หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

สรุป

การสังเกตอุกกาบาตด้วยตาเปล่า

ได้ทำการสังเกตอุกกาบาตในคืนที่ไม่มีแสงจันทร์มารบกวน ใช้เวลาสังเกตทั้งหมด 274.1 ชั่วโมง เห็นอุกกาบาตทั้งหมด 391 ดวง ซึ่งเป็น sporadic 221 ดวง และ shower (ซึ่งเป็น Taurids มากที่สุด) 170 ดวง และ สังเกตเห็นอุกกาบาตมากเป็นพิเศษในช่วงหลังเวลา 03.00 น. มากกว่าในช่วงก่อนเวลา 03.00 น. ส่วนใหญ่เห็นเป็นสีขาวออกสีฟ้ามากกว่าสีเหลืองและสีแดง แต่อุกกาบาตสีเหลืองมักจะสว่างและเห็นได้ชัดเจนกว่าสีอื่น อุกกาบาตที่สังเกตทั้งหมดไม่มีเสียง และบางดวงแตกเป็นเส้นประตอนท้ายในทิศทางเดิม บางดวงก็ไม่แตกปลายเพียงแต่ค่อย ๆ จางหายไป พบอุกกาบาตดวงเดียวเท่านั้นที่ตอนปลายแตกเป็น 2 ส่วนแยกห่างจากกัน อุกกาบาตบางดวงปรากฏให้เห็นเส้นทางสั้น ๆ บางดวงก็ปรากฏให้เห็นเป็นแสงทางยาวแล้วจางหายไป

การถ่ายรูปอุกกาบาตและผลการคำนวณ

เลนส์ที่ใช้ถ่ายรูปอุกกาบาต : กล้อง Yashica เลนส์ 50 mm f/1.9

เลนส์ครอบคลุมสเกลเชิงมุม 8.1°/cm

ฟิล์มที่ใช้ : KODAK TRI-X pan 400 ขาวดำ (ม้วนที่ 12 รูปที่ 2)

วันเวลา : วันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ.2532 เวลา 22.37-22.57 น. นาน 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ : จังหวัดพิษณุโลก ละติจูด 16.82°

ความเร็วใบพัดตัดหน้ากล้อง : 6.7 ช่อง/วินาที

ลักษณะอุกกาบาต : เป็นอุกกาบาตประเภท sporadic สีเหลือง สว่างประมาณแมกนิจูด 0 บริเวณเหนือกลุ่มดาวสารถี ประมาณจากทิศเหนือไปทางทิศใต้เฉียงลงสู่ขอบฟ้าบนซีกฟ้าด้านทิศตะวันออก วันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2532 เวลา 22.41 น. ลักษณะอุกกาบาตไม่แตกปลาย และไม่มีเสียง

ตำแหน่งอุกกาบาตที่ปรากฏบนท้องฟ้า :

ตำแหน่ง	(HA , δ)	(α , δ)	(λ , β)
ต้นทาง (A)	$(275.5^{\circ}, 57.4^{\circ})$	$(96.0^{\circ}, 57.4^{\circ})$	$(94.3^{\circ}, 34.1^{\circ})$
กึ่งกลาง (M)	$(272.0^{\circ}, 55.3^{\circ})$	$(99.5^{\circ}, 55.3^{\circ})$	$(96.2^{\circ}, 32.1^{\circ})$
ปลายทาง (B)	$(273.7^{\circ}, 56.3^{\circ})$	$(97.8^{\circ}, 56.3^{\circ})$	$(94.4^{\circ}, 33.0^{\circ})$

ความเร็วของอุกกาบาต : คิดที่ความสูงจากพื้นโลก 100 km และมุมยอดฟ้า $z = 74^{\circ}$

: **ความเร็วปรากฏของอุกกาบาตเมื่ออยู่ในบรรยากาศโลกเทียบกับผู้สังเกตบนโลก** ($\vec{v}_o$) = 43.3 km/s อยู่ในระนาบท้องฟ้า ทำมุมกับระนาบ CE (θ_{co}) = 30.4°

: **ความเร็วปรากฏของอุกกาบาตเมื่ออยู่นอกบรรยากาศโลกเทียบกับผู้สังเกตบนโลก** ($\vec{v}_\infty$) = 44.3 km/s ทำมุมกับระนาบ CE ($\theta_{c\infty}$) = $\theta_{co} = 30.4^{\circ}$

