

เจาะลึกปรากฏการณ์ธรรมชาติที่น่าทึ่ง: คลื่นภูเขา (Mountain Waves) และผลกระทบทางอุตุนิยมวิทยา

ในโลกแห่งอุตุนิยมวิทยา ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ซับซ้อนและน่าทึ่งอย่าง "คลื่นภูเขา" (Mountain Waves) ได้ดึงดูดความสนใจของนักวิทยาศาสตร์และผู้ที่สนใจในสภาพอากาศมาอย่างยาวนาน ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเมื่อกระแสลมพัดผ่านแนวเทือกเขาที่มีความสูงชัน ก่อให้เกิดคลื่นอากาศที่มองไม่เห็น แต่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสภาพอากาศและการบิน คลื่นภูเขาไม่ได้เป็นเพียงแค่ปรากฏการณ์ทางกายภาพที่เกิดขึ้นในบรรยากาศเท่านั้น แต่ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงพลวัตของอากาศที่ซับซ้อน ซึ่งส่งผลต่อการก่อตัวของเมฆ การเกิดลมกระโชก และแม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในพื้นที่โดยรอบ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับคลื่นภูเขาจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการพยากรณ์อากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีภูมิประเทศเป็นภูเขา ซึ่งมีความเสี่ยงต่อสภาพอากาศที่แปรปรวน ในบทความนี้ เราจะสำรวจปรากฏการณ์คลื่นภูเขาอย่างละเอียด ตั้งแต่กลไกการเกิดและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ไปจนถึงผลกระทบต่อสภาพอากาศและการบิน นอกจากนี้ เรายังจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสังเกตและการพยากรณ์คลื่นภูเขา ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่ท้าทายในพื้นที่ภูเขา

1. ความหมายของคลื่นภูเขา (Mountain Waves)

คลื่นภูเขา หรือ Mountain Waves เป็นปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นเมื่อมวลอากาศเคลื่อนที่ผ่านแนวเทือกเขาและถูกบังคับให้ยกตัวขึ้น จากนั้นอากาศที่ถูกยกตัวจะไหลลงตามแนวด้านหลังของภูเขา ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนในแนวตั้งของอากาศ โดยมีลักษณะคล้ายคลื่น ซึ่งสามารถส่งผลกระทบอย่างมากต่อการบินและสภาพอากาศในพื้นที่โดยรอบ

2. กลไกการเกิดคลื่นภูเขา

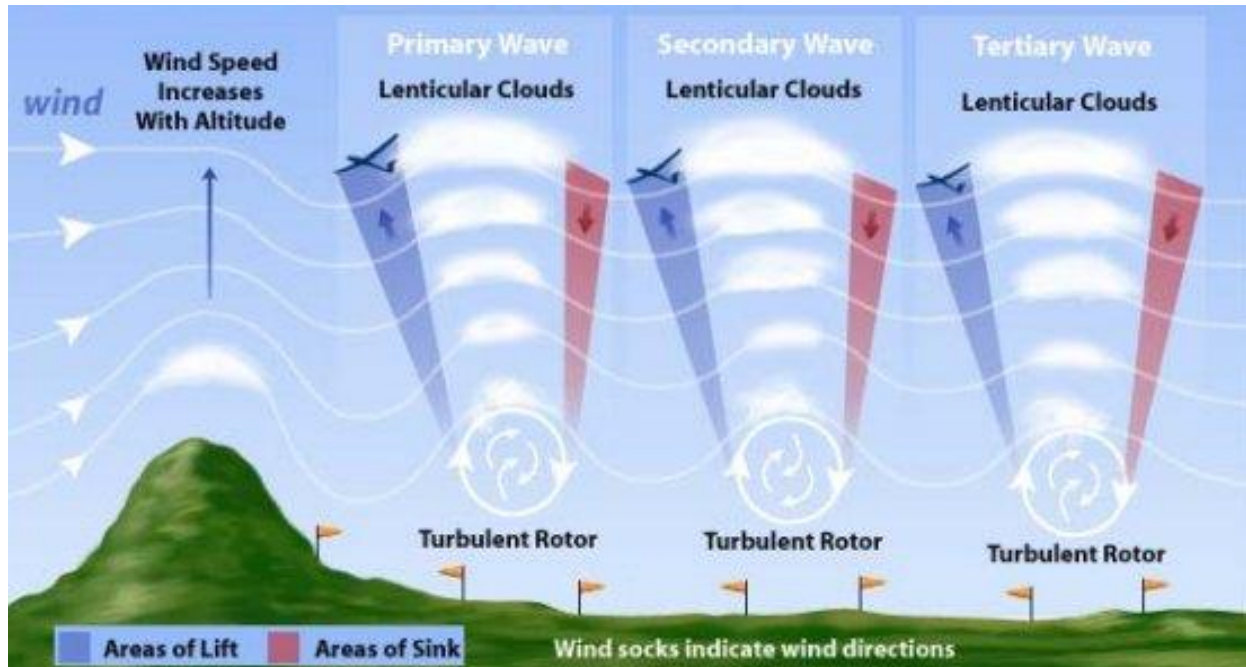
เมื่อกระแสลมพัดมาปะทะกับแนวเขา อากาศจะถูกบังคับให้ยกตัวขึ้นในแนวตั้ง ขณะที่อากาศยกตัวสูงขึ้น อุณหภูมิจะลดลง ความชื้นในอากาศจะเริ่มควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำเล็กๆ และก่อตัวเป็นเมฆ ซึ่งหากมีความชื้นเพียงพอ เมฆที่ก่อตัวขึ้นอาจพัฒนาเป็นเมฆฝน ทำให้เกิดฝนตกบนเขาได้ เมื่อกระแสลมพัดข้ามยอดเขาไปแล้ว จะเคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่างของเขา อุณหภูมิจะสูงขึ้นและความชื้น

จะระเหยไป ทำให้เกิดเป็นบริเวณที่อากาศแห้งและมีเมฆน้อย บริเวณนี้เองที่เกิดเป็นคลื่นลม ในบางกรณี กระแสลมที่เคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่างของเขา อาจเกิดความปั่นป่วนของอากาศหมุนวนเป็นวงกลม เรียกว่า "Turbulent Rotor" ซึ่งเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการบิน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดคลื่นภูเขามิดังนี้ 1. ความเร็วลมสูง: ลมที่มีความเร็ว 20-30 นอตขึ้นไปมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิด Mountain Wave ที่ชัดเจน 2. เสถียรภาพของชั้นบรรยากาศ: บรรยากาศที่เสถียร (Stable Atmosphere) ช่วยให้เกิดคลื่นภูเขาพัฒนาและดำรงอยู่ได้นานขึ้น 3. ทิศทางของลมที่พัดเข้าภูเขา: ลมที่พัดเข้าภูเขาในแนวตั้งฉากทำให้เกิด Mountain Wave ที่รุนแรงมากกว่าลมที่พัดขนาน 4. ระดับความสูงของภูเขา: ยิ่งภูเขาสูงและลาดชันมากเท่าใด การเกิด Mountain Wave ก็จะเด่นชัดขึ้น

3. ปรากฏการณ์ที่เกิดจากคลื่นภูเขา

ปรากฏการณ์ที่เกิดจากคลื่นภูเขาสามารถมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามเงื่อนไขของอากาศและ



รูปที่ 1. กลไกการเกิดคลื่นภูเขา และเมฆที่เกิดจากคลื่นภูเขา โดยบริเวณสีน้ำเงินคือบริเวณที่อากาศถูกยกตัว และสีแดงคือบริเวณที่อากาศจมตัวลง

ภูมิประเทศ โดยสามารถแบ่งออกเป็นประเภทหลัก ดังนี้ 1. เมฆเลนทิวลาร์ (Lenticular Clouds) เป็นเมฆที่เกิดขึ้นในระดับสูงเมื่ออากาศไหลขึ้นและลงในคลื่นภูเขา มีลักษณะเป็นชั้นคล้ายจานบิน และมักปรากฏอยู่ที่บริเวณด้านใต้ลมของภูเขา อาจเป็นสัญญาณของความปั่นป่วนอากาศที่รุนแรง 2. เมฆหมุนวน (Rotor Clouds) เป็นเมฆที่เกิดขึ้นด้านล่างของคลื่นภูเขา และมีการหมุนวนของอากาศที่รุนแรง อาจทำให้เกิดกระแสลมปั่นป่วนที่รุนแรงซึ่งเป็นอันตรายต่อการบิน 3. คลื่นนิ่ง (Standing Waves) เป็นคลื่นภูเขาที่เกิดขึ้นในลักษณะต่อเนื่องกัน และมีลักษณะคล้ายคลื่นนิ่งที่ไม่เคลื่อนที่ 4. ลมกระโชก (Gusts) เป็นลมที่พัดแรงและเปลี่ยนแปลงทิศทางอย่างรวดเร็ว มักจะเกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียงกับภูเขา 5. ลมแรงหลังภูเขา (Foehn Wind) ที่เกิดจากคลื่นภูเขา ซึ่งเป็นลมร้อนแห้งที่พัดลงมา ส่งผลให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นในบริเวณที่อยู่ใต้ลม ในบางกรณีสามารถทำให้เกิดไฟป่าขึ้นได้

4. ผลกระทบของคลื่นภูเขา

คลื่นภูเขาสามารถเพิ่มปริมาณฝนในพื้นที่ด้านลมเคลื่อนที่เข้าหาภูเขาได้ เนื่องจากอากาศที่ถูกยกขึ้นจะเย็นตัวลงและสามารถกลายเป็นฝนในขณะที่ตกลงไป และอาจทำให้เกิดเมฆเลนทิวลาร์และเมฆหมุนวนบริเวณด้านหลังภูเขาซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการไหลของอากาศที่ไม่ปกติและอาจมีฝนตกและส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศในบริเวณใกล้เคียงภูเขาได้ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับคลื่นภูเขาจึงมีความสำคัญต่อการพยากรณ์อากาศ เพื่อให้สามารถคาดการณ์สภาพอากาศในบริเวณนั้นได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้นจึงได้มีการใช้เรดาร์ตรวจสอบสภาพอากาศในการวิเคราะห์ความเร็วและทิศทางของลม ดาวเทียม: ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเพื่อตรวจจับรูปแบบของเมฆเลนทิวลาร์ และเมฆหมุนวน แบบจำลองคอมพิวเตอร์และข้อมูลสภาพอากาศต่างๆ เพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์การเกิดคลื่นภูเขาได้

นอกจากนี้ ลมที่เกิดจากคลื่นภูเขายังมีความเร็วสูง และเกิดความปั่นป่วนอย่างรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงของลมอย่างฉับพลัน ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสูงของเครื่องบิน ทำให้การบินในบริเวณนี้มีความเสี่ยง นักบินควรตรวจสอบสภาพอากาศและหลีกเลี่ยงการบินในบริเวณที่มีคลื่นภูเขา นอกจากนี้ การวางแผนการบินให้สูงกว่าระดับความสูงของภูเขาอย่างน้อย 5,000-8,000 ฟุตเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดความเสี่ยงได้

5. บทสรุป

คลื่นภูเขาเป็นปรากฏการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นจากการที่กระแสลมไหลผ่านแนวเทือกเขา ทำให้เกิดคลื่นอากาศที่มีผลกระทบต่อการบินและสภาพอากาศ ปรากฏการณ์นี้มีปัจจัยที่ส่งผลหลายประการ เช่น ความเร็วลม เสถียรภาพของบรรยากาศ และลักษณะภูมิประเทศ ผลกระทบของคลื่นภูเขาอาจทำให้เกิดความปั่นป่วนของอากาศอย่างรุนแรงและส่งผลต่อการบิน การตรวจจับและพยากรณ์คลื่นภูเขา จึงเป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนการบินและเตรียมรับมือกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากปรากฏการณ์นี้

6. แหล่งอ้างอิง

Colson, D. V. (1954). Meteorological problems in forecasting mountain waves. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 35(8), 363–367.
https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/35/8/1520-0477-35_8_363.xml

Durran, D. R. (1986). Mountain waves. In D. Lilly & T. Gal-Chen (Eds.), *Mesoscale Meteorology and Forecasting* (pp. 472–492). Springer.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-935704-20-1_20

Durran, D. R. (2003). Lee waves and mountain waves. University of Washington Atmospheric Sciences.
https://www.atmos.washington.edu/academics/classes/2017Q1/536/Lee_waves.pdf

Kingsmill, D. E., Persson, P. O. G., & Haimov, S. (2016). Mountain waves and orographic precipitation in a northern Colorado winter storm. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 142(694), 2685–2703.
<https://doi.org/10.1002/qj.2685>

NAV CANADA. (n.d.). Mountain Wave. Aviation Meteorology Reference. Retrieved from
<https://avmet.navcanada.ca/en/>

National Weather Service. (n.d.). Mountain Waves. National Weather Service. Retrieved from
<https://www.weather.gov/mrx/mountainwaves>

Irish Aviation Authority. (n.d.). Mountain Waves. Irish Aviation Authority. Retrieved from
<https://www.iaa.ie/safety/safety-articles/mountain-waves>

Boldmethod. (2024). How Mountain Wave Forms And The Dangers It Creates. Boldmethod. Retrieved from
<https://www.boldmethod.com/shorts/shorts.weather.0043/>

Boldmethod. (2024). How to Identify Mountain Waves from Forecasts. Boldmethod. Retrieved from
<https://www.boldmethod.com/blog/lists/2024/11/four-ways-to-recognize-mountain-wave-from-the-air/>

Skybrary. (n.d.). Mountain Waves. Skybrary. Retrieved from
<https://skybrary.aero/articles/mountain-waves>

Smith, R. B. (2004). Mountain meteorology and regional climates. In E. Fedorovich, R. Rotunno, & M. L. Weisman (Eds.), *Atmospheric Turbulence and Mesoscale Meteorology* (pp. 203–220). Cambridge University Press.
http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/14527/1/Evgeni%20Fedorovich_2004.pdf#page=204

Smith, R. B., Doyle, J. D., & Jiang, Q. (2007). Alpine gravity waves: Lessons from MAP regarding mountain wave generation and breaking. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 133(625), 103–117. <https://doi.org/10.1002/qj.103>

Stull, R. B. (n.d.). Mountain Waves. Practical Meteorology.

Retrieved from

https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Meteorology_and_Climate_Science/Practical_Meteorology_%28Stull%29/17%3A_Regional_Winds/17.7%3A_Mountain_Waves