

Synoptic scale systems

Barotropic System

จากหลักการของ Dynamic หากวิเคราะห์แผนที่อากาศและพบว่าเส้นชั้นความสูง (Contour) และเส้นอุณหภูมิเท่า (Isotherm) ขนานหรือเกือบขนานกันไป ลักษณะดังกล่าวเรียกว่า Barotropic system ซึ่งแสดงว่าไม่มีการยกตัวของอากาศเนื่องจากความต่างของอุณหภูมิ (Temperature advection) ตัวอย่างเช่น Longwave trough และ Longwave ridge เป็นต้น หย่อมความกดอากาศต่ำ หรือบริเวณความกดอากาศสูงที่ผิวพื้นที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีอากาศอุ่นกว่าโดยรอบ (Warm pocket) หรืออากาศเย็นกว่าโดยรอบ (Cold pocket) ซึ่งวิเคราะห์ได้จากเส้นอุณหภูมิเท่าในแผนที่อากาศก็จัดได้ว่าเป็นระบบของ Barotropic เมื่อพิจารณาโครงสร้างในทางตั้งของระบบ Barotropic จะมีโครงสร้างเป็นแนวตรงหรือเกือบเป็นแนวตรงขึ้นไปจากผิวพื้นถึงบรรรยากาศระดับบน หรืออาจกล่าวได้ว่าผลที่เกิดขึ้นของระบบต่างๆ (หย่อมความกดอากาศต่ำ, บริเวณความกดอากาศสูง) ในระนาบของความกดอากาศระดับบนจะตั้งอยู่เหนือหรือใกล้เคียงกับระบบที่ผิวพื้น

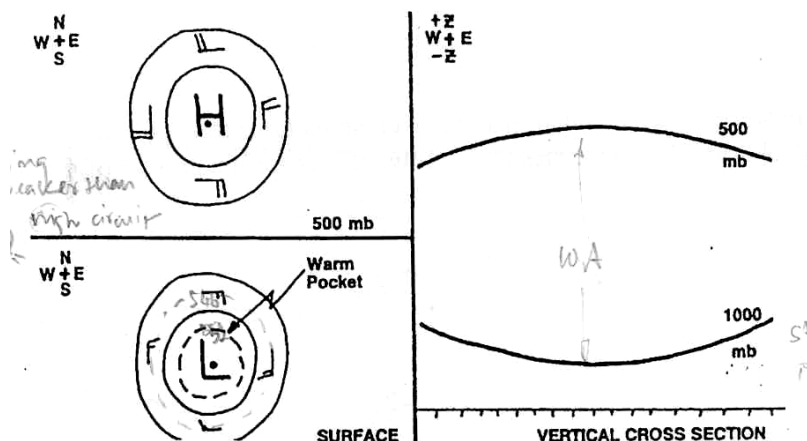
Barotropic คือระบบที่มีความแตกต่างของมวลอากาศค่อนข้างน้อย และไม่ได้เกิดร่วมกับแนวปะทะอากาศ

สามารถจำแนกออกได้ 4 ประเภท คือ

1. Warm Barotropic Low
2. Cold Barotropic High
3. Warm Barotropic High
4. Cold Barotropic Low

1. Warm Barotropic Low

Warm barotropic low คือ หย่อมความกดอากาศต่ำที่มีศูนย์กลางของอากาศอุ่นกว่าโดยรอบ (Warm core) (ค่าสูงสุดของ thickness จะอยู่ด้านใน/ตรงกลาง) ในบรรรยากาศระดับบนที่อยู่เหนือหย่อมความกดอากาศต่ำที่ผิวพื้นปรากฏเป็นระบบการหมุนวนแบบแอนตี้ไซโคลน เป็นผลทำให้ความลาดเอียงของระนาบพื้นผิวของความกดอากาศเท่า (Constant pressure surface) ที่อยู่สูงขึ้นไปมีลักษณะตรงข้ามกับระนาบพื้นผิวของความกดอากาศเท่าในระดับต่ำ ดังนั้นเมื่อพิจารณาโครงสร้างในทางตั้งจะพบว่า ความรุนแรงของระบบการหมุนเวียนแบบไซโคลนลดลงและเปลี่ยนเป็นระบบการหมุนเวียนแบบแอนตี้ไซโคลนตามความสูงที่เพิ่มขึ้น



รูปแบบโครงสร้างของ Warm Barotropic Low

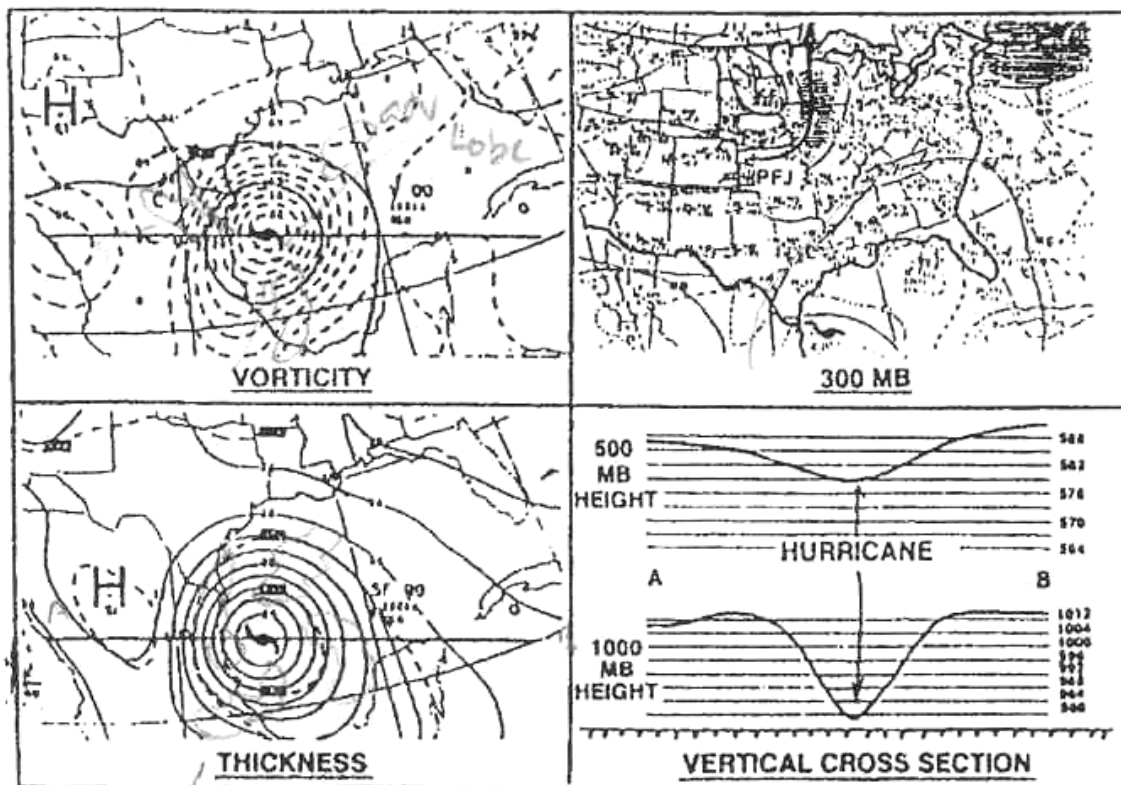
ห่อมความกดอากาศต่ำที่อยู่ทางด้านแถบศูนย์สูตร (Equatorward) ของ Polar front jet และเกิดขึ้นเนื่องจากความร้อนของอากาศที่อยู่บริเวณตรงกลางของห่อมความกดอากาศต่ำ หากมีน้ำฟ้าหรือเมฆเกิดร่วมด้วยจะมีรูปแบบที่สมมาตรหรือปรากฏโดยรอบห่อมความกดอากาศต่ำนั้น