: **ความเร็วปรากฏของอุกกาบาตเมื่ออยู่นอกบรรยากาศโลกเทียบกับจุดศูนย์กลางของโลกแต่ยังอยู่ในสนามแรงโน้มถ่วงของโลก** ($\vec{v}_a$) = 43.9 km/s ทำมุมกับระนาบ CE (θ_{ca}) = 30.7° และทำมุมกับระนาบอิคลิปติก (θ_{ea}) = 46.8°

: **ความเร็วปรากฏของอุกกาบาตเมื่ออยู่นอกบรรยากาศโลกเทียบกับจุดศูนย์กลางของโลกและอยู่นอกสนามแรงโน้มถ่วงของโลก** ($\vec{v}_G$) = 42.4 km/s ทำมุมกับระนาบอิคลิปติก (θ_{eG}) = $\theta_{ea} = 46.8^{\circ}$

: **ความเร็วที่แท้จริงของอุกกาบาตที่เคลื่อนที่เทียบกับดวงอาทิตย์** ($\vec{v}_H$) = 62.2 km/s ทำมุมกับระนาบอิคลิปติก (i) = $29.^{\circ}8$

การเคลื่อนที่ของอุกกาบาต : เนื่องจากอุกกาบาตดวงนี้มีอัตราเร็ว $\vec{v}_H$ มากกว่าอัตราเร็ว - หลุดพ้นที่ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ 1 AU (คือ มากกว่า 42 km/s) ดังนั้น จะไม่เคลื่อนที่เป็นวงโคจรรูปวงรี กล่าวคือ อุกกาบาตดวงนี้ไม่ใช่ - สมาชิกประจำของระบบสุริยะ และจะมีวงโคจรแบบ **ไฮเปอร์โบลา** เข้ามาสู่ระบบสุริยะ

ทฤษฎีทางฟิสิกส์เกี่ยวกับอุกกาบาตในบรรยากาศแบบ isothermal

บรรยากาศแบบ isothermal คือ บรรยากาศที่มีอุณหภูมิ (T) คงที่สามารถเขียน ความหนาแน่นของอากาศ และ ความดันบรรยากาศ ได้เป็น $\rho_a = \rho_o\, e^{-H/\mathcal{H}}$ และ $P_a = p_o\, e^{-H/\mathcal{H}}$ ตามลำดับ เมื่อนำตารางบรรยากาศทั่วไป (ตารางที่ 5.1) นำมาเขียนกราฟระหว่าง log P_a กับ H และ กราฟระหว่าง log ρ_a กับ H จะได้สมการเส้นตรงที่ดีที่สุด ซึ่งเป็นของบรรยากาศแบบ isothermal นอกจากนี้ กราฟทั้งสองมีความชันเท่ากัน และได้ค่า $\rho_o = 10^{1.3}$ kg·m^{-3} และ $P_o = 10^{6.1}$ N·m^{-2} ได้ค่า $\mathcal{H}$ = 5.8 km แล้วนำไปแทนค่าในสมการทางฟิสิกส์เกี่ยวกับอุกกาบาต จะได้ความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ในบรรยากาศ isothermal ดังนี้

1. $$m_\infty = \frac{27}{8}\, m_{(max)}$$

2. $$\frac{\rho_a}{\rho_{a(max)}} = 3\left[1 - \left(\frac{m}{m_\infty}\right)^{1/3}\right]$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. $$\frac{I}{I_{(max)}} = \frac{q}{q_{(max)}} = \frac{9}{4}\frac{\rho_a}{\rho_{a(max)}}\left(1 - \frac{\rho_a}{3\rho_{a(max)}}\right)^2$$

4. $$H-H_{(max)} = -5.8 \ln\left(\frac{\rho_a}{\rho_{a(max)}}\right)$$ หน่วย km

5. $$v^2 - v_\infty^2 = \frac{32}{0.3} \ln\left(\frac{m}{m_\infty}\right)$$ หน่วย $(km/s)^2$

โดยใช้ $\Lambda = 0.3$, $\Gamma = 1$, $\mathcal{J} = 8 \times 10^{10}$ erg.g^{-1} = 8 $(km/s)^2$

