บทที่ 2

ฟลักซ์ดวงอาทิตย์ (Solar Flux)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 ดวงอาทิตย์

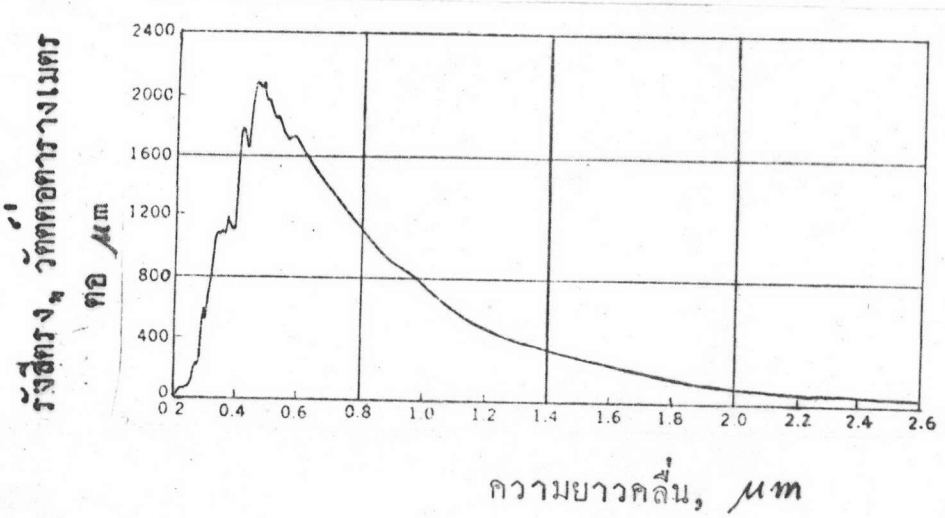
ดวงอาทิตย์เป็นกลุ่มกาซที่ร้อนมากมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.39×10^6 กิโลเมตร และห่างจากโลกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.5×10^8 กิโลเมตร ผิวดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิเอฟเฟคทีฟ (effective temperature) ประมาณ 5,762 องศาเคลวิน[6] บริเวณใจกลางดวงอาทิตย์มีความหนาแน่นและอุณหภูมิสูงมากทำให้เกิดปฏิกริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ (thermo-nuclear) ธาตุไฮโดรเจนถูกเปลี่ยนเป็นฮีเลียมและปล่อยพลังงานออกมา รังสีที่ใจกลางดวงอาทิตย์อยู่ในช่วงคลื่นของรังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมา[6] ความยาวคลื่นของรังสีจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางในแนวรัศมีมากขึ้นเพราะอุณหภูมิลดลง รังสีที่ผิวดวงจะอยู่ในช่วงคลื่นของแสงสว่างเป็นส่วนใหญ่

2.2 ค่าคงที่ดวงอาทิตย์ (Solar constant)

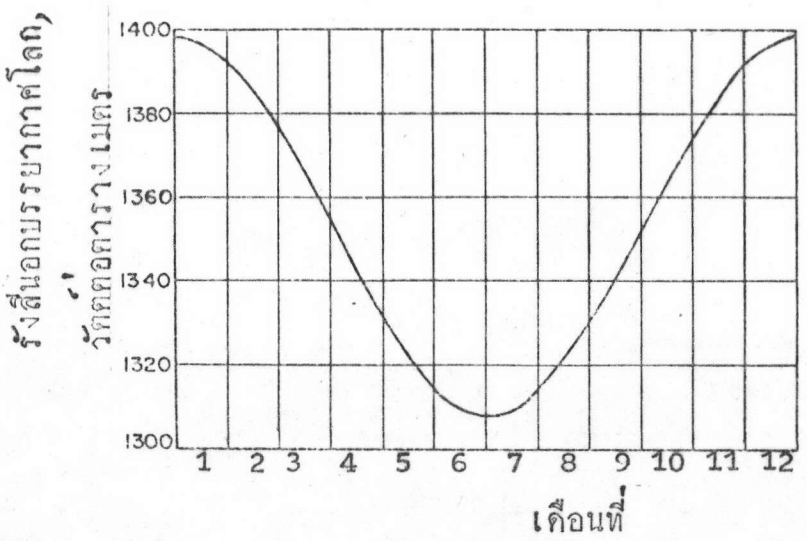
เนื่องจากวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรีทำให้ระยะระหว่างโลกและดวงอาทิตย์แปรค่าไป $\pm$ 1.7 เปอร์เซนต์[6] ที่ระยะ 1 หน่วยดาราศาสตร์ (astronomical unit) ซึ่งเป็นระยะทางเฉลี่ยของโลก-ดวงอาทิตย์ มุมที่รองรับโดยดวงอาทิตย์เท่ากับ 32 ฉิบดา จากลักษณะของดวงอาทิตย์และความสัมพันธ์ที่มีต่อโลกเป็นผลให้ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ภายนอกบรรยากาศมีค่าเกือบจะคงที่ค่าหนึ่ง คือค่าคงที่ดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานจากดวงอาทิตย์ต่อหน่วยเวลาบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวที่ตั้งฉากกับรังสีที่ระยะทางเฉลี่ยของโลกจากดวงอาทิตย์ มีผู้วัดค่านี้หลายคนซึ่งได้ค่าต่าง ๆ กัน ค่าที่ยอมรับในปัจจุบันและใช้เป็นมาตรฐานคือ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร[6] ซึ่งวัดโดยเดะคาเอะคาราและดรัมมอนด์ (Thekaekara and Drummond)

2.3 สเปคตรัมของแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก

สิ่งที่น่าสนใจนอกเหนือจากค่าคงที่ดวงอาทิตย์คือ การแจกแจงสเปคตรัมของแสง รูปที่ 2.1 เป็นมาตรฐานจากนาซา (Nasa)[6]



รูปที่ 2.1 แสดงรังสีสเปคตรัมมาตรฐานของนาซา ที่ระยะทางเฉลี่ยของโลก–ดวงอาทิตย์[6]



รูปที่ 2.2 แสดงการแปรค่าของรังสีนอกบรรยากาศโลกในเวลา 1 ปี[6]

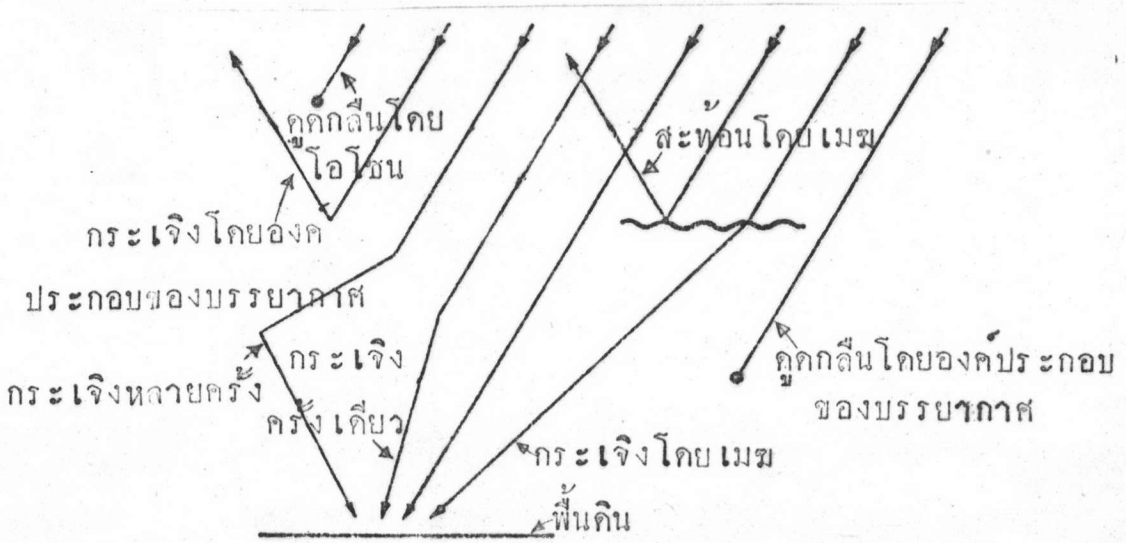
แสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกในส่วนที่เป็นสเปคตรัมของอุลตราไวโอเล็ต ($\lambda < 0.38\ \mu m$), แสงสว่าง ($0.38\ \mu m < \lambda < 0.78\ \mu m$) และอินฟราเรด ($\lambda > 0.78\ \mu m$) คิดเป็นเปอร์เซนต์ได้ 7.00, 47.29 และ 45.71 เปอร์เซนต์ตามลำดับ คิดเป็นความเข้มได้ 95,640 และ 618 วัตต์[6] ต่อตารางเมตรตามลำดับ ค่าเหล่านี้รวมกันได้ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งก็คือค่าคงที่ดวงอาทิตย์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของรังสีพบว่าการแปรค่าของรังสีทั้งหมดที่ปล่อยจากดวงอาทิตย์มีค่าอาจจะน้อยกว่า $\pm$ 1.5 เปอร์เซนต์[6] ดังนั้นพลังงานที่ปล่อยออกจากดวงอาทิตย์สามารถถือว่าคงที่ แต่จากการแปรค่าของระยะทางระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ทำให้ฟลักซ์ของรังสีนอกบรรยากาศโลกแปรค่าไป $\pm$ 3 เปอร์เซนต์ รูปที่ 2.2 แสดงรังสีนอกบรรยากาศโลกในเวลา 1 ปี[6]

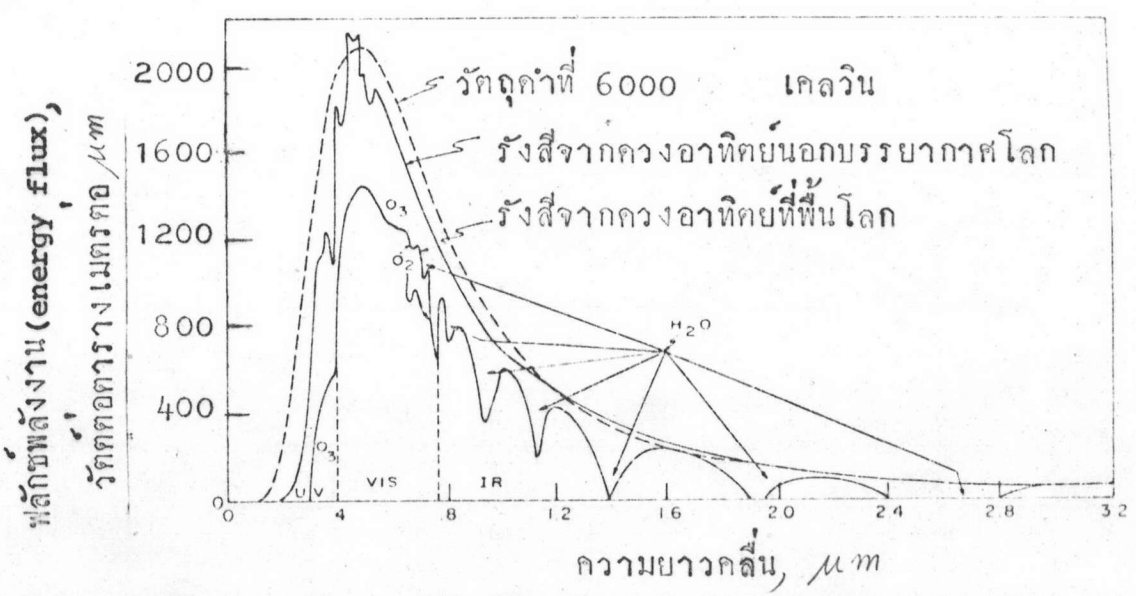
2.4 แสงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลก

ความยาวคลื่นที่สำคัญของแสงอาทิตย์และการนำมาใช้ประโยชน์อยู่ในช่วงของอุลตราไวโอเล็ตจนถึงอินฟราเรดใกล้คือจาก 0.2 ถึงประมาณ 25 μm 99 เปอร์เซนต์ของพลังงานแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกมีความยาวคลื่นระหว่าง 0.20 ถึง 4.00 μm และพลังงานที่ได้รับที่พื้นดินมีความยาวคลื่นระหว่าง 0.29 - 3.00 μm[6] การหายไปของพลังงานบางส่วนเกิดจากผลของปฏิกริยาที่ซับซ้อนในบรรยากาศดังรูปที่ 2.3[8]

ที่ระดับสูงจากพื้นดินประมาณ 25 กิโลเมตร เกิดขบวนการอันหนึ่งกำจัดแสงอุลตราไวโอเล็ตทั้งหมด โมเลกุลของออกซิเจนแตกตัวครั้งแรกเป็นอะตอมของออกซิเจน พลังงานที่ใช้ในการแตกตัวคือโฟตอนที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 0.18 μm เท่านั้น ดังนั้นแสงส่วนนี้ทั้งหมดจึงถูกกำจัด บางส่วนของอะตอมของออกซิเจนกลับมารวมเป็นโมเลกุลอีกครั้ง แต่ส่วนใหญ่จะมีปฏิกริยากับโมเลกุลของออกซิเจนอื่น ๆ กลายเป็นโมเลกุลของโอโซน ขบวนการนี้เป็นการดูดกลืนแสงอีกอันหนึ่งแต่โมเลกุลของโอโซนไม่จับกันแน่นเหมือนโมเลกุลของออกซิเจน ดังนั้นโฟตอนที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 0.32 μm[8] สามารถทำให้โมเลกุลของโอโซนแตกตัวเป็นอะตอมของออกซิเจนและโมเลกุลของออกซิเจนอีก สภาวะสมดุลย์จึงเกิดขึ้นโดยมีการแตกตัวและการรวมตัวของอะตอมของออกซิเจน, โมเลกุลของออกซิเจน และโมเลกุลของโอโซนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นการกำจัดแสงอุลตราไวโอเล็ตและเปลี่ยน



รูปที่ 2.3 แสดงปฏิกริยาของแสงอาทิตย์กับบรรยากาศ[8]



รูปที่ 2.4 แสดงการแจกแจงสเปคตรัมของแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกและที่พื้นโลก เปรียบเทียบกับแสงที่ออกจากวัตถุดำที่อุณหภูมิ 6000 เคลวิน[9]

ไปเป็นโฟตอนที่มีพลังงานต่ำลง ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์เพราะแสงอุลตราไวโอเล็ตเป็นอันตรายต่อผิวหนัง

โฟตอนที่มีความยาวคลื่นในช่วงของแสงสว่างและอินฟราเรดทำปฏิกริยากับโมเลกุลของกาซและอนุภาคของฝุ่นในอากาศโดยไม่สามารถทำให้แตกตัว แต่จะกระเจิงไปในทุกทิศทุกทางอย่างสม่ำเสมออาจจะมากหรือน้อย ดังนั้นแสงบางส่วนจะออกจากโลกกลับสู่อวกาศอีก การกระเจิงแบบนี้เกิดในรังสีคลื่นสั้นมากที่สุด หยดน้ำก็กระเจิงรังสีเช่นกันในที่ซึ่งมีหยดน้ำหนาแน่นเช่น ในเมฆหนา การกระเจิงหลายครั้ง (multiple scattering) อาจทำให้ 80 เปอร์เซนต์[8] ของรังสีตกกระทบกลับสู่อวกาศ เนื่องจากท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมโดยเฉลี่ยประมาณ 50 เปอร์เซนต์ จึงเป็นกลไกสำคัญอันหนึ่งที่ลดพลังงานแสงอาทิตย์ การดูดกลืนโดยโมเลกุลของไอน้ำ, คาร์บอนไดออกไซด์และองค์ประกอบของบรรยากาศก็เป็นการกั้นรังสีที่เข้ามาอีกอย่างหนึ่ง รูปที่ 2.4 แสดงสเปคตรัมของแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกและที่พื้นโลกเปรียบเทียบกับของวัตถุดำที่อุณหภูมิ 6,000 เคลวิน[9]