ. 1997 การลดลงของชั้นโอโซนถือได้ว่าเป็นผลมาจากการกระทำของมนุษย์โดยตรง เพราะสารเคมีสำคัญในการทำลายก๊าซโอโซนที่ค้นพบ คือสารประกอบในกลุ่มคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbons: CFCs) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย สำหรับเป็นตัวทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น หรือใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ที่เป็นสเปรย์รูปแบบต่างๆ เช่น สเปรย์ฟันสี สเปรย์ฉีดผม เป็นต้น



รูปที่ 1: ปริมาณโอโซนบริเวณขั้วโลกในช่วงปี 1971 ถึง 1997 ที่ได้จากการประมวลข้อมูลจาก TOMS
ที่มา: <http://www.gcrio.org/ocp99/ch2.html>

ต่อมาได้มีการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณโอโซนในชั้นบรรยากาศ คือ Ozone Monitoring Instrument (OMI) ติดตั้งบนดาวเทียม Aura ซึ่งเป็นดาวเทียมที่มีภารกิจในการสำรวจชั้นบรรยากาศเป็นการเฉพาะ นอกจากการวัดปริมาณโอโซนในบรรยากาศแล้ว OMI ได้รับการออกแบบมาให้สามารถวัดส่วนประกอบอื่นๆในบรรยากาศด้วย เช่น ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โบรมีนออกไซด์ และคลอรีนไดออกไซด์ และละอองลอย ที่ทำลายชั้นโอโซน และ ก่อให้เกิดโอโซนระดับพื้นดิน ดาวเทียม Aura ยังติดตั้งเครื่องวัดสเปกตรัม TES (Tropospheric Emission Spectrometer) ซึ่งได้รับการออกแบบมาให้สามารถเก็บข้อมูลสัดส่วนของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โอโซน มีเทน ไอน้ำ ฯลฯ แบบภาคตัดขวางในแนวตั้ง (vertical profile) ของบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากแนวตั้งเพียงอย่างเดียว ชั้นบรรยากาศด้านล่างอาจถูกเมฆปกคลุม TES จึงเป็นเครื่องวัดสเปกตรัมที่สามารถเก็บข้อมูลในแนวข้าง ทำให้ได้ข้อมูลชั้นบรรยากาศที่ระดับความสูงต่างๆ



รูปที่ 2 การลดลงของปริมาณโอโซนบริเวณขั้วโลกเหนือระหว่างปี 1979 และ 2009 ของอุปกรณ์ OMI

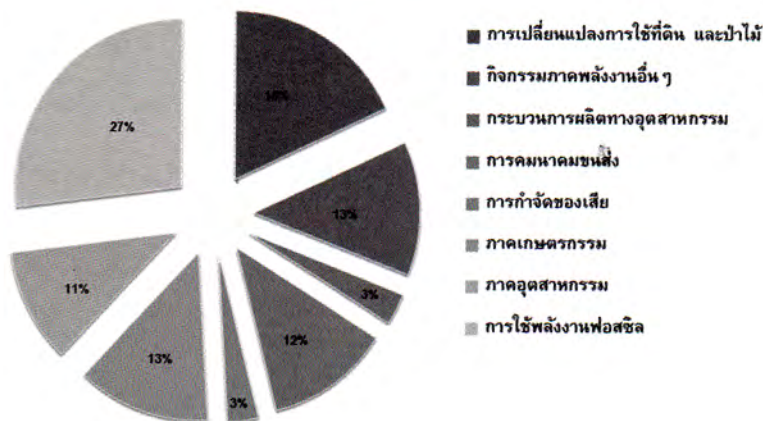
ที่มา: ปรับปรุงจาก <http://www2.tmd.go.th/webboard/show.php?Category=meteorology&No=7636&PHPSESSID=c011b498551b552d765ab62ad16fc28e> และ http://www.gios.gov.pl/stansrodowiska/gios/pokaz_artykul/en/front/stanwpolsce/srodowisko_i_zrownie/stan_warstwy_ozonowej/