6. $$t-t_{(max)} = \frac{5.8}{V \cos z} \ln\left(\frac{\rho_a}{\rho_{a(max)}}\right)$$ หน่วย s

โดยที่ v หน่วย km/s , z หน่วย องศา (°)

7. $$t = -\frac{9}{4}\frac{H}{V \cos z} \ln\left(\frac{m}{m_\infty}\right)$$ หน่วย s

โดยที่ H หน่วย km , v หน่วย km/s , z หน่วย องศา (°)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อนำผลการเหล่านี้มาเขียนตารางแล้วเขียนกราฟเทียบกับเวลา t สามารถสรุปปริมาณต่างๆ ในช่วงเวลาต่างๆ ได้ดังนี้

$0 < t < 2.74 \quad (\frac{H}{V \cos Z})$	$t = 2.74 \quad (\frac{H}{V \cos Z})$	$t > 2.74 \quad (\frac{H}{V \cos Z})$
- มวลอุกกาบาตลดลงอย่างรวดเร็ว	- มวลอุกกาบาตมีค่า 8/27 ของมวลเดิม	- มวลอุกกาบาตค่อยๆลดลงเข้าสู่ศูนย์
- ความหนาแน่นของอากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	- ความหนาแน่นของอากาศเท่ากับความหนาแน่นของอากาศขณะที่อุกกาบาตมีความสว่างมากที่สุด	- ความหนาแน่นของอากาศค่อย ๆ เพิ่มขึ้น แต่มีค่าไม่เกิน 3 เท่าของความหนาแน่นของอากาศขณะที่อุกกาบาต มีความสว่างมากที่สุด
- การแตกตัวเป็นอิออนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	- มีการแตกตัวเป็นอิออนมากที่สุด นั่นคือ เป็นเวลาที่อุกกาบาตมีความสว่างมากที่สุด	- การแตกตัวเป็นอิออนค่อยๆลดลงเข้าสู่ศูนย์
- ความสูงลดลงอย่างรวดเร็ว	- ความสูงเท่ากับความสูงขณะที่อุกกาบาตมีความสว่างมากที่สุด	- ความสูงลดลงน้อยมากเกือบจะคงที่
- ความเร็วอุกกาบาต $v^2 - v_\infty^2$ ลดลงคงที่	- ความเร็วอุกกาบาต $v^2 - v_\infty^2$ เท่ากับ $-129.86 (km/s)^2$	- ความเร็วอุกกาบาต $v^2 - v_\infty^2$ ลดลงคงที่เหมือนช่วงเวลาแรก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

1. สถานที่ในการสังเกตอุกกาบาต และถ่ายรูปอุกกาบาต ควรอยู่นอกตัวเมืองซึ่งห่างไกลจาก แสงไฟตามบ้านเรือน และ แสงไฟหน้ารถยนต์ต่างๆ ในวันที่ไม่มีแสงดวงจันทร์ ควันไฟ เมฆ และฝน มารบกวน จะทำให้มีโอกาสเห็นอุกกาบาตได้ชัดเจน แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้มีเวลาจำกัด และการหาสถานที่ที่เหมาะสม และวันที่ท้องฟ้าดีนั้นมีไม่บ่อยนัก บางครั้งจะมีเมฆบางๆ หรือ แสงไฟจากรถ รบกวนในบางช่วงเวลา และ ในฤดูฝน ก็ไม่สามารถสังเกตได้ และเนื่องจากสังเกตคนเดียวทำให้สังเกตการณ์ได้ไม่ทั่วฟ้า ซึ่งในที่นี้จะสังเกตท้องฟ้าด้านตะวันออก เป็นส่วนใหญ่ และในบางเดือนไม่ได้สังเกต เพราะอยู่ในช่วงทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงมอเตอร์หมุนตามดาว และ มอเตอร์ใบพัด ที่ใช้ในการถ่ายรูปอุกกาบาต ซึ่งใช้เวลาหาอุปกรณ์ดังกล่าวนานพอสมควร จึงทำให้เห็นอุกกาบาตได้ไม่มากนัก

2. ผู้สังเกตจะต้องมีความอดทนในการเฝ้ามองท้องฟ้าเป็นเวลานานๆ และจะต้องรู้จักกลุ่มดาวในขณะนั้น เพื่อจะสามารถบันทึกเส้นทางอุกกาบาตลงบนแผนที่ดาวได้อย่างถูกต้อง และเนื่องจากอุกกาบาตส่วนใหญ่จะปรากฏให้เห็นเพียงเสี้ยววินาทีเท่านั้น จึงจำเป็นที่ผู้สังเกตจะต้องจำลักษณะของอุกกาบาตให้ได้มากที่สุดในขณะนั้น แล้วรีบบันทึกข้อมูลที่เห็นในทันที ซึ่งในขณะสังเกตต้องปิดไฟทั้งหมด แล้วเมื่อจะบันทึกข้อมูลก็ต้องใช้ไฟสีแดงเท่านั้น ดังนั้น ผู้สังเกตจึงต้องฝึกให้คุ้นเคยกับความมืด และ ความคล่องตัวด้วย หรือ อาจมีผู้ช่วยบันทึกข้อมูลและดูเวลาที่ปรากฏให้ก็ได้

3. ในกรณีที่ต้องการจะสังเกตอุกกาบาตและถ่ายรูปอุกกาบาตในช่วงเวลาเดียวกันนั้น จำเป็นจะต้องมีแท่นตั้งกล้องถ่ายอุกกาบาตที่สามารถหมุนตามดาวฤกษ์ได้ค่อนข้างดี เพื่อที่จะได้ไม่ต้องมัวพะวงในการปรับมอเตอร์หมุนตามดาวให้ทันบ่อยๆ เพื่อที่จะได้รูปดาวเป็นจุด ส่วนงานวิจัยนี้รูปถ่ายดาวที่ได้บางรูปเป็นเส้นไม่เป็นจุด เนื่องจาก มอเตอร์หมุนตามดาวยังไม่ดีพอต้องคอยปรับมอเตอร์ทุกๆ 2 นาที จึงควรแก้ไขข้อบกพร่องนี้เช่นอาจมีการควบคุมมอเตอร์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ หรือ อาจใช้ฟิล์มไวแสงขึ้น เพื่อจะใช้เวลาถ่ายรูปไม่นานนัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แต่ก็จะทำให้เปลืองฟิล์ม และควรปรับปรุงในการที่จะสามารถถ่ายรูปให้ครอบคลุมพื้นที่ท้องฟ้าให้ได้มากที่สุดจึงจะมีโอกาสได้รูปอุกกาบาตมากขึ้น ในการวิจัยนี้สามารถถ่ายรูปอุกกาบาตได้เพียงรูปเดียว เนื่องจาก มีแท่นตั้งกล้องถ่ายอุกกาบาตที่หมุนตามดาวได้เพียงตัวเดียว และส่วนใหญ่ใช้กล้องถ่ายรูปเพียงกล้องเดียวและใช้เลนส์ถ่ายรูปธรรมดา (50 mm) จึงทำให้ครอบคลุมพื้นที่บนท้องฟ้าจำกัดมาก

4. ในการถ่ายรูปอุกกาบาต เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเร็วและการเคลื่อนที่ของอุกกาบาต ควรมีการถ่ายรูปอุกกาบาตดวงเดียวกันนี้พร้อมๆ กัน อย่างน้อย 2 คน โดยอยู่ห่างกันประมาณ 30 กิโลเมตร จึงจะสามารถหาความสูงของอุกกาบาตที่แน่นอนได้ และในการหาตำแหน่งของการโคจรของอุกกาบาต ก็ต้องใช้หลายคนที่อยู่ห่างกันถ่ายรูปอุกกาบาตดวงเดียวกันด้วย ส่วนการวิจัยนี้ทำการถ่ายรูปเพียงคนเดียวเท่านั้น การคำนวณหาความเร็วจึงเป็นเพียงตัวอย่างแสดงขั้นตอนการคำนวณโดยใช้ ความสูงมาตรฐาน 100 กิโลเมตร และ ความเร็วอุกกาบาตอยู่ในระนาบท้องฟ้า

5. การศึกษาทฤษฎีอุกกาบาต ในที่นี้พิจารณาในกรณีบรรยากาศแบบ isothermal เท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว บรรยากาศไม่ได้เป็นเช่นนั้น ทฤษฎีอุกกาบาตจะสลับซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้น การวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาทฤษฎีอุกกาบาตในแบบจำลองของบรรยากาศแบบหนึ่งเท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย