



ศูนย์ภูมิอากาศแห่งชาติ

National Climate Center of Thailand

Madden-Julian Oscillation (MJO)

1. การค้นพบความผันแปร MJO

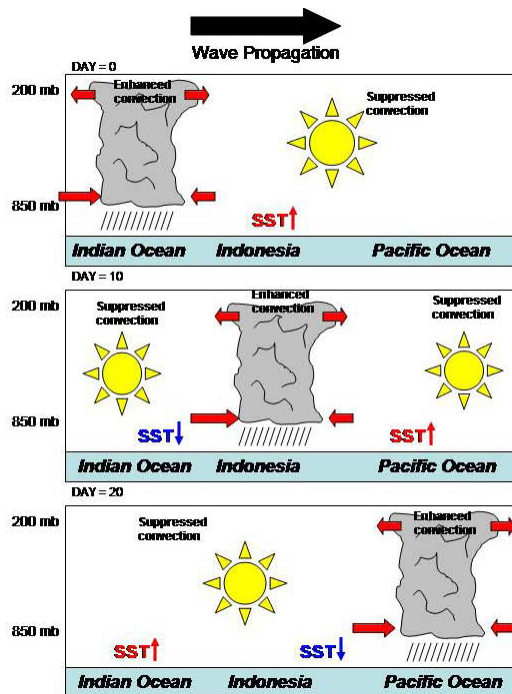
ในปี ค.ศ.1971 (พ.ศ.2514) Roland Madden และ Paul Julian ค้นพบความผันแปรในรอบ 40-50 วันโดยบังเอิญเมื่อทำการวิเคราะห์ความผิดปกติของลมในแนวระนาบบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก จากข้อมูลความกดอากาศในช่วง 10 ปี ที่ Canton (2.8 องศาใต้ในมหาสมุทรแปซิฟิก)และลมชั้นบนที่สิงคโปร์ หลังจากนั้นในช่วงต้นปี ค.ศ 1980 (พ.ศ.2523) จึงได้เริ่มมีคนสนใจความผันแปรนี้ ซึ่งต่อมารู้จักกันแพร่หลาย ในนาม Madden and Julian Oscillation (MJO) พร้อมกับคำถามของนักวิทยาศาสตร์บางคนถึงความมีนัยสำคัญของ MJO ในระดับโลก แต่นับจากเหตุการณ์เอล นิโญในปี ค.ศ.1982-1983 (พ.ศ.2525-2526) ความผันแปรที่เกิดขึ้นในช่วงสั้นๆในเขตร้อน ทั้งความผันแปรที่มีระยะเวลาภายในช่วงปี (intra-annual: less than a year) และความผันแปรระหว่างปี (inter-annual : more than a year)ได้รับการสนใจมากขึ้น และจำนวนสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวกับ MJO ก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

MJO เป็นการผันแปรในฤดูกาล หรือ เป็นการปรากฏของ “คลื่น” (WAVE) ในเขตร้อนของโลก เป็นความผันแปรของลักษณะอากาศที่ส่งผลให้ตัวแปรสำคัญๆในบรรยากาศและมหาสมุทรผันแปรไปกล่าวคือ ทิศทางและความเร็วลมทั้งระดับบนและระดับล่าง เมฆ ปริมาณฝน อุณหภูมิน้ำทะเล และการระเหยบริเวณพื้นผิวมหาสมุทร โดยที่ MJO เป็นส่วนประกอบในระบบของบรรยากาศและมหาสมุทรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

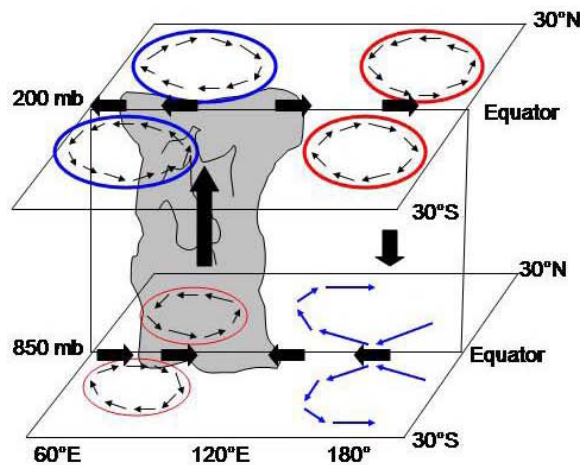
2. ลักษณะทั่วไป

จะบ่งบอกได้เมื่อปริมาณฝนในเขตร้อน (Tropic) มีการขยายตัวไปทางตะวันออกและมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยในระยะแรกจะปรากฏในมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก และบ่อยครั้งที่เห็นปริมาณฝนในมหาสมุทรอินเดียเป็นอันดับแรก จากนั้นจะขยายตัวทางตะวันออกไปสู่บริเวณอุ่นกว่าในมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตกและตะวันออก ในเขตร้อนแถบบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกที่มีความเย็นกว่าจะมีรูปแบบของปริมาณฝนไม่แน่นอน แต่จะปรากฏขึ้นอีกครั้งในบริเวณมหาสมุทรแอตแลนติกและแอฟริกา และจากการที่ปริมาณฝนในเขตร้อนผันแปรไป รูปแบบของความแตกต่างของการหมุนเวียนของบรรยากาศในระดับบนและระดับล่างจะผิดปกติไปในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน (Subtropic) ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นรอบโลกและจะไม่จำกัดเฉพาะในซีกโลกตะวันออก ดังนั้น จึงปรากฏบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงตามระยะของความผันแปรขึ้น (รูปที่ 1)

จากการเชื่อมโยงองค์ประกอบของเหตุการณ์ MJO หลายนๆเหตุการณ์ ทำให้เราได้โครงสร้าง 3 มิติในอุดมคติของ MJO (รูปที่ 2) เมื่ออากาศมีการยกตัวในทางตั้งรุนแรงขึ้นในมหาสมุทรอินเดียและอินโดนีเซียในบรรยากาศระดับสูงขึ้นไปกระแสลมตะวันออก(ตะวันตก)จะพัดเวียนออกและปรากฏเป็นระบบของการหมุนเวียนออก(anticyclone)ตามแนวด้านหลังของบริเวณที่มีการยกตัว ในทางกลับกันระบบหมุนเวียนเข้า(cyclone)จะปรากฏในแนวด้านหน้าของบริเวณที่มีการยกตัวถูกบีบอัดทั้งในทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ส่วนในระดับล่างกระแสลมตะวันออก(ตะวันตก)จะปรากฏด้านหน้า(ด้านหลัง)ของบริเวณที่มีการยกตัว โดยทั่วไป



รูปที่ 1 ภาพตัดขวางทางตั้งในเขตเส้นศูนย์สูตรของ MJO แสดงการเปลี่ยนแปลงของเมฆ ปริมาณฝน ทิศทางและความเร็วลม อุณหภูมิผิวน้ำทะเล เมื่อมีการขยายตัวของ MJO ไปทาง ตะวันออกรอบเขตร้อนของโลก(ปรับปรุงจาก Madden and Julian, 1971; 1972)



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้าง 3 มิติในทางตั้งของ MJO (Rui and Wang, 1990) วงกลมสีน้ำเงิน (แดง) แสดงระบบหมุนเวียนออก (หมุนเวียนเข้า) ลูกศรสีดำ แสดงทิศลมและการเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน /จมตัวลง

การเคลื่อนตัวทำนองนี้ในระดับบนจะรุนแรงกว่าในระดับล่าง เมื่อมีการเคลื่อนตัวสู่มหาสมุทรแปซิฟิกกลาง พร้อมกับขยายตัวไปทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ความผิดปกติของการหมุนเวียนในระดับล่างและระดับบนจะลด

กำลังลง แต่จะกลายเป็นส่วนประกอบของมวลอากาศกลุ่มใหม่เกิดขึ้นรอบๆเขตร้อนของโลก

3. การติดตามเฝ้าระวัง

เนื่องจากธรรมชาติมีการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงไปอย่างซ้ำๆ การพยากรณ์ MJO ที่ถูกต้องจึงสัมพันธ์กับการเฝ้าระวัง ตลอดจนความรุนแรงและตำแหน่งของ MJO แบบจำลองทางไดนามิกส์โดยทั่วไปไม่สามารถพยากรณ์ MJO ได้ดี ส่วนหนึ่งเนื่องจากความยากในการหาความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ของกระบวนการยกตัวในเขตร้อน นักอุตุนิยมวิทยาใช้เทคนิควิธีและข้อมูลต่างๆในการติดตาม ศึกษาและพยากรณ์การก่อตัวและการพัฒนาของ MJO สิ่งที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรกคือข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอยู่กับที่และดาวเทียมโคจรรอบขั้วโลกของ NOAA ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมชี้ให้เห็นบริเวณที่มีการยกตัวรุนแรงในเขตร้อน และบริเวณที่มีการยกตัวแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยระยะยาว และจากการที่มีการขยายตัวไปในแถบเขตร้อนของโลก จึงใช้ความแตกต่างจากค่าปกติเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้เฝ้าระวังและพยากรณ์ MJO ข้อมูลแหล่งที่สองที่ใช้ติดตามเฝ้าระวัง MJO คือ เครื่องข่าย Radiosond ที่มีข้อมูล ลม อุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศที่บรรยากาศหลายระดับ ข้อมูลเหล่านี้ถูกตรวจวันละ 2 ครั้ง และนำเข้าแบบจำลองการพยากรณ์อากาศด้วยตัวเลขในรูปแบบที่เอื้อต่อการวิเคราะห์ภูมิอากาศและการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข จากรูปแบบของการยกตัวและปริมาณฝนที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม ทำให้นักอุตุนิยมวิทยาสามารถติดตามและรู้พัฒนาการของ MJO อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนยังเป็นการตรวจสอบผลกระทบของ MJO ต่อปรากฏการณ์ต่างๆได้ดี เช่น กระแสลมกรดในฤดูหนาว และสภาพแวดล้อมภายในของระบบใหญ่ที่พายุหมุนเขตร้อนจะพัฒนาได้ในเขตร้อน นอกจากนี้ยังมีเทคนิควิเคราะห์ต่างๆหลายวิธีที่ทำให้เราติดตาม MJO ซึ่งแสดงผลตามเวลา-ลองจิจูดเพื่อให้เราทราบวิวัฒนาการ ขนาด และลักษณะที่สัมพันธ์กับ MJO โดยจะแสดง 1) Outgoing Longwave Radiation : OLR ซึ่งจากภาพถ่ายดาวเทียมจะวิเคราะห์ปริมาณฝนและการยกตัวในเขตร้อนได้ 2) velocity potential เป็นการวิเคราะห์การหมุนวนออกของลมในระดับบนของบรรยากาศ 3) ค่าผิดปกติของลมชั้นบนและระดับล่าง 4) ค่าผิดปกติตามความสูงของความกดที่ระดับ 500 hPa ซึ่งสะท้อนถึงลักษณะบรรยากาศในเขตละติจูดกลาง

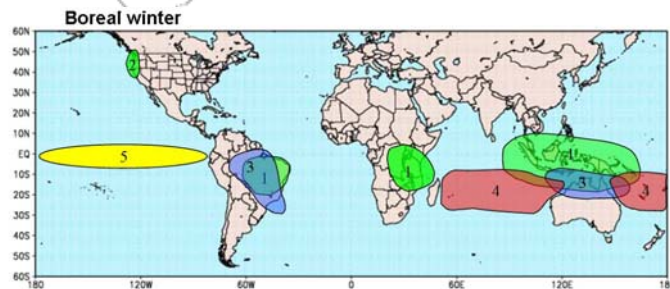
4. ความผันแปรระหว่างปีของ MJO

ในกระบวนการของ MJO สามารถเกิดความผันแปรปีต่อปีที่รุนแรงขึ้นได้ หรือ มีช่วงความผันแปรที่รุนแรงตามด้วยช่วงเวลาที่ย่อนกำลังลงหรือหายไป มีหลักฐานที่บ่งบอกว่าความผันแปรระหว่างปีของ MJO ส่วนหนึ่งเชื่อมโยงถึงวงจรของ ENSO MJO ที่รุนแรงส่วนใหญ่จะพบได้ในช่วงปีที่มีปรากฏการณ์ลานีญา กำลังอ่อนหรือปีปกติ ขณะที่ MJO กำลังอ่อนจะพบในปีที่มีปรากฏการณ์ เอล นินโญ รุนแรง

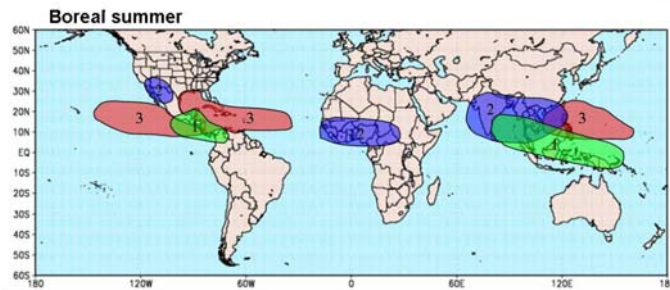
5. ผลกระทบที่เกิดจาก MJO

ที่เห็นได้ชัดคือ MJO ทำให้บรรยากาศผิดปกติไปและส่งผลกระทบในวงกว้าง ตัวอย่างผลกระทบจาก MJO สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3

- ในบริเวณที่มีการหมุนเวียนออกในระดับบนจะเกิดฝนได้ดีขึ้น ซึ่งปรากฏบนแผ่นดินทางตอนเหนือของบราซิล แอฟริกาตะวันออกเฉียงใต้และอินโดนีเซียในช่วงฤดูหนาว ในอเมริกากลาง/เม็กซิโกและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในช่วงฤดูร้อน
- MJO ทำให้ระบบของมรสุมรอบโลกอ่อนกำลังลง กล่าวคือมรสุมในย่านออสเตรเลีย (ฤดูหนาว : ตุลาคม-มีนาคม) มรสุมในย่านเอเชีย (ฤดูร้อน : มิถุนายน-กันยายน) มรสุมย่านอเมริกาใต้ (ฤดูหนาว : ตุลาคม-มีนาคม) และมรสุมย่านอเมริกาเหนือ (ฤดูร้อน : พฤษภาคม-ตุลาคม) จะได้รับอิทธิพลจาก MJO ระยะที่มีฝนเพิ่มขึ้นจากระบบ MJO ส่งผลกระทบต่อช่วงเวลาเริ่มต้นของมรสุมและความรุนแรงของมรสุม ยิ่งไปกว่านั้นระยะเริ่มสลายตัวของ MJO ยังบอกถึงการเริ่มต้นการสิ้นสุดของมรสุมด้วย
- MJO ทำให้ South Atlantic Convergence Zone (SACZ : ชายฝั่งประเทศบราซิล) และ South Pacific Convergence Zone (SPCZ : ตะวันออกของออสเตรเลีย) แรงขึ้นหรืออ่อนกำลังลงได้
- มีหลักฐานชี้ว่า MJO มีอิทธิพลต่อวงจรของ ENSO MJO ไม่ใช่สาเหตุการเกิดเอล นิโญ แต่มีผลกระทบต่อความเร็วในการพัฒนาตัว และบางครั้งมีผลต่อความรุนแรงทั้งหมดของ เอล นิโญ



1. Alternating periods of wetter/drier conditions in the tropics
2. "Pineapple express" heavy rainfall events
3. Modulation of monsoon systems
4. Influence on tropical cyclone development
5. Modulation of ENSO cycle through oceanic Kelvin waves



1. Alternating periods of wetter/drier conditions in the tropics
2. Modulation of monsoon systems
3. Influence on tropical cyclone development

รูปที่ 3 แสดงบริเวณที่ MJO ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศในช่วงเวลา 3 สัปดาห์

- MJO สามารถเปลี่ยนแปลงความรุนแรงของพายุไซโคลนในมหาสมุทรอินเดีย มหาสมุทรแปซิฟิก อ่าวเม็กซิโกและในมหาสมุทรแอตแลนติก ตัวอย่างเช่น แม้ว่าพายุไซโคลนจะเกิดในฤดูอบอุ่นของซีกโลกเหนือ (โดยทั่วไปคือ พฤษภาคม-พฤศจิกายน)ทั้งในย่านมหาสมุทรแปซิฟิกและย่านมหาสมุทรแอตแลนติก แต่ในแต่ละปีจะมีพายุที่มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น(ลดลง)ได้ MJOเป็นตัวที่ทำให้กำลังของพายุเปลี่ยนแปลงไป (โดยเฉพาะพายุที่มีกำลังแรง)โดยการทำให้สภาพแวดล้อมใน

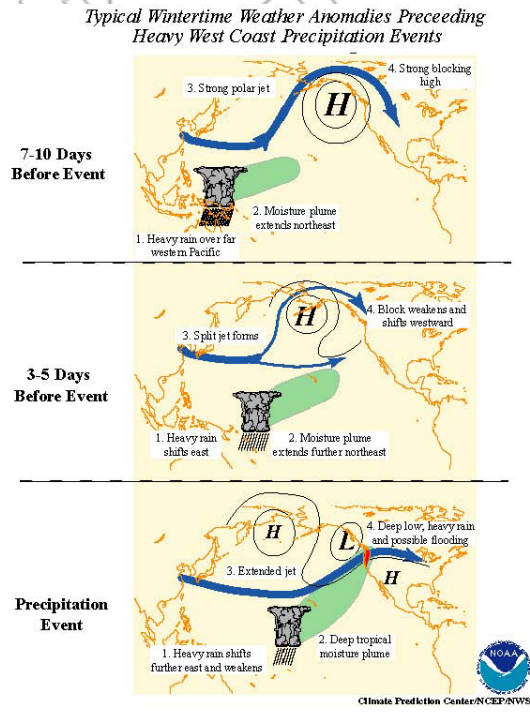
ระบบใหญ่เกิดความเหมาะสม(ไม่เหมาะสม)ต่อการพัฒนาของพายุ เช่น ความผิดปกติที่เกิดขึ้นของลมตะวันตกที่ระดับผิวพื้นด้านหลังของบริเวณที่มีการยกตัวรุนแรงในระบบ MJO อาจทำให้เกิดระบบหมุนเวียนเข้า(หมุนเวียนออก)

ทางด้านเหนือ(ใต้)ของเส้นศูนย์สูตรตามลำดับ (รูปที่ 2) ในเวลาเดียวกัน ในระดับบน ระบบหมุนเวียนออก(หมุนเวียนเข้า)จะพัฒนาไปตามแนวด้านหลังของบริเวณที่มีการยกตัว (รูปที่ 2) ส่งผลให้ลมเฉือนในทางตั้งลดกำลังลง และเพิ่มแรงหมุนเวียนออกในระดับบน ซึ่งทั้งสอง

ปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้พายุไซโคลนมีการพัฒนาและมีความรุนแรงขึ้น โดยพายุจะมีแนวโน้มรุนแรงขึ้นเมื่อ MJO ช่วยให้มีฝนเพิ่มขึ้น เมื่อ MJO มีการขยายตัวไปทางตะวันออก บริเวณที่จะเกิดพายุไซโคลนรุนแรงจะเคลื่อนจากมหาสมุทรอินเดียไปสู่มหาสมุทรแปซิฟิก และสู่มหาสมุทรแอตแลนติกในที่สุด อย่างไรก็ตาม

ก็ตามยังมีคำเตือนว่า MJO เป็นเพียงหนึ่งในหลายๆปัจจัยที่ทำให้พายุไซโคลนพัฒนาขึ้นได้ ยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ น้ำทะเลจะตื้นเขินเพียงพอและลมเฉือนในทางตั้งจะต้องมีกำลังอ่อนพอที่จะก่อให้เกิดความปั่นป่วนในเขตร้อนและคงอยู่เพื่อพัฒนาเป็นพายุต่อไป

- การเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนในเขตร้อนบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกและมหาสมุทรแปซิฟิกกลางนำไปสู่การมีฝนหนักในอเมริกาเหนือด้านตะวันตก ภาพจำลองตัวอย่างแสดงการเชื่อมโยงปริมาณฝนในเขตร้อนกับ MJO ทำให้มีฝนหนักในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตก ซึ่งเป็นลักษณะของการหมุนเวียนไปอย่างต่อเนื่อง(คือการเคลื่อนตัวไปทางตะวันออก)ในเขตร้อน และการหมุนเวียนย้อนกลับ(คือการเคลื่อนตัวไปทางตะวันตก)ในเขตละติจูดสูงของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 แสดงการหมุนเวียนของความชื้น (moisture) ที่สัมพันธ์กับการเกิดฝนหนัก (heavy rain) บริเวณชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาเหนือ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับ MJO

ที่มา <http://www.cpc.noaa.gov>