

การศึกษาและเปรียบเทียบความลึกของหลุมอุกกาบาตบนดวงจันทร์ที่คำนวณได้จากมุมอัลติจูดของ
ดวงอาทิตย์บนหลุมอุกกาบาตที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา

นางสาวชลิดา วุฒินันต์

e-mail:m4connect@gmail.com

อาจารย์บุญส่ง เห็นงาม

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความลึกของหลุมอุกกาบาตบนดวงจันทร์ที่วิเคราะห์ได้จากภาพถ่ายของเงาบนหลุมอุกกาบาตในแต่ละช่วงเวลาที่มุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์บนหลุมอุกกาบาตเปลี่ยนแปลงไป โดยทำการถ่ายภาพหลุมอุกกาบาต 2 หลุม คือ 1.หลุมอุกกาบาต Goclenius (ความลึก 1.5 km) และ 2. หลุมอุกกาบาต Macrobius (ความลึก 3.9 km) ทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 21.46 - 04.46 น.จากนั้นนำภาพของเงาบนหลุมอุกกาบาตที่ถ่ายได้ในแต่ละช่วงเวลามาทำการวัดความยาวของเงาเพื่อคำนวณหาความลึกของหลุมอุกกาบาตโดยใช้หลักทางตรีโกณมิติ

ผลการศึกษาพบว่าการคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต Goclenius (ความลึก 1.5 km) ณ เวลา 03.46 น. ซึ่งมีมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์อยู่ที่ 1.93 องศา มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ 18.13 % ในขณะที่การคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต Macrobius (ความลึก 3.9) ณ เวลา 04.46 น. ซึ่งมีมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์อยู่ที่ 0.85 องศา มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ 74.74 % จึงสรุปได้ว่าการคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต จะมีความคลาดเคลื่อนมากเมื่อมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์มีค่าน้อยมาก เนื่องจากมุมอัลติจูดที่มีค่าน้อยจะทำให้เงาของแสงอาทิตย์ทอดยาวไปเกินกว่าความกว้างของหลุมอุกกาบาต ทำให้วัดความยาวของเงาได้สั้นกว่าความเป็นจริง

คำสำคัญ : หลุมอุกกาบาตบนดวงจันทร์, ความลึกของหลุมอุกกาบาต

บทนำ

พื้นผิวของดวงจันทร์ประกอบไปด้วยหลุมอุกกาบาตจำนวนมาก การศึกษาความลึกของหลุมอุกกาบาตบนดวงจันทร์ทำให้สามารถนำข้อมูลความลึกของหลุมอุกกาบาตไปเป็นข้อมูลประกอบในการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของอุกกาบาตที่พุ่งตกลงมายังพื้นผิวของดวงจันทร์ได้

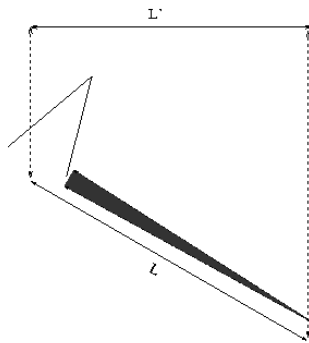
โดยในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความลึกของหลุมอุกกาบาตบนดวงจันทร์ที่วิเคราะห์ได้จากภาพถ่ายของเงาบนหลุมอุกกาบาตในแต่ละช่วงเวลาที่มุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์บนหลุมอุกกาบาตเปลี่ยนแปลงไป โดยทำการถ่ายภาพหลุมอุกกาบาต 2 หลุม คือ 1.หลุมอุกกาบาต Goclenius (ความลึก 1.5 km) และ 2. หลุมอุกกาบาต Macrobius (ความลึก 3.9 km) ทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 21.46 - 04.46 น.และใช้วิธีการคำนวณทางตรีโกณมิติในการคำนวณหาความลึกของหลุมอุกกาบาต

วิธีการศึกษา

- (1) ถ่ายภาพเงาที่ทอดลงบนหลุมอุกกาบาตบนดวงจันทร์ โดยทำการถ่ายภาพในแต่ละครั้งทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 21.46 – 04.46 น. ของวันที่ 10 พฤศจิกายน 2557
- (2) นำภาพที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาไปวัดความยาวของเงาในหน่วย pixel โดยใช้โปรแกรม ImageJ
- (3) นำความยาวของเงาที่วัดได้ในหน่วย pixel แปลงไปเป็นหน่วย km โดยใช้วิธีเทียบบัญญัติไตรยางค์กับขนาดของวัตถุในภาพที่เราทราบความยาวจริงในหน่วย km อยู่ก่อนแล้ว
- (4) นำความยาวของเงาที่คำนวณได้จาก ข้อ 3 คูณกับ

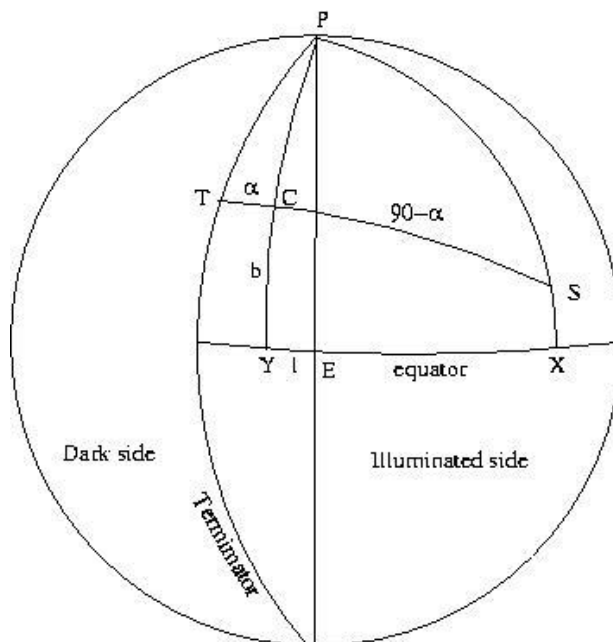
$$\frac{1}{\cos(\text{latitude}) \times \cos(\text{longitude})}$$

เมื่อ latitude และ longitude คือค่าละติจูดและลองจิจูดของหลุมอุกกาบาตที่ทำกรวัดขนาดความลึก เนื่องจากความยาวปรากฏของเงาที่เรามองเห็นจากภาพอาจมีขนาดสั้นกว่าความยาวจริงของเงาที่ทอดลงบนหลุมอุกกาบาต ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงความยาวของเงาที่ปรากฏกับความยาวเงาจริง

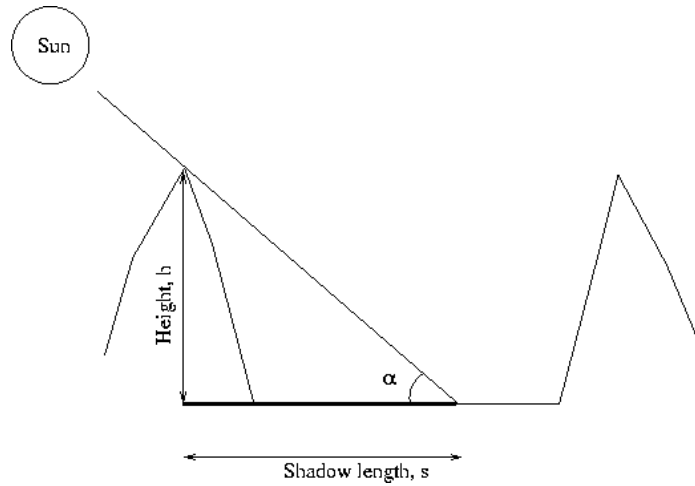
- (5) คำนวณหามุมอัตรัดิจูดของดวงอาทิตย์บนหลุมอุกกาบาต (มุม α) จาก



ภาพที่ 2 แสดงส่วนที่ใช้ในการคำนวณหามุมอัตรัดิจูดของดวงอาทิตย์บนหลุมอุกกาบาต

เมื่อ C คือ ตำแหน่งของหลุมอุกกาบาต, E คือ sub-earth point, P คือ จุดขั้วดวงจันทร์, S คือ sub-solar point, T คือ เส้นแบ่งด้านมืด ด้านสว่างบนดวงจันทร์

(6) คำนวณหาความสูงของหลุมอุกกาบาต จาก $\tan \alpha = \frac{\text{Height}}{\text{Shadow length}}$



ภาพที่ 3 แสดงภาพความสัมพันธ์ระหว่าง มุมอัตติจูดของดวงอาทิตย์บนหลุมอุกกาบาต (α) กับความยาวของเงาและความสูง

ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต Goclenius

ครั้งที่	เวลา(น.)	ความยาวของเงา(km)	sub-solar point longitude	มุม α ที่คำนวณได้ ($^{\circ}$)	ความสูงที่คำนวณได้ (km)	% ความคลาดเคลื่อน
1	21.46	20.350	-39.9	4.88	1.737	15.80
2	22.46	21.968	-40.4	4.39	1.686	12.40
3	23.46	24.455	-40.9	3.90	1.667	11.13
4	00.46	24.807	-41.4	3.41	1.478	1.47
5	01.46	27.660	-41.9	2.91	1.406	6.27
6	02.46	31.607	-42.4	2.42	1.336	10.93
7	03.46	52.571	-42.9	1.93	1.772	18.13
8	04.46	57.357	-43.4	1.34	1.342	10.53

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต Macrobius

ครั้งที่	เวลา(น.)	ความยาวของเงา(km)	sub-solar point longitude	มุม α ที่คำนวณได้ ($^{\circ}$)	ความสูงที่คำนวณได้ (km)	% ความคลาดเคลื่อน
1	21.46	48.559	-39.9	4.11	3.489	10.54
2	22.46	57.038	-40.4	3.64	3.628	6.97
3	23.46	63.352	-40.9	3.18	3.520	9.74
4	00.46	63.765	-41.4	2.71	3.191	18.18
5	01.46	63.795	-41.9	2.25	2.507	35.72
6	02.46	65.364	-42.4	1.78	2.156	44.72
7	03.46	68.387	-42.9	1.32	1.576	59.59
8	04.46	66.371	-43.4	0.85	0.985	74.74

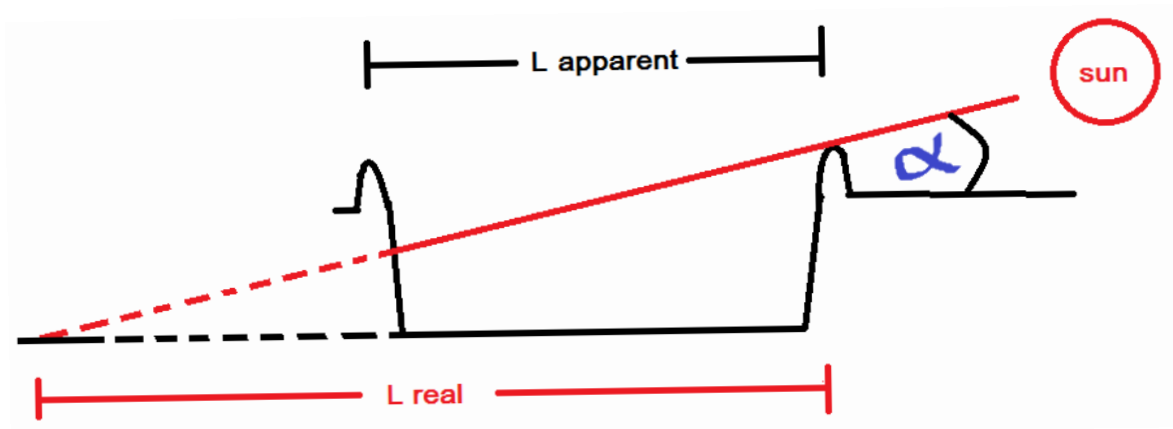
สรุปผล

ผลการศึกษาพบว่าผลการคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต Goclenius (ความลึก 1.5 km) ณ เวลา 03.46 น. ซึ่งมีมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์อยู่ที่ 1.93 องศา มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ 18.13 % ในขณะที่การคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต Macrobius (ความลึก 3.9) ณ เวลา 04.46 น. ซึ่งมีมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์อยู่ที่ 0.85 องศา มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ 74.74 % จึงสรุปได้ว่าการคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต จะมีความคลาดเคลื่อนมากเมื่อมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์มีค่าน้อยมาก

อภิปราย

การคำนวณความลึกของหลุมอุกกาบาต Goclenius ที่มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดอยู่ที่ 18.13 % สาเหตุของความคลาดเคลื่อนอาจเป็นเพราะขั้นตอนในการวัดความยาวของเงาในหน่วย pixel แต่สำหรับหลุมอุกกาบาต Macrobius ที่มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดถึง 74.74 % สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากเป็นเพราะว่า หลุมอุกกาบาต Macrobius มีตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับเส้น Terminator มากกว่าหลุมอุกกาบาต Goclenius ทำให้มุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์บนหลุมอุกกาบาต Macrobius มีขนาดเล็กมาก เมื่อมุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์มีขนาดเล็ก จะทำให้ความยาวเงาพาดยาวไปมาก แต่ด้วยข้อจำกัดของขนาดหลุม ทำให้เราสามารถวัดความยาวของเงาได้ยาวที่สุดเท่ากับขนาดของหลุม แต่เงา

จริงๆอาจจะพาดยาวไปเกินกว่าความกว้างหลุม ดังนั้นเมื่อเราวัดความยาวของเงาได้สั้นกว่าความเป็นจริง จึงทำให้คำนวณขนาดความลึกได้สั้นกว่าความเป็นจริงมาก



ภาพที่ 4 แสดงแบบจำลองมุมอัสติจูดของดวงอาทิตย์ ความยาวเงาปรากฏและความยาวเงาจริงของหลุมอุกกาบาต

Macrobius

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงการเล่มนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้เอื้อเฟื้อในเรื่องของอุปกรณ์และสถานที่ อาจารย์บุญส่ง เห็นงาม อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และอาจารย์วิโรจน์ เครือภู อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำแนวคิดและวิธีการให้กับการทำโครงการในครั้งนี้ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Michael Richmond. 2003. “ Height of Lunar Mountains. ” [online]. Available: http://spiff.rit.edu/classes/phys236/moon_mount/moon_mount.html#altitude (3 October 2014)

“ Moon Ephemeris.” 2000. [online]. Available: <http://www.lunar-occultations.com/rlo/ephemeris.htm> (27 September 2014).

“ The diameter and heights of lunar craters.” 2012. [online]. Available: <http://www.astro.ex.ac.uk/obs/experiments/lunar/script.html> (10 September 2014).