ตัวอย่างของ Warm barotropic low ได้แก่ ระบบพายุหมุน (Tropical System : hurricane/tropical storms/typhoon) และ ห่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อน (Heat low) การวิเคราะห์ระบบโครงสร้างของความร้อนบริเวณศูนย์กลาง (Thermal structure) ของแต่ละระบบมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (เช่นบนพื้นดิน/พื้นน้ำ)

1.1 ระบบพายุหมุน (Tropical System)

ระบบพายุหมุนเกิดขึ้นบริเวณอากาศอุ่นชื้น เช่น เหนือผิวน้ำในเขตร้อน ความร้อนแฝงจากกระบวนการกลั่นตัวของอากาศที่อยู่โดยรอบศูนย์กลางของระบบพายุหมุนเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ระบบพายุมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น อากาศบริเวณศูนย์กลางถูกทำให้ร้อนขึ้นและเกิดเป็น Warm core

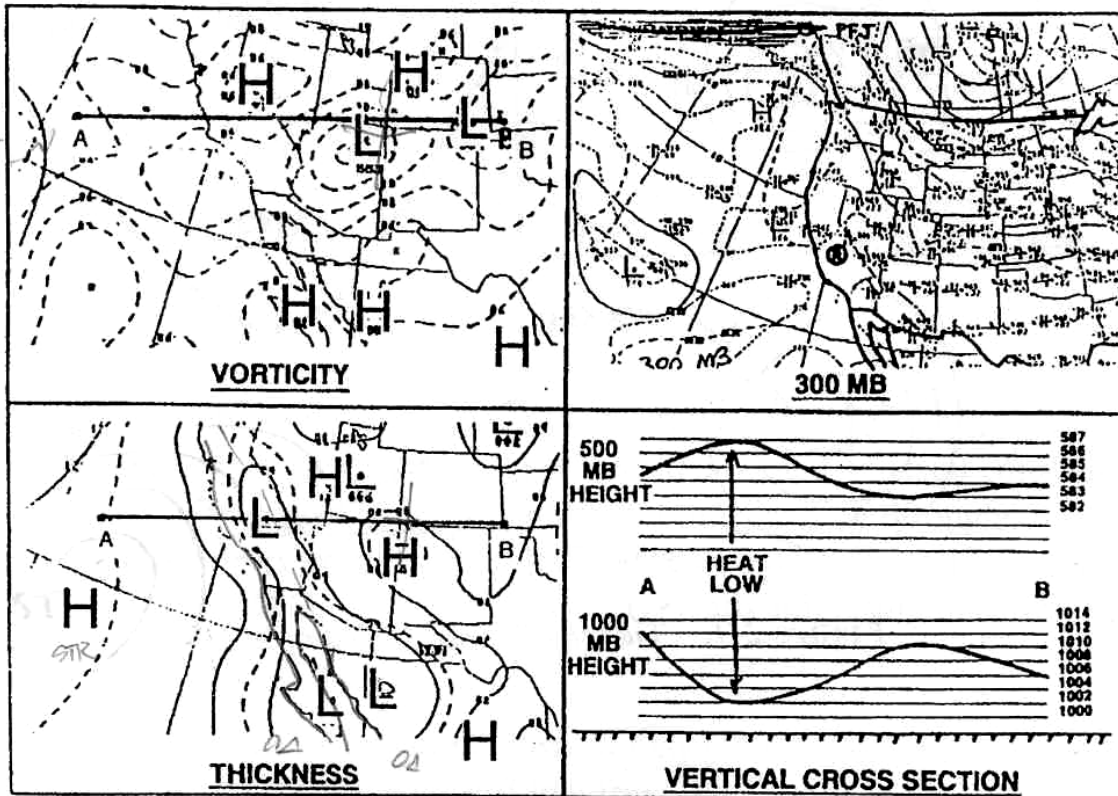
จากประสบการณ์บอกเราว่าระบบพายุหมุนเป็นระบบการหมุนเวียนอย่างรุนแรงที่เกิดขึ้นในระดับต่ำ ซึ่งตรงกับข้อสรุปที่ได้จากการพิจารณาภาพตัดขวางในทางตั้ง (Vertical cross section) พบว่า ระบบการหมุนเวียนแบบไซโคลนอ่อนกำลังลง ณ ระดับความสูงประมาณ 200 mb และเปลี่ยนเป็นระบบหมุนเวียนแบบแอนตี้ไซโคลนที่ระดับนี้ ระบบการเคลื่อนที่ของลมโดยรอบมีลักษณะ Cyclostrophic balance กล่าวคือ แรงของความชันความกดอากาศ (Pressure gradient force) มีค่าสมดุลกับแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal force) มวล (Mass) ของอากาศที่ไหลเข้าสู่ระบบโดย convergence ในระดับต่ำและกระจายออกจากระบบโดยระบบ แอนตี้ไซโคลน (Anticyclonic outflow)



ภาพตัดขวางในทางตั้ง (Vertical cross section) ของระบบพายุหมุน

1.2 หย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อน (Heat Low)

หย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อน เป็นระบบที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าเป็นระบบที่มีอันตรายหรือสร้างความเสียหายได้น้อยกว่า Barotropic low ชนิดอื่น ระบบการหมุนเวียนถูกขับเคลื่อนเนื่องจากการร้อนขึ้นของผิวพื้นแต่แตกต่างจากระบบพายุหมุนเนื่องจากขีดจำกัดของความชื้นที่เข้าไปหล่อเลี้ยงระบบ โดยปกติหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนเกิดขึ้นในลักษณะกระจายไปตามพื้นที่ที่เป็นหย่อมความกดอากาศต่ำและเป็นการยากที่จะระบุตำแหน่งของศูนย์กลางของระบบได้อย่างชัดเจน เนื่องจากระบบนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากความร้อน ดังนั้นระบบนี้ จึงเกิดขึ้นเฉพาะบนพื้นดินเท่านั้น ซึ่งเป็นบริเวณที่อุณหภูมิสูงสุดหรือค่า Thickness มีค่าสูงเกิดขึ้นในบริเวณนี้ ถ้าบริเวณพื้นผิวที่ร้อนมีการเคลื่อนที่ หย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนก็จะเคลื่อนที่ตามไปด้วย



Heat Low

การหมุนเวียนแบบไซโคลนที่ผิวพื้นมีกำลังค่อนข้างอ่อน และอ่อนกำลังลงอย่างต่อเนื่องเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ระบบการหมุนเวียนดังกล่าวพบได้ถึงระดับ 850 mb และอาจเป็นไปได้ที่พบได้สูงถึงระดับ 700 mb เช่นในเขตทะเลทราย ในบรรยากาศระดับบนจะปรากฏเป็นลิ่มความกดอากาศสูง (ridge) อยู่เหนือบริเวณหย่อมความกดอากาศต่ำที่ผิวพื้น ดังนั้นหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนจึงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำที่ไม่ลึกมากนักที่เกิดอยู่ภายใต้ของลิ่มความกดอากาศสูงระดับบน (Upper ridge) แต่ไม่ได้หมายความว่าป็นตัวการก่อให้เกิดลิ่มความกดอากาศสูง สำหรับลิ่มความกดอากาศสูงนั้นเป็นผลมาจาก Subtropical ridge

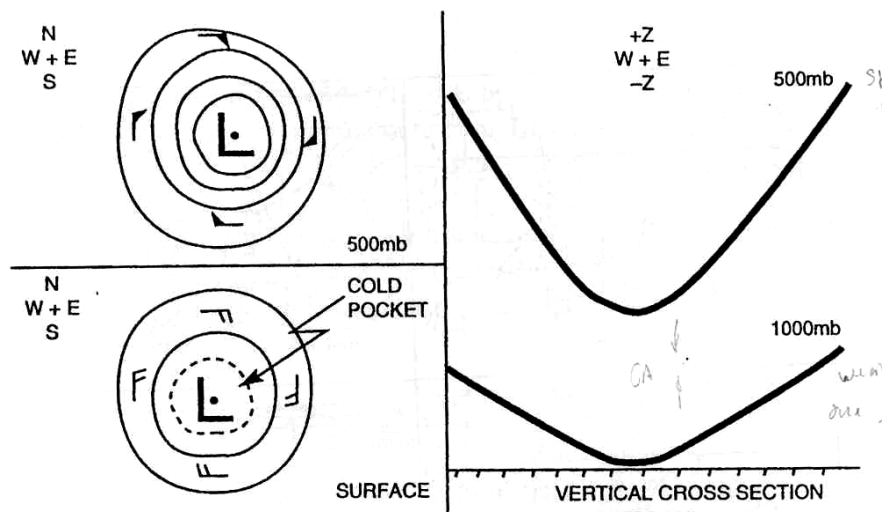
หย่อมความกดอากาศเนื่องจากความร้อนเกิดขึ้นในแหล่งกำเนิดของมวลอากาศแบบภาคพื้นทวีปในเขตร้อน (Continental tropical airmass : cT) หรือแถบทะเลทราย ในฤดูร้อนหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนจะเกิดขึ้นบริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกาและเม็กซิโก โดยที่ร่องความกดอากาศต่ำที่เกิดจากหย่อมความกดอากาศต่ำว่างตัวเป็นแนวไปทางทิศเหนือปกคลุมบริเวณหุบเขาในรัฐแคลิฟอร์เนียซึ่งเป็นบริเวณที่ อุ่นกว่ามหาสมุทรแปซิฟิก ลักษณะเช่นนี้เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นการเกิด

Inverted trough ถึงแม้ว่าความร้อนในเวลากลางวันเป็นเหตุทำให้เกิดหย่อมความกดอากาศต่ำชนิดนี้แต่อากาศค่อนข้างแห้ง จึงไม่มีน้ำฟ้าหรือเมฆเกิดขึ้น แต่ถ้ามีความชื้นอย่างเพียงพอก็จะเกิดพายุฟ้าคะนองขึ้นได้ในช่วงบ่าย

2. Cold Barotropic Low

Cold barotropic low หรือ Cold core low เกิดขึ้นเนื่องจากการปั่นป่วน (disturbance) ในกระแสลมฝ่ายตะวันตกระดับบนในเขตละติจูดกลาง คุณลักษณะทั่วไปจะมีอากาศเย็น (ค่า thickness มีค่าต่ำที่สุด) อยู่ตรงกลางของหย่อมความกดอากาศต่ำ โครงสร้างของระบบในทางตั้งจะพบว่าการหมุนเวียนแบบไซโคลนมีกำลังอ่อนลงเมื่อจมตัวลงสู่บรรยากาศระดับล่างและอาจจมตัวลงไม่ถึงผิวพื้นที่อยู่ด้านล่าง ในขณะที่ระบบหมุนเวียนแบบไซโคลนในระดับบนจะมีความรุนแรง หย่อมความกดอากาศต่ำชนิดนี้พบได้ทั้งทางแถบศูนย์สูตรหรือทางแถบขั้วโลกของ Polar Front Jet แต่จะไม่อยู่ภายใต้กระแสลมกรดโดยตรง

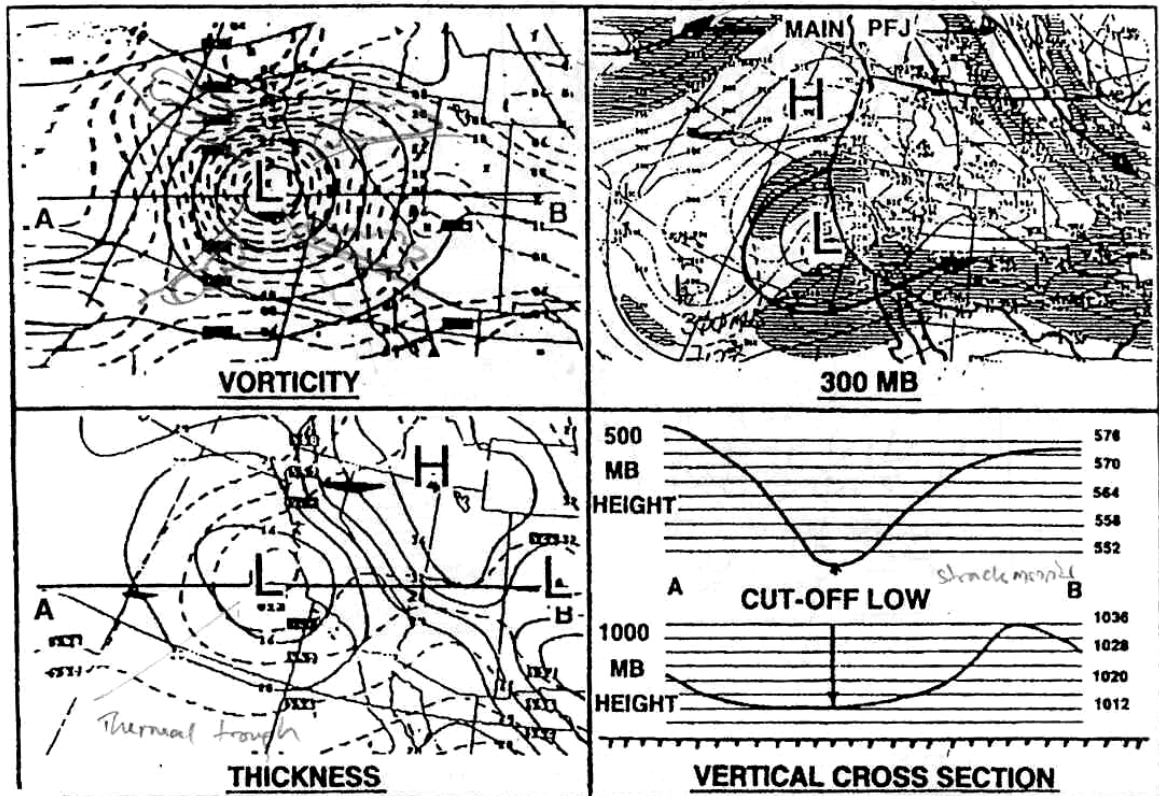
สภาพอากาศที่เกิดขึ้นในบริเวณ Cold barotropic low มักปรากฏมีเมฆมากและมีน้ำฟ้าตกกระจายรอบๆ ศูนย์กลางของหย่อมความกดอากาศต่ำ น้ำฟ้าที่ตกส่วนใหญ่จะวิ่งตัวไปตามแนวของ Minor short wave trough ที่เคลื่อนที่รอบหย่อมความกดอากาศต่ำ



Cold Barotropic Low

2.1 Cut off Low

Cold barotropic low จำแนกได้สองรูปแบบขึ้นอยู่กับตำแหน่งของหย่อมความกดอากาศต่ำกับ Polar front jet รูปแบบแรกคือหย่อมความกดอากาศต่ำที่มีตำแหน่งทางแถบขั้วโลกของ Polar front jet เรียกว่า Cut off low ก่อตัวขึ้นเมื่ออากาศเย็นเคลื่อนที่ลงไปในละติจูดต่ำในลักษณะของ Deepening trough (Deepening trough : การเคลื่อนตัวลงมาของ trough ในแนวเหนือ-ใต้) ขณะที่แนวของกระแสลมกรดวางตัวตาม Long-wave ในลักษณะของ Low zonal เนื่องจาก ridge ทางด้านต้นลมของ trough แรงขึ้น (amplify) อย่างต่อเนื่อง และในส่วนของ Divergence (Divergent quadrant) ของ Jet maximum ที่อยู่ทางด้านต้นลมช่วยทำให้ trough มีกำลังแรงขึ้น ขณะเดียวกัน ridge ทางด้านต้นลมก็มีกำลังแรงเนื่องจากตกอยู่ในส่วนของ Convergent ซึ่งอยู่ในควอเตอร์แดนที่สองของ Jet maximum ในที่สุดกระแสลมกรดได้เปลี่ยนแนวการเคลื่อนที่เป็นแบบ High zonal เคลื่อนตัวข้ามแนว ridge และ trough ผลจากการเคลื่อนตัวดังกล่าวทำให้มวลอากาศเย็นขนาดใหญ่ที่อยู่ทางแถบขั้วโลกของ Polar front jet ถูกแบ่งออกเป็นแอ่งของอากาศเย็น (Cold pool) ด้วยเหตุนี้จากกล่าวได้ว่า Cut off low เกิดขึ้นในบรรยากาศระดับบนแล้วจมตัวลงสู่เบื้องล่าง



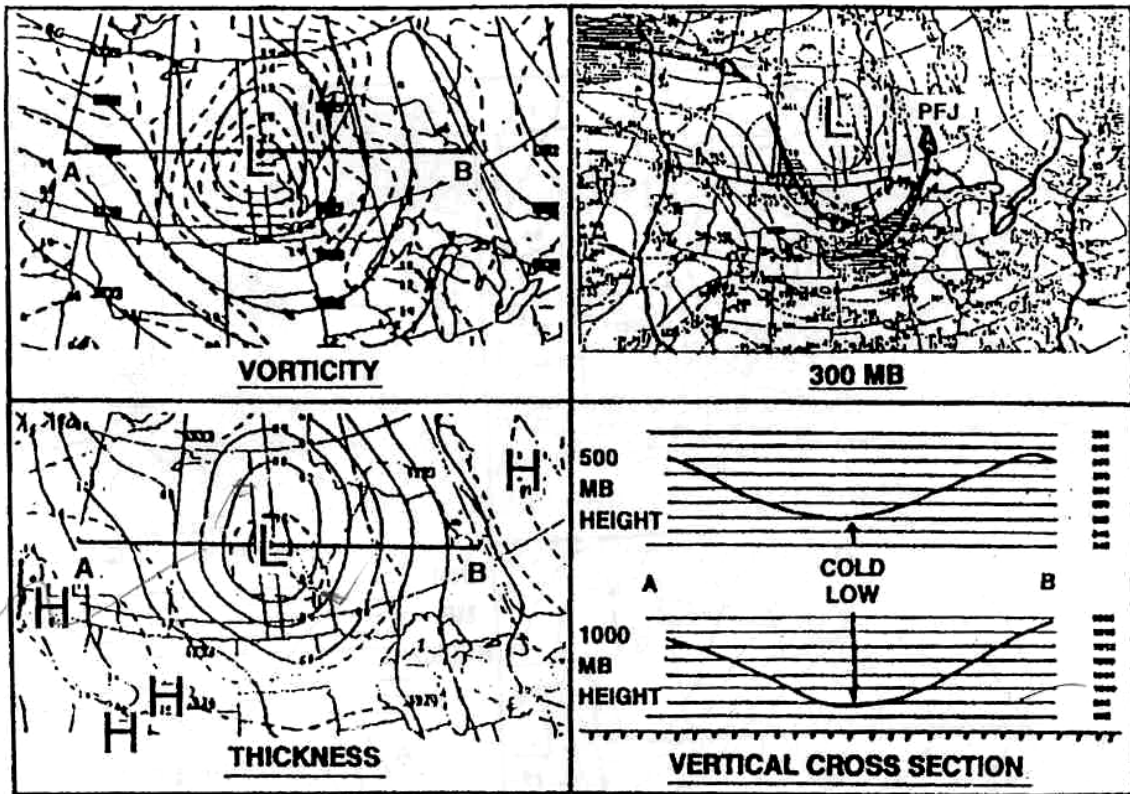
Cut off Low

ตามปกติ Cut off low พบอยู่บริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกเฉียงใต้และแถบทะเลทรายของสหรัฐอเมริกา แต่อาจเกิดขึ้นได้ทุกสถานที่ถ้าอยู่ในเงื่อนไขที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนมากเกิดขึ้นได้บ่อยในช่วงฤดูใบไม้ผลิ แต่ก็อาจเกิดขึ้นได้ตลอดทั้งปี ในระหว่างฤดูใบไม้ผลิอากาศเย็นเคลื่อนที่ลงมาทางใต้ตามการเคลื่อนที่ของ Long wave trough ในลักษณะของ Low zonal มวลของอากาศเย็นมักจะถูกตัดออกเป็นแอ่งเล็กแยกออกจากมวลอากาศขนาดใหญ่ได้ง่ายหากกระแสลมกรดเปลี่ยนตำแหน่งเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ ซึ่งโดยทั่วไปในฤดูนี้กระแสลมกรดจะเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ

เมื่อเกิด Cut off low ขึ้นแล้วอาจไม่มีการเคลื่อนตัวและค่อยๆ สลายตัวไป หรือถ้าหากมี trough ลูกใหม่เคลื่อนตัวใกล้เข้ามาทางด้านตะวันตก Cut off low ก็จะเปิดออกอีกครั้ง การที่ trough บังคับให้ Cut off low เปิดออก เราเรียก trough นั้นว่า “kicker”

2.2 Decaying Wave

Cold barotropic low ชนิดที่สองคือ Decaying wave มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ทางแถบขั้วโลกของ Polar front jet หย่อมความกดอากาศต่ำนี้เกิดจากระบบแนวปะทะอากาศที่อยู่ในระยะสุดท้ายหรือขั้นสลายตัว สามารถเกิดขึ้นได้ทุกที่ทางแถบขั้วโลกของ Polar front jet บริเวณที่พบ Decaying wave ได้บ่อยคือบริเวณหมู่เกาะ Aleutian และ Iceland แต่บางครั้งอาจพบได้ในบริเวณอ่าว Hudson ทั้งหมดจะมีกำลังแรงเป็นบางครั้งและจะอ่อนกำลังจากด้านล่างขึ้นไปสู่เบื้องบน

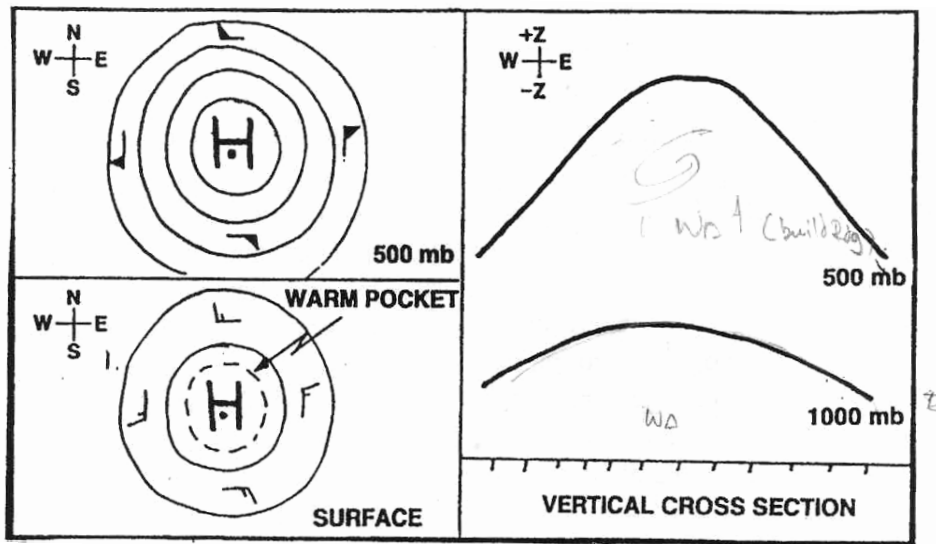


Decaying Wave

เมื่อพิจารณารูปแบบค่าเฉลี่ยความกดอากาศที่ผิวพื้นของทั้งสองพื้นที่ตามฤดูกาล พบว่าส่วนใหญ่เป็นระบบความกดอากาศต่ำ อย่างไรก็ตามไม่ควรคิดว่า Aleutian low และ Icelandic low เป็นระบบความกดอากาศต่ำเพียงชนิดเดียวซึ่งเกิดขึ้นในฤดูใบไม้ร่วงจนกระทั่งถึงฤดูใบไม้ผลิ แต่ควรคิดว่าระบบความกดอากาศต่ำที่เกิดขึ้นนั้นเป็นค่าเฉลี่ยของความกดอากาศตลอดทั้งปี ในระหว่างฤดูหนาวอาจเกิดมี low จำนวนมากที่มีลักษณะของ barotropic ในพื้นที่นี้และหย่อมความกดอากาศต่ำเหล่านี้ค่อยๆ สลายตัวไปอย่างช้าๆ ดังนั้นระบบความกดอากาศต่ำจึงเป็นระบบที่โดดเด่น ตามกฎเกณฑ์ทางภูมิอากาศระบุพื้นที่บริเวณดังกล่าวเป็นระบบความกดอากาศต่ำ แต่บางครั้งอาจพบบริเวณความกดอากาศสูงเกิดขึ้นในบริเวณนี้เวลาใดก็ได้

3 Warm Barotropic High

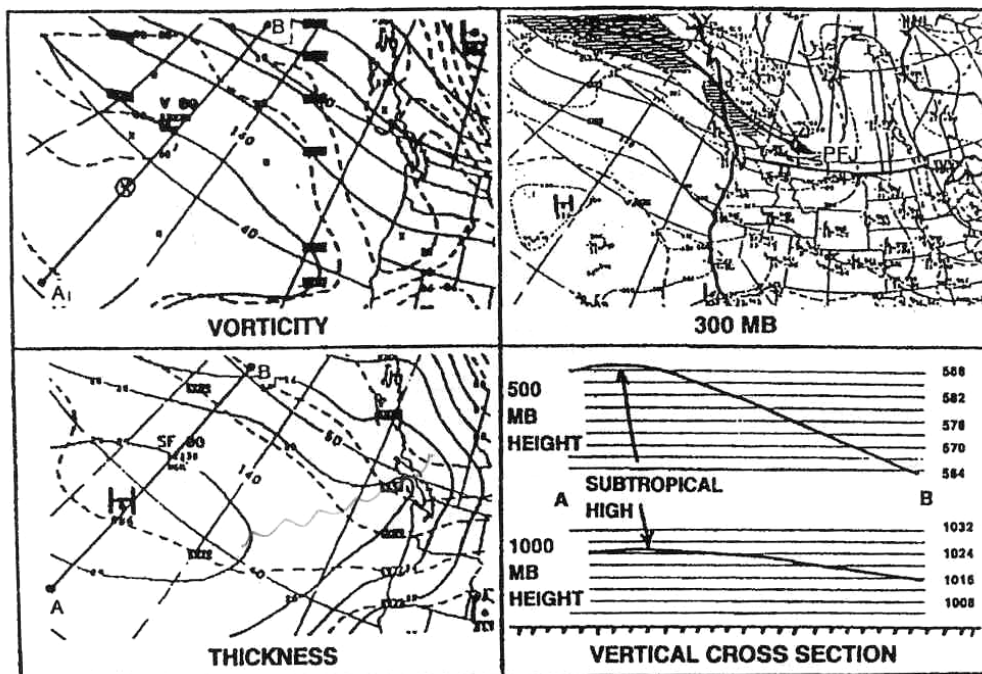
Warm barotropic high หรือ Warm core high คือบริเวณความกดอากาศสูงที่มีศูนย์กลางอ่อนกว่าโดยรอบ ระบบการหมุนเวียนแบบแอนติไซโคลนในระดับต่ำมีกำลังอ่อนและแรงขึ้นในระดับบน โดยมีความลาดเอียงและความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามความสูง ตำแหน่งของบริเวณความกดอากาศสูงตั้งอยู่ได้ทั้งในแถบศูนย์สูตรและแถบขั้วโลกของ Polar front jet แต่ไม่อยู่ใต้แนวของกระแสลมกรด สภาพอากาศที่เกิดขึ้นบริเวณนี้ส่วนใหญ่อากาศดีและอ่อนเนื่องจากการจมตัวของอากาศเป็นบริเวณกว้าง บริเวณความกดอากาศสูงที่มีศูนย์กลางอ่อนกว่าโดยรอบแบ่งออกเป็น 2 ชนิดขึ้นอยู่ตำแหน่งของบริเวณความกดอากาศสูงที่สัมพันธ์กับ Polar front jet ประกอบด้วย Subtropical high และ Cut off high



Warm Barotropic High

3.1 Subtropical High

Subtropical high ตั้งอยู่ทางแถบศูนย์สูตรของ Polar front jet และเกิดจากการ convergence ของ Hadley cell และ Ferrell cell ในระดับบน พบได้ง่ายในแผนที่อากาศผิวพื้นซึ่งกระจายตัวในพื้นที่ของบริเวณความกดอากาศสูงบริเวณละติจูดที่ 30 องศา

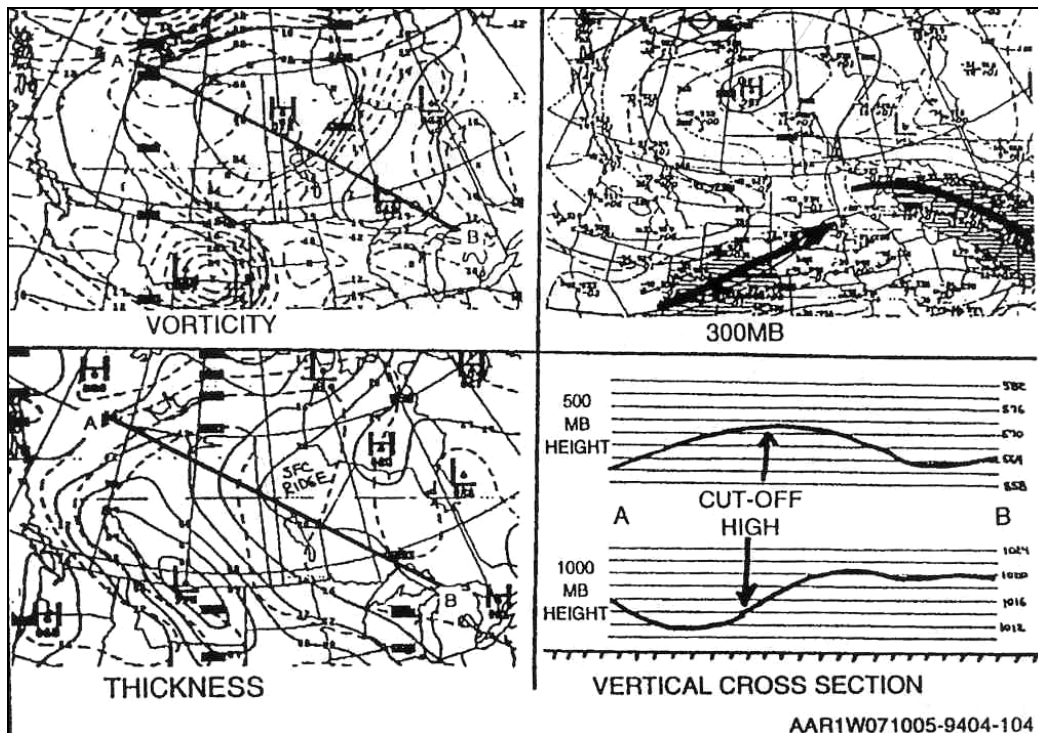


Subtropical High

3.2 Cut Off High

Cut off high หรือ Blocking high ตั้งอยู่ทางแถบขั้วโลกของ Polar front jet หรือตามส่วนแยกของ Polar front jet สำหรับ Blocking high ไม่ได้เกิดที่ระดับผิวพื้นเสมอไป การก่อตัวมีลักษณะเช่นเดียวกับ Cut off low แนวโน้มการเกิดเริ่มจากการที่มวลอากาศอุ่นเคลื่อนที่ขึ้นไปในละติจูดสูงโดยการพัดพาไปของลมฝ่ายใต้กำลังแรงในระดับบนและมีมวลอากาศอุ่นบางส่วนถูกแยกออกไปมวลอากาศอุ่นที่อยู่ทางแถบศูนย์สูตรของ Polar front jet ในขณะที่ Warm air advection กำลังแรงบริเวณ ridge ระดับบนส่งผลทำให้ ridge เคลื่อนขึ้น

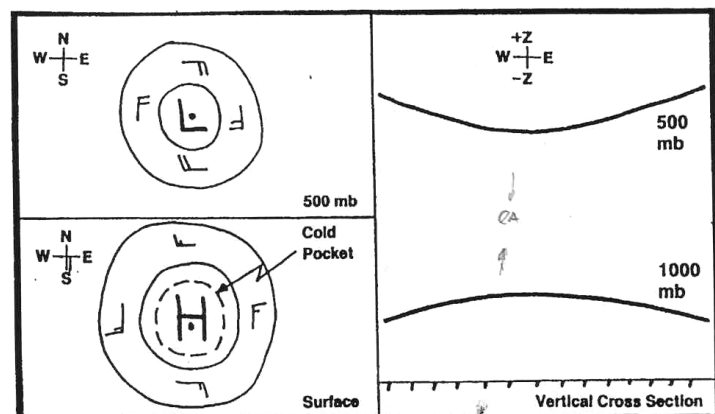
ไปทางแถบขั้วโลกมากขึ้น เช่นเดียวกัน Cold air advection ทำให้ trough ระดับบนที่อยู่ทางด้านต้นลมของ ridge มีกำลังแรงขึ้นด้วย ประกอบกับ Jet maximum ทางด้านต้นลมของ ridge และ trough ช่วยทำให้ ridge และ trough แรงขึ้นอย่างต่อเนื่อง Polar front jet จึงเคลื่อนที่แบบ Low zonal มากยิ่งขึ้น จากนั้นกระแสลมกรดเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่แบบ High zonal และแยกอากาศอุ่นออกมาบางส่วน (Warm pool) โดยอยู่ทางแถบ ขั้วโลกของ Polar front jet ส่วนใหญ่ Cut off high พบบริเวณมหาสมุทรแอตแลนติกและแปซิฟิก ที่ซึ่งเป็นบริเวณที่มีมวลอากาศอุ่นชื้นขนาดใหญ่และเกี่ยวข้องกับ Subtropical high โดยทั่วไปมีรูปร่างแบบ ถูกปิด (Blocking pattern) คงอยู่ได้นานนับสัปดาห์หรือมากกว่า รูปแบบดังกล่าวที่รู้จักกันดีคือ Omega block มีลักษณะคล้ายกับตัวอักษรโอเมกาของกรีก และ Rex block ซึ่งมี high อยู่ทางแถบขั้วโลกของ low ซึ่งอยู่ทางด้านตะวันออก



Cut off (Blocking High)

4. Cold Barotropic High

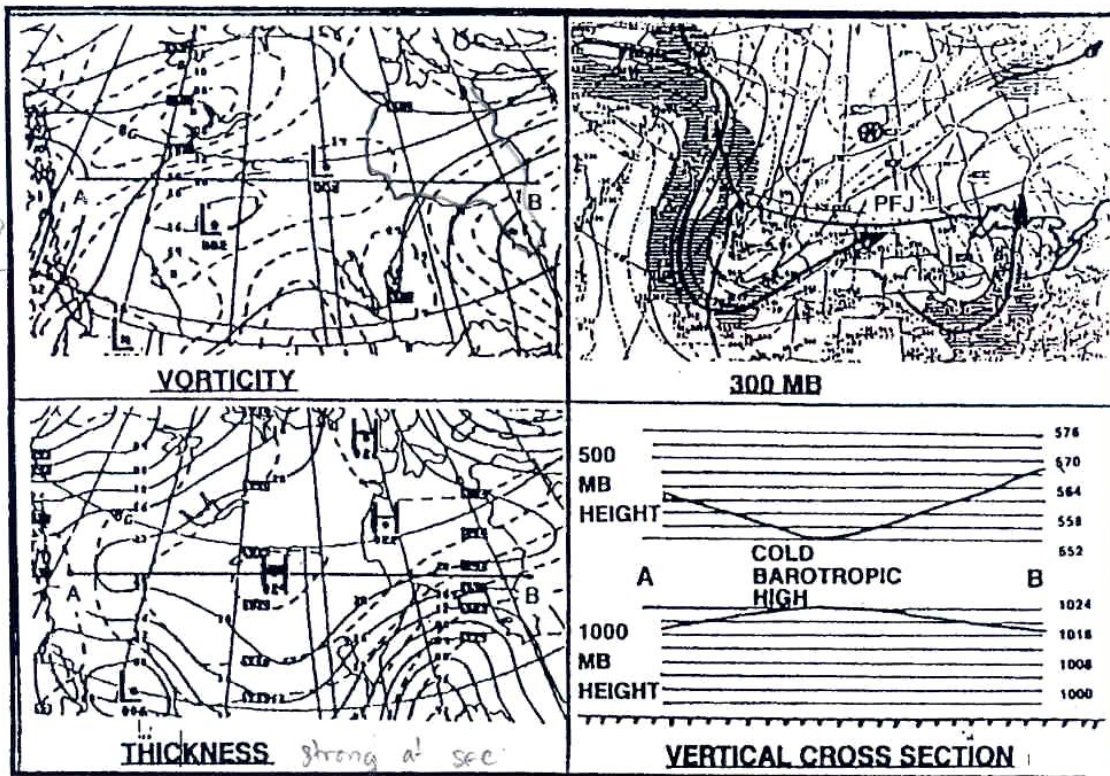
Cold barotropic high หรือ Cold core high เกิดขึ้นจากการเย็นลงอย่างมากของอากาศเบื้องล่าง แบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ Polar high และ Plateau high



Cold Barotropic High

4.1 Polar High

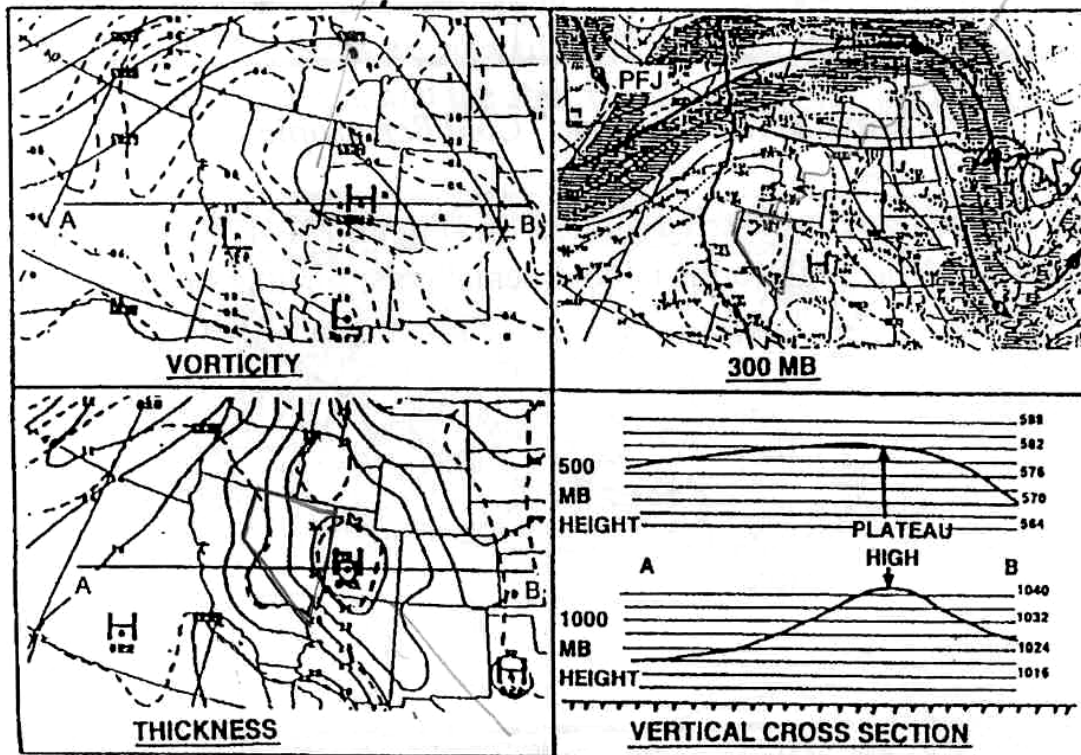
คุณลักษณะของ Polar high คือบริเวณความกดอากาศสูงที่มีศูนย์กลางของอากาศเย็นกว่าโดยรอบ ความลาดเอียงเปลี่ยนกลับตรงข้ามกับระบบที่ผิวพื้นตามความสูง พบในบริเวณแถบขั้วโลกของ Polar front jet และเกิดขึ้นในบริเวณแหล่งกำเนิดของมวลอากาศแบบฝ่ายทวีปแถบขั้วโลก (cP : continental Polar air mass) เช่น ทางตอนเหนือของประเทศแคนาดาและแถบไซบีเรีย สภาพอากาศโดยทั่วไปท้องฟ้าแจ่มใสและอากาศเย็น



Polar High

4.2 Plateau High

แบบที่สองของ Cold barotropic high ซึ่งมีโครงสร้างไม่ตรงกับต้นแบบของ Cold core high ด้วยเหตุนี้จึงจัดไว้เป็นกรณีพิเศษแยกออกต่างหาก บริเวณความกดอากาศสูงชนิดนี้ได้ชื่อตามสถานที่เกิดเพราะเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบสูง โดยทั่วไปพบอยู่ทางแถบศูนย์สูตรของส่วนแยกของ Polar front jet เป็นบริเวณที่มีอากาศเย็นที่ผิวพื้น อุณหภูมิบริเวณศูนย์กลางของบริเวณความกดอากาศสูงจะเย็นกว่าโดยรอบและหากวิเคราะห์เส้นอุณหภูมิเท่าจะพบแอ่งของอากาศเย็น (Cold pocket) ในบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ในบริเวณนี้จะมีชั้นอุณหภูมิลับอย่างรุนแรงเกิดร่วมด้วยเสมอ Subtropical ridge ปกคลุมอยู่ในระดับบนเหนือบริเวณ Plateau high ซึ่งเป็นตัวการสำคัญต่อการคงอยู่ของรูปแบบสภาพอากาศและ Subsidence inversion แต่เนื่องจากลมในระดับบนมีกำลังอ่อนส่งผลทำให้มีการคลุกเคล้ากันของอากาศค่อนข้างน้อย ดังนั้นทำให้ที่ผิวพื้นเย็นลงได้อย่างต่อเนื่อง



Plateau High

ผลของ Radiation inversion และ Subsidence inversion ระดับบน รวมทั้งลมอ่อนทำให้อากาศถูกกักเก็บในบริเวณนั้นเป็นเวลานาน มลภาวะต่างๆ จึงถูกกักเก็บอยู่ในระดับต่ำส่งผลต่อคุณภาพของอากาศ ระบบหมุนเวียนที่แท้จริงของระบบนี้ควรพิจารณาที่ระดับ 850 mb ที่มีรูปแบบของ ridge ระดับบนกำลังแรงปกคลุมอยู่ Polar front jet จะอยู่ทางแถบขั้วโลกของบริเวณความกดอากาศสูงที่ผิวพื้น ซึ่งบริเวณความกดอากาศสูงนี้มักจะปกคลุมบริเวณนี้เป็นระยะเวลานานและมีความรุนแรงมากที่สุดในตอนเช้า

Baroclinic Systems

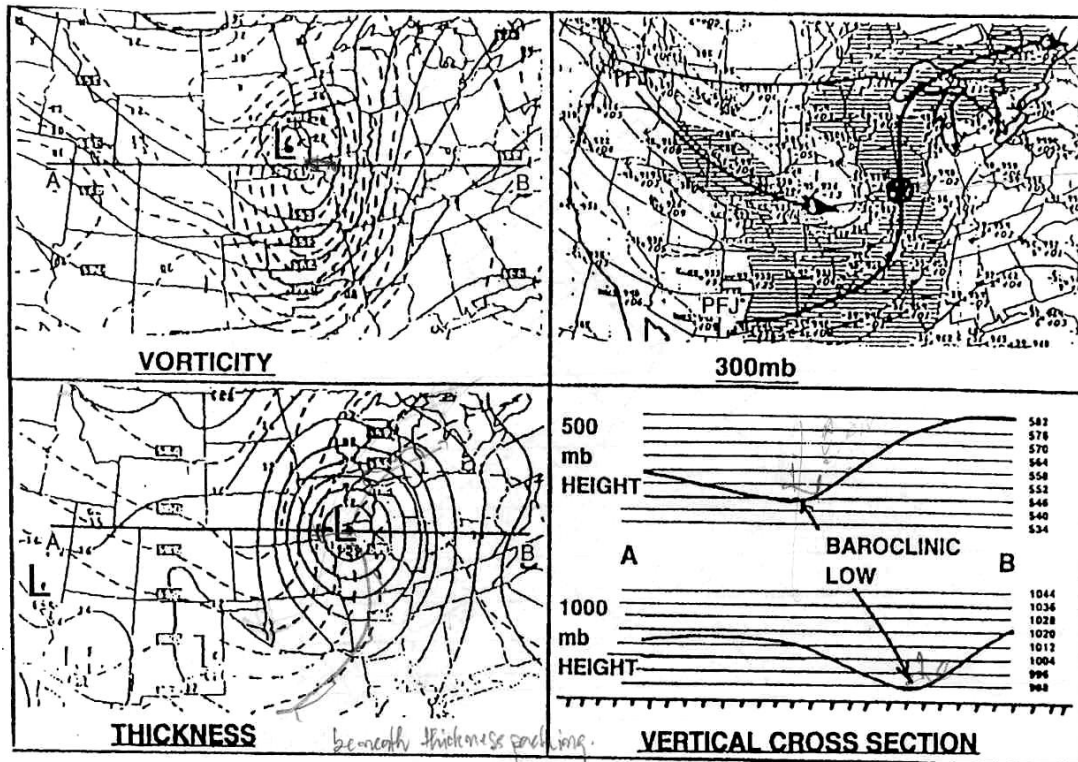
หากทำการวิเคราะห์เส้นชั้นความสูง (Contour) และเส้นอุณหภูมิเท่า (Isotherm) มีลักษณะตัดกัน (Out of phase) ในกรณีดังกล่าวจะเรียกเป็นระบบของ Baroclinic เช่นเดียวกับการพิจารณาระบบของ Barotropic ที่มุ่งเน้นในการพิจารณาความสัมพันธ์ของระบบความกดอากาศที่ผิวพื้นกับ long-wave ในบรรยากาศระดับบน แต่สำหรับระบบ Baroclinic มุ่งพิจารณาความสัมพันธ์ของระบบความกดอากาศที่ผิวพื้นกับ Shortwave ในบรรยากาศระดับบน ในระบบของ Baroclinic จะมีแกนเอียงไปตามความสูง

1. Baroclinic Low

ข้อสังเกต low ที่เกิดขึ้นในระบบของ baroclinic ที่จะกล่าวถึงต่อไปนั้น เกิดขึ้นเนื่องจากความปั่นป่วนของกระแสลมฝ่ายตะวันตกในระดับบนของเขตละติจูดกลาง

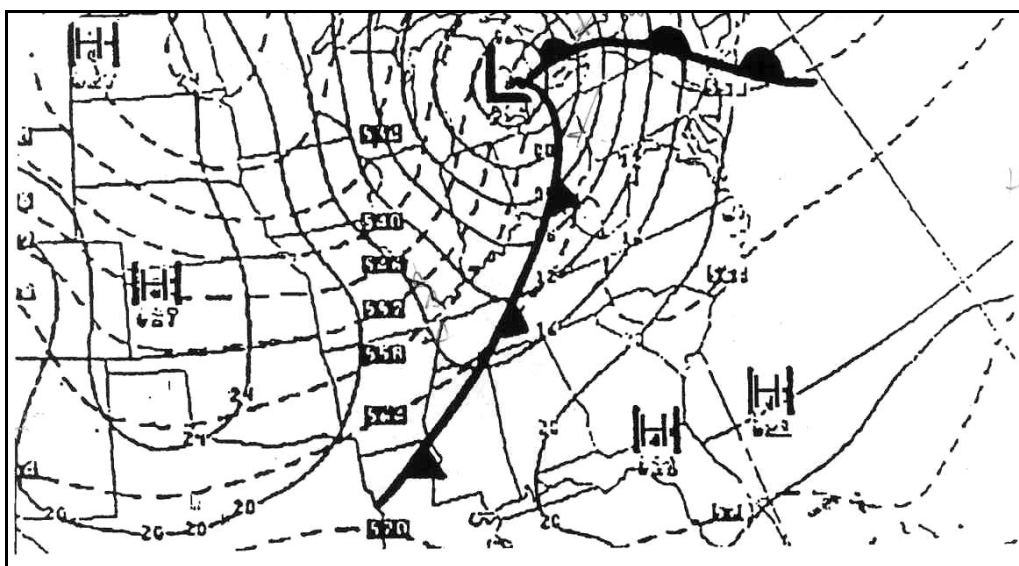
Baroclinic low วางตัวในบริเวณที่มีความแตกต่างกันของอุณหภูมิอย่างมาก (Thermal contrast) จึงทำให้มี Thermal advection กำลังแรงเกิดรอบๆ low ระบบจะมีแกนเอียงไปทาง Major short wave trough ในระดับบน เมื่อพิจารณาโครงสร้างในทางตั้งของระบบพบว่าแกนเอียงไปทางอากาศเย็น ส่งผลทำให้ลมเปลี่ยนทิศทางไปตามความสูง

การเคลื่อนที่ของอากาศในบรรยากาศจะไม่จำกัดอยู่เฉพาะในระนาบของความกดอากาศ (Isobaric surface) เท่านั้น ภายใต้สภาวะของ Baroclinic low อากาศเคลื่อนที่ไปตามพื้นผิวที่ลาดเอียงซึ่งมีทั้งการเคลื่อนที่ขึ้นและการเคลื่อนที่ลง ความลาดเอียงขึ้น-ลงเป็นเครื่องช่วยในการอธิบายรูปแบบของเมฆและน้ำฟ้าที่พบในบริเวณ low



Baroclinic Low

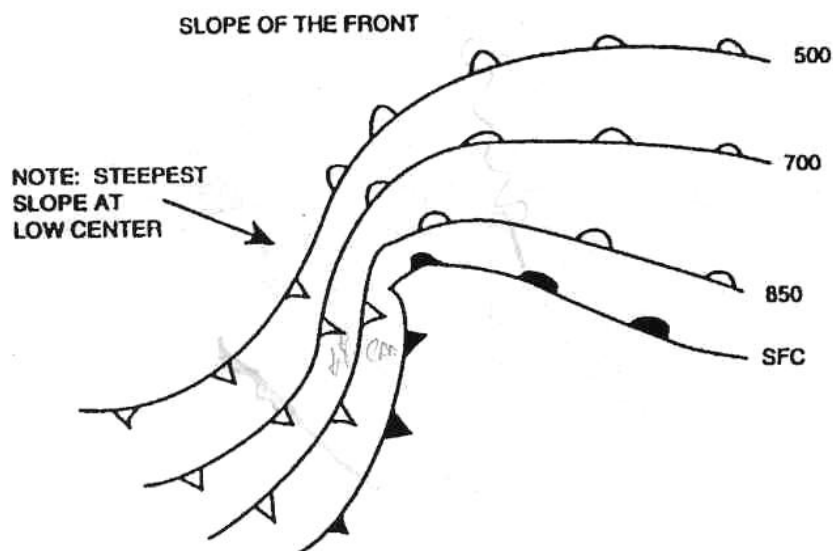
Baroclinic low เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างมาก และเกิดขึ้นในระบบแนวปะทะอากาศ



Baroclinic Low Along A Frontal System

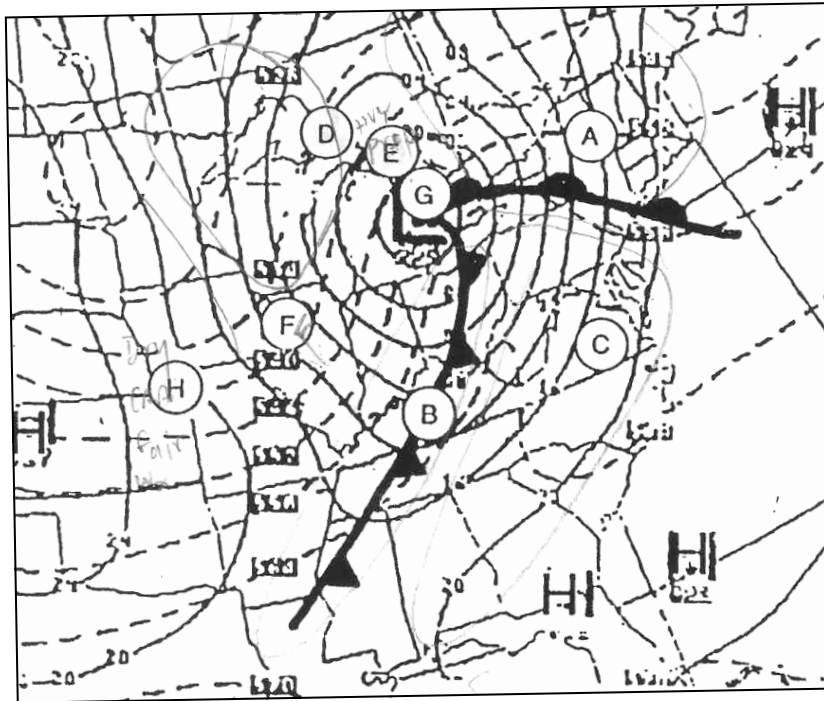
การเคลื่อนของอากาศรอบๆ low ก่อให้เกิด warm/cold air advection ลมฝ่ายใต้ที่พัดผ่านบริเวณด้านหน้าของ low หรือ Warm conveyor belt ที่เคลื่อนที่ขึ้นไปตามพื้นผิวความลาดเอียงของแนวปะทะอากาศ แล้วบิดตัวเป็นการเคลื่อนที่แบบแอนติไซโคลนในระดับบนก่อให้เกิด Warm air advection แนวปะทะอากาศที่เกิดขึ้นบริเวณนี้จึงเป็นแนวปะทะอากาศอุ่น สำหรับ Cold conveyor belt เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกและอยู่ด้านใต้ของพื้นผิวความลาดเอียงของแนวