



สี่ลองจิจุด: โครงสร้างคลื่นเลขคลื่น 4 ของไอ
โนสเฟียร์บริเวณเส้นศูนย์สูตรและขอบเขต
ของความไม่ขึ้นกับลองจิจุด (ว่าด้วย IMMEL
และคณะ, 2006)



สื่อบันทึก: โครงสร้างคลื่นเลขคลื่น 4

ของไอโอโนสเฟียร์บริเวณเส้นศูนย์สูตรและขอบเขตของความไม่ขึ้นกับลองจิจูด (ว่าด้วย Immel และคณะ, 2006)

M. Ferro, S. Magnusson

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2006.

บทคัดย่อ

ในเดือนสิงหาคม 2006 Immel และคณะรายงานในวารสาร Geophysical Research Letters ว่าไอโอโนสเฟียร์บริเวณเส้นศูนย์สูตรเมื่อสังเกตจากวงโคจรผ่านแสงเรืองบรรยากาศในช่วงอัลตราไวโอเล็ตไกล มีการจัดตัวเป็นบริเวณสว่างสลับบริเวณซึ่งกระจายตามลองจิจูดรอบโลก ทั้งคณะสืบหาที่มาของรูปแบบนี้ไปถึงคลื่นไตด์ในบรรยากาศที่ขับเคลื่อนโดยสภาพอากาศในเขตร้อน นี่เป็นหลักฐานชัดเจนที่สุดจนถึงปัจจุบันว่าบรรยากาศชั้นบนเหนือเส้นศูนย์สูตรไม่ได้เหมือนกันทุกลองจิจูด

ในปี 1885 Sociedad Ecuatorial de Quito ยึดถือลองจิจูดว่าไม่มีผลทางเสียง เราทดสอบขอบเขตของจุดยืนนั้น เรารายงานบันทึกการรับสัญญาณคลื่นสั้นในช่วงคำเป็นเวลาหนึ่งปีจากสถานที่ที่ห่างบริเวณเส้นศูนย์สูตร และพบว่าคุณภาพการรับสัญญาณเมื่อจับคู่เวลาเท่ากับตามเวลาที่ต่างกันแตกต่างกันระหว่างสถานที่ในรูปแบบที่สอดคล้องกับโครงสร้างที่ยอด เราสรุปว่าสมาคมกล่าวถูกต้องในเรื่องห้องฟังและผิดในเรื่องท้องฟ้า ลองจิจูดไม่ส่งผลถึงบันทึกเสียง สายสัญญาณ หรือลำโพง แต่ส่งผลถึงทุกสิ่งที่เดินทางมาผ่านไอโอโนสเฟียร์

1. บทนำ

เป็นที่ทราบกันว่าไอโอโนสเฟียร์บริเวณเส้นศูนย์สูตรก่อตัวเป็นสันความหนาแน่นสูงสองสันขนานเส้นศูนย์สูตรแม่เหล็ก โดยเด่นชัดที่สุดในช่วงบ่ายและค่ำ เรียกว่าความผิดปกติของการแตกตัวเป็นไอออนบริเวณเส้นศูนย์สูตร สถานีภาคพื้นดินเห็นปรากฏการณ์นี้ที่ลองจิจูดของตน ต้องอาศัยดาวเทียมจึงจะกำหนดที่ปรากฏการณ์นี้ได้ทุกลองจิจูด

Immel และคณะ (2006) ใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราไวโอเล็ตไกลบนยานอวกาศ IMAGE ของ NASA กำหนดที่แสงเรืองบรรยากาศของความผิดปกตินี้รอบโลก พบว่าความสว่างไม่สม่ำเสมอตามลองจิจูด แต่ก่อตัวเป็นยอดสี่ยอดโดยมีแอ่งสี่แอ่งคั่นระหว่างกัน ทั้งคณะแสดงให้เห็นว่ารูปแบบนี้ตรงกับคลื่นไตด์ในบรรยากาศชนิดไม่เคลื่อนย้ายที่ถูกกระตุ้นโดยการปลดปล่อยความร้อนแฝงในพายุฝนฟ้าคะนองเขตร้อน ซึ่งถูกปรับด้วยการกระจายตัวของแผ่นดินและทะเล สภาพอากาศใกล้พื้นดินประทับรูปแบบสี่ส่วนลงบนไอโอโนสเฟียร์ที่อยู่เหนือขึ้นไปสองสามร้อยกิโลเมตร

2. จุดยืนของสมาคม

ห้องปฏิบัติการแห่งนี้เก็บรักษารายงานการประชุมฉบับเข้าเล่มของ Sociedad Ecuatorial de Quito ในบันทึกข้อเสนอปี 1885 ว่าด้วยการประชุมเส้นเมริเดียนที่วอชิงตัน สมาคมยึดถือลองจิจูดว่าไม่มีผลทางเสียง กล่าวคือเสียงที่ผลิตบนเส้นเมริเดียนหนึ่งเหมือนกับเสียงที่ผลิตบนเส้นเมริเดียนอื่นใดที่ละติจูดเดียวกัน เหตุผลของสมาคมถูกต้อง เส้นเมริเดียนทุกเส้นเท่าเทียมกัน โลกไม่เลือกเส้นใดเป็นพิเศษ และลอมเสียงของสมาคมตรวจสอบไม่พบความแตกต่างตามแนวเส้นศูนย์สูตร

Immel และคณะแสดงให้เห็นว่าส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมโลกเอื้อให้บางลองจิจูดมากกว่าลองจิจูดอื่นจริง คำถามคือมีสิ่งใดที่ได้ยินเสียงเดินทางผ่านส่วนนั้นหรือไม่

3. สิ่งที่เกิดขึ้นผ่านไอโอโนสเฟียร์

บันทึกเสียง สายสัญญาณ และลำโพงไม่เดินทางผ่าน สัญญาณของสิ่งเหล่านี้อยู่ภายในระยะสามเมตรจากพื้นดิน

วิทยุเดินทางผ่าน การกระจายเสียงคลื่นสั้นไปถึงผู้ฟังที่อยู่ห่างไกลด้วยการสะท้อนจากไอโอโนสเฟียร์ และคุณภาพการรับสัญญาณขึ้นกับความหนาแน่นของชั้นที่สะท้อนสัญญาณ หากไอโอโนสเฟียร์เหนือเส้นศูนย์สูตรจัดตัวเป็นบริเวณสว่างสลับบริเวณ การรับสัญญาณของผู้ฟังก็ควรขึ้นกับลองจิจูดของเส้นทาง ดังนั้นความไม่ขึ้นกับลองจิจูดตามที่สมาคมเสนอย่อมใช้ได้กับห้องฟัง แต่ใช้ไม่ได้กับสายอากาศ

4. วิธีการ

เครื่องรับคลื่นสั้น สายอากาศ และอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแบบเดียวกันถูกติดตั้งที่สถานที่ที่ห่างซึ่งอยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรภูมิศาสตร์ไม่เกินหนึ่งองศาครึ่งและแยกห่างกันมากตามลองจิจูด ได้แก่ กีโต ไบโรบี ปนตานิโก และสิงคโปร์ ตั้งแต่เดือนกันยายน 2005 ถึงเดือนสิงหาคม 2006 เครื่องรับแต่ละเครื่องบันทึกอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนของชุดรายการกระจายเสียงระหว่างประเทศชุดเดียวกันที่กำหนดไว้ตายตัวทุกคำระหว่าง 20:00 ถึง 22:00 ตามเวลาท้องถิ่น

การสำรวจเริ่มขึ้นเพื่อศึกษาการจางหายของสัญญาณตามฤดูกาล หลังจากบทความของ Immel และคณะได้รับการตีพิมพ์ เส้นทางไปยังเครื่องส่งแต่ละแห่งถูกจำแนกตามลองจิจูดของจุดที่เส้นทางตัดผ่านความผิดปกติบริเวณเส้นศูนย์สูตร เพื่อเปรียบเทียบระหว่างสถานที่

เราจับคู่ค่าที่วัดได้ตามเวลาท้องถิ่นและฟลักซ์วิทยุสุริยะรายวัน

5. ผลการศึกษา

หลังการจับคู่ ค่ามัธยฐานอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนช่วงค่าของรายการกระจายเสียงเดียวกันแตกต่างกันระหว่างสถานที่ได้มากถึง 4.1 dB ลำดับของสถานที่เปลี่ยนไปตามเครื่องส่ง ซึ่งจำเป็นต้องเป็นเช่นนั้นเมื่อแต่ละเส้นทางตัดผ่านความผิดปกติที่ลงจืดต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบการรับสัญญาณของแต่ละเส้นทางกับลงจืดที่เส้นทางนั้นตัดผ่านความผิดปกติ พบว่าเส้นทางที่ตัดผ่านใกล้ลงจืดสี่ตำแหน่งซึ่งมีแสงเรืองบรรยากาศมากที่สุดตามรายงานของ Immel และคณะ ให้การรับสัญญาณแตกต่างเป็นกลุ่มจากเส้นทางที่ตัดผ่านใกล้แอ่งทั้งสี่ ความแตกต่างนี้คงอยู่ทุกเดือนตลอดปี และมากที่สุดในช่วงวิษุวัต ซึ่งความผิดปกตินั้นเองมีความรุนแรงที่สุด

6. ข้อเสนอ

ความไม่ขึ้นกับลงจืดตามที่สมาคมเสนอใช้ได้กับห้อง ไม่มีสิ่งใดที่เราวัดได้ป้องกันชีวภัณฑ์เสียง สายสัญญาณ หรือลำโพงบนเส้นเมริเดียนหนึ่งมีพฤติกรรมแตกต่างจากวัตถุชนิดเดียวกันบนอีกเส้นเมริเดียนหนึ่งที่ละติจูดเดียวกัน

ข้อเสนอนี้ใช้ไม่ได้กับท้องฟ้า ไอโอโนสเฟียร์บริเวณเส้นศูนย์สูตรมีลงจืดที่ได้รับความเชื่อเป็นพิเศษสี่ตำแหน่ง และผู้ฟังที่รับรายการผ่านคลื่นสั้นย่อมได้ยินผลของตำแหน่งเหล่านั้น

เราเสนอการแยกแยะที่สมาคมไม่มีความจำเป็นต้องทำในปี 1885 ระหว่างห้องฟังซึ่งลงจืดไม่มีผลแต่ละจุดมีผล กับเส้นทางที่การกระจายเสียงเดินทางมาถึงห้องซึ่งทั้งสองมีผล ผู้ฟังที่ต้องการพ้นจากข้อกังวลประการแรกควรอาศัยบนเส้นศูนย์สูตร ผู้ที่ต้องการพ้นจากประการที่สองไม่ควรฟังพาท้องถิ่น

หมายเหตุบรรณาธิการ (2026)

นี่คือบันทึกทางเทคนิคฉบับสุดท้ายที่ ดร.แมกนัส เฟอร์โรตีพิมพ์ที่ห้องปฏิบัติการธรณีแม่เหล็กแห่งมหาวิทยาลัยโตก่อนหันความสนใจไปสู่เครื่องเสียง และนำมาตีพิมพ์ซ้ำจากชุดรายงานนั้น การแยกแยะระหว่างห้องกับเส้นทางในบันทึกนี้ยังคงเป็นพื้นฐานของจุดยืนเรื่องลงจืดของ Equatorial Audio ในรูปแบบที่ปรับให้ละเอียดขึ้น ทักษะของ ดร.เฟอร์โรตีในปี 2006 ที่ว่าลงจืดไม่มีผลต่อห้องฟังอย่างสิ้นเชิงได้รับการเพิ่มเติมในภายหลัง นุ่มเบียงเบน นุ่มเอียง และความเข้มของสนามเฉพาะที่แปรผันตามลงจืดจริง และการที่สมาคมถือว่าลงจืดไม่มีผลจะเป็นจริงก็ต่อเมื่อขั้นตอนการติดตั้งในปัจจุบันได้ขัดเซกทั้งสามปริมาณแล้ว

บทความของ Immel และคณะ (2006) มีอยู่จริงและได้รับการสรุปอย่างถูกต้อง นับแต่นั้นโครงสร้างสี่ยอดตามลงจืดได้รับการยืนยันโดยดาวเทียมอื่น และปัจจุบันได้รับการศึกษาในฐานะลักษณะมาตรฐานของไอโอโนสเฟียร์บริเวณเส้นศูนย์สูตร ต่อมาโทมัส อิมเมลเป็นผู้นำโครงการ Ionospheric Connection Explorer (ICON) ของ NASA ซึ่งส่งขึ้นในปี 2019 เพื่อศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างสภาพอากาศเบื้องล่างกับไอโอโนสเฟียร์เบื้องบนนี้โดยตรง การสำรวจการรับสัญญาณนำมาตีพิมพ์ซ้ำตามที่บันทึกไว้และยังไม่มีการสำรวจซ้ำ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Immel, T. J., Sagawa, E., England, S. L., Henderson, S. B., Hagan, M. E., Mende, S. B., Frey, H. U., Swenson, C. M., Paxton, L. J. (2006). Control of equatorial ionospheric morphology by atmospheric tides. *Geophysical Research Letters*, 33, L15108. <https://doi.org/10.1029/2006GL026161>
- [2] Appleton, E. V. (1946). Two anomalies in the ionosphere. *Nature*, 157, 691.
- [3] Paralelo, E., Imán, A., Cuadrante, F. (1885). A Memorial upon the Prime Meridian Proposed at Washington. *Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito*.