ซึ่งจากการสำรวจชั้นบรรยากาศด้วยดาวเทียม ในรูปที่ 2 พบว่าปริมาณโอโซนในชั้นบรรยากาศมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องส่งผลกระทบต่อมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศ และห่วงโซ่อาหาร จากปัญหาที่เกิดขึ้นองค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติได้ตื่นตัว และตระหนักถึงภัยของการทำลายชั้นโอโซน ได้จัดตั้งคณะกรรมการเพื่อวางโครงสร้างว่าด้วยการป้องกันชั้นโอโซนได้ร่วมกันเจรจาจัดทำอนุสัญญาเวียนนาว่าด้วยเรื่องการพิทักษ์ชั้นโอโซนเพื่อปกป้องสุขภาพมนุษย์และ สิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากผลกระทบของโอโซนลดลง และต่อมาได้มีการเจรจาพิธีสารมอนทรีออล ซึ่งเป็นสนธิสัญญาระหว่างประเทศสมาชิกได้ให้คำสัตยาบันด้วยการลดและเลิกใช้สารทำลายชั้นโอโซน ซึ่งได้แก่ สาร CFCs และ Halon เพื่อลดการทำลายชั้นโอโซนในชั้นบรรยากาศ

2. การตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงโลกในส่วนสิ่งปกคลุมดิน

โลกของเรา มีคาร์บอนที่หมุนเวียนไปมา โดยเฉพาะในวงจรคาร์บอนชีวภาพ และคาร์บอนที่ถูกเก็บสะสมไว้ในที่ต่างๆ ซึ่งที่เก็บสะสมคาร์บอนนี้เราเรียกว่า “อ่างคาร์บอน” หรือ Carbon sinks อ่างคาร์บอนที่ใหญ่ที่สุดของโลก เก็บไว้ในรูปของถ่านหินและน้ำมันดิบ รองลงมาคือ ที่อยู่ใต้ท้องทะเลลึก และอันดับสาม คือ ที่เก็บสะสมไว้บนผิวดินในรูปของอินทรีย์วัตถุ ในระบบธรรมชาติปกติ คาร์บอนที่หมุนเวียนไปมาทั้งที่อยู่บนผิวดินและในมหาสมุทรนั้นมีปริมาณที่สมดุล ระบบเหล่านี้ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมหาศาลขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศในแต่ละปีผ่านทางกระบวนการทางธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการใช้ประโยชน์ป่าไม้จะสามารถปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลาเดียวกันซึ่งทำให้เกิดภาวะสมดุลของคาร์บอนได้ แต่ปัจจุบันจากรูปที่ 3 พบว่าปัจจุบันร้อยละ 18 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้นั้นถือเป็นแหล่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกค่อนข้างมาก แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลว่าที่ดินนั้นถูกนำไปใช้ในภาคการเกษตร หรือนอกภาคการเกษตร เช่น ท่องเที่ยว เชื้อน อุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัย เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในการติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินที่จะส่งผลต่อความสมดุลของคาร์บอนที่เป็นสาเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อนได้เนื่องจากหากมีการรักษาคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในระดับสมดุล การไหลถ่ายเทของคาร์บอนหรือการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของปริมาณคาร์บอนในแหล่งที่สามารถดูดซับและปล่อยคาร์บอนออกสู่ชั้นบรรยากาศจะอยู่ในภาวะสมดุลได้

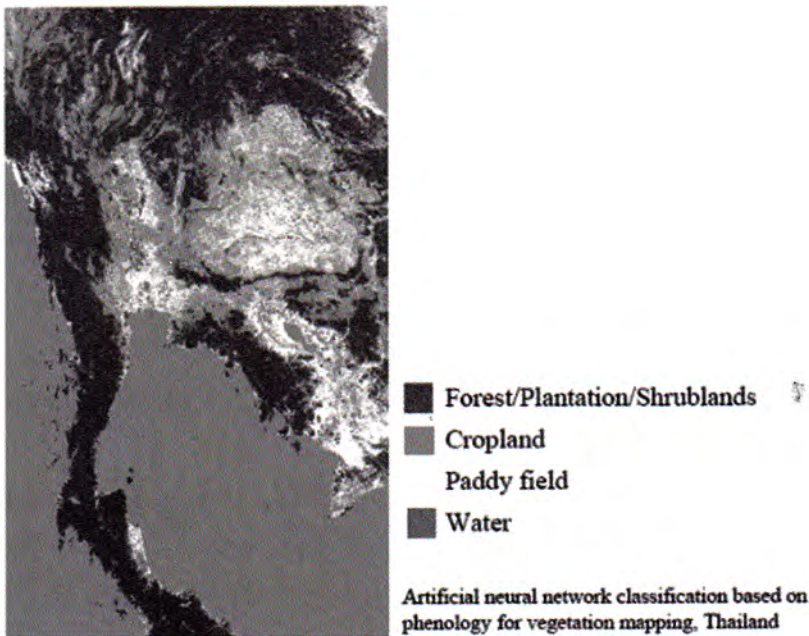
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่าง ๆ



รูปที่ 3: ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่าง ๆ

ที่มา: ปรับปรุงจาก <http://earthtrends.wri.org/updates/node/296> และ <http://maps.grida.no/go/graphic/world-greenhouse-gas-emissions-by-sector>

ปัจจุบันหน้าที่หลักอย่างหนึ่งของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรคือการเฝ้าตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ป่าไม้ เนื่องจากป่าไม้เป็นระบบนิเวศที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตและเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญบนพื้นดินงานวิจัยต่างๆ ได้จัดทำแผนที่พืชพรรณปกคลุมดินทั่วโลก (Global vegetation coverage map) ขึ้น โดยใช้ภาพจำนวนมากจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) และดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ TERRA เป็นหลักร่วมกับภาพข้อมูลดาวเทียมจากหลายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงอื่นๆ มาจัดทำภาพต่อ (Mosaic) ซึ่งใช้ค่าจุดภาพจริง ร่วมกับค่าดัชนีพืชพรรณที่คำนวณได้จากภาพถ่ายในช่วงความยาวคลื่นของแสงสีแดงและอินฟราเรดใกล้ เป็นค่าที่บ่งชี้ให้เราเห็นระดับความหนาแน่นของพืชพรรณ และบริเวณทะเลทรายได้อย่างชัดเจน ซึ่งค่าดัชนีพืชพรรณดังกล่าวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพ จึงทำให้เราสังเกตการเปลี่ยนแปลงของปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บ คาร์บอนบนพื้นดินทั่วโลกได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี และในแต่ละปี รูปที่ 4 แสดงให้เห็นถึงลักษณะสิ่งปกคลุมดินในประเทศไทยเป็นที่สังเกตว่าพื้นที่ป่าไม้ได้มีจำนวนลดลง โดยถูกปรับเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และชุมชนเมืองเพิ่มมากขึ้น

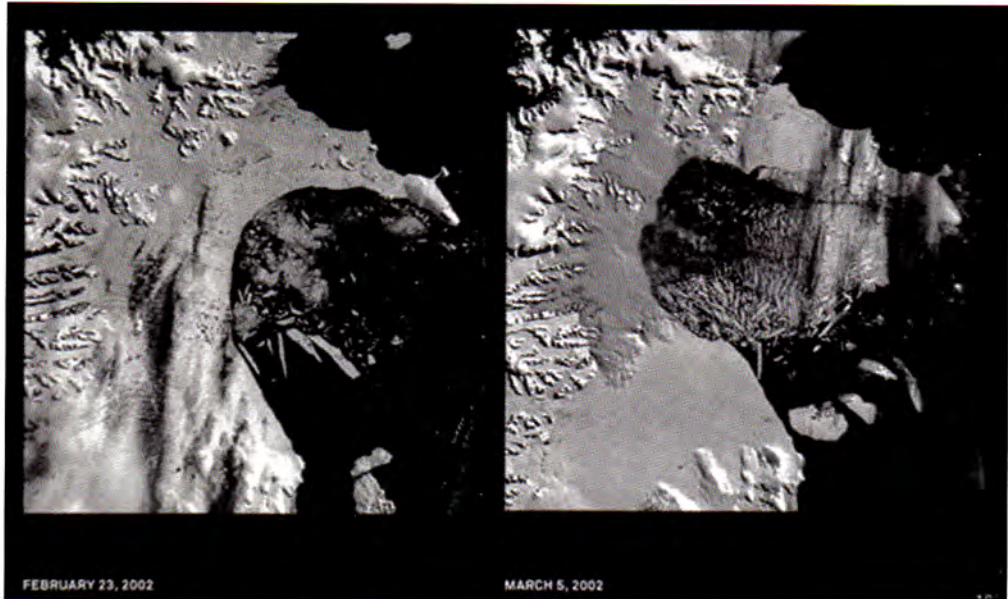


รูปที่ 4: แผนที่พืชพรรณปกคลุมดินของประเทศไทยจากดาวเทียม MODIS

ที่มา: http://www.geo.msu.edu/grad_research/geospatial.html

3. การตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงโลกในส่วนมหาสมุทร ธาตุน้ำแข็ง และหิมะ

ศูนย์ข้อมูลน้ำแข็งและหิมะแห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้เปิดเผยการสำรวจทั่วโลกเหนือด้วยดาวเทียมสำรวจขององค์การบริหารการบินอวกาศสหรัฐ พบว่าน้ำแข็งในบริเวณมหาสมุทรอาร์กติกละลายเร็วขึ้นกว่าเดิม และมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การละลายของน้ำแข็งทั่วโลกมีแนวโน้มจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จากสัญญาณที่ระบุได้ชัดเจนก็คืออุณหภูมิบริเวณขั้วโลกเหนือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

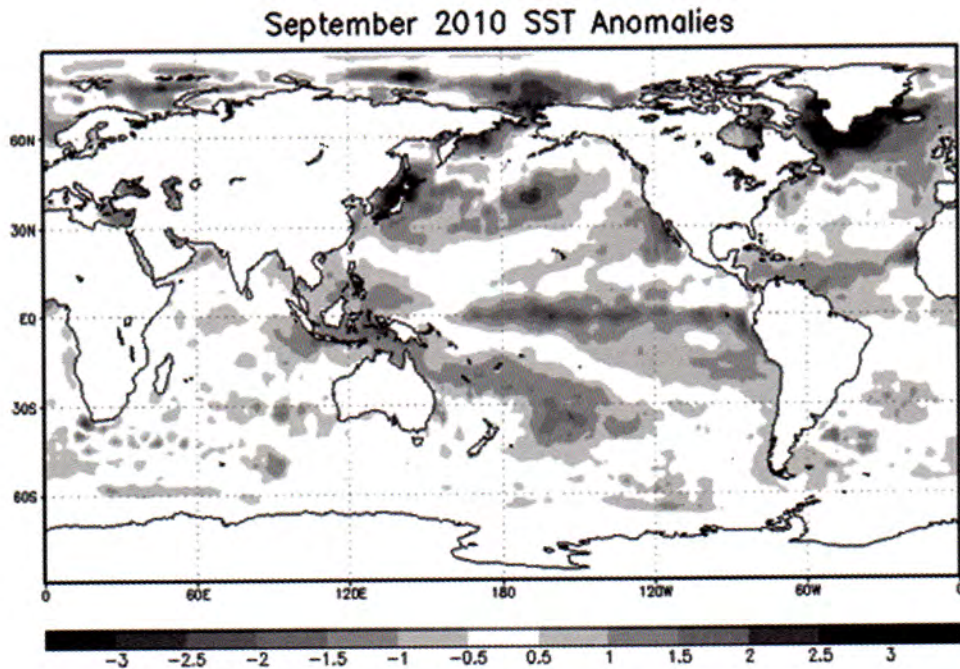


รูปที่ 5: ภาพดาวเทียมแสดงการแตกของแผ่นน้ำแข็ง ลาร์เซน-บีเปรียบเทียบระหว่างวันที่ 31 ม.ค. 2002 (ซ้าย) และ 5 มี.ค. 2002 (ขวา)

ที่มา: <http://www.waterencyclopedia.com/Ge-Hy/Glaciers-Ice-Sheets-and-Climate-Change.html>

กระบวนการปรับตัวของระบบภูมิอากาศโลกนี้เองที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศโลกแบบลูกโซ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการเกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกทำให้ความชื้นในบรรยากาศเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณฝนโดยรวมเพิ่มขึ้น แต่แบบแผนการตกของฝนในแต่ละที่อาจเปลี่ยนแปลงไป ทำให้บางพื้นที่แห้งแล้งมากขึ้น ในขณะที่บางพื้นที่มีฝนมากขึ้น ในเขตที่สภาพอากาศแห้งแล้งขึ้น ปริมาณน้ำผิวดินก็ย่อมจะลดลง ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ต่างๆ ในบริเวณดังกล่าว หรือการที่อุณหภูมิโลกสูงขึ้นจะทำให้ น้ำแข็งที่ขั้วโลกละลายมากขึ้น ส่งผลต่อระบบกระแสน้ำของโลก ซึ่งส่งผลกระทบทั้งโดยตรงและโดยอ้อมกับสิ่งมีชีวิตในมหาสมุทรและบริเวณชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศจากการปรับตัวของระบบภูมิอากาศนี้เองที่ทำให้ภูมิอากาศของพื้นที่ต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ปัจจุบันได้มีการนำเอาภาพถ่ายดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ในการสังเกต และติดตามค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) เพื่อนำมาใช้ประกอบการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ในภาพรวมว่าฤดูกาลในแต่ละปีเริ่มต้น ที่ช่วงเวลาใด

สิ้นสุดที่ช่วงเวลาใด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศตามฤดูกาล การเคลื่อนตัวของความกดอากาศและกระแสน้ำ ตลอดจนสามารถใช้ศึกษาการเกิดพายุต่อไปในอนาคต



รูปที่ 6: อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกินค่าปกติของมหาสมุทรทั่วโลกในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

ที่มา: <http://i55.tinypic.com/2ev5fg5.jpg>

สรุป

การเปลี่ยนแปลงโลกในชั้นบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน และการเปลี่ยนแปลงมหาสมุทรธารน้ำแข็งและหิมะนั้นล้วนส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ซึ่งภาวะที่โลกร้อนขึ้น ได้ส่งผลกระทบต่อสรรพสิ่งบนโลกในภาพกว้างอย่างต่อเนื่อง แบบค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งผลจากภาวะโลกร้อนนั้นไม่ว่าจะเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติ ทั้งวาตภัย อุทกภัย ภัยที่เลวร้ายที่สุด “มนุษย์” จะเป็นผู้ได้รับผลพวงจากภาวะดังกล่าวทั้งสิ้น ดังนั้นการนำเอาการสำรวจระยะไกลมาประยุกต์ใช้ในการติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของโลกนั้น ถือว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการที่จะได้ข้อมูลเพื่อนำมาใช้กำหนดทิศทางการวิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน ตลอดจนความต้องการในอนาคต สามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ในการจัดทำนโยบายและมาตรการในการรักษาเสถียรภาพของก๊าซเรือนกระจกในอากาศ และสามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับการเจรจาต่อรองระหว่างประเทศ เพื่อรักษาผลประโยชน์ของประเทศชาติตามข้อตกลงของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกให้มากที่สุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- วิฑูรย์ปัญญากุล. (2552). **สาเหตุที่ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง: ข้อเท็จจริง**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสายใยแผ่นดินกรีนเนท.
- สำนักกิจการอวกาศแห่งชาติ. (2551). **ดาวเทียมสำรวจ: ภารกิจการตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลก**. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2554, จาก <http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=ClimateChange01>
- สำนักตรวจและเฝ้าระวังสภาวะอากาศ. (2554). **โอโซน รังสีดวงอาทิตย์ และมลภาวะ**. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2554, จาก <http://ozone.tmd.go.th/>
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552) **ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์**. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- Donoghue, Daniel N. M. (2002). Remote sensing: environmental change. *Progress in Physical Geog-raphy*. (26) 1, 144-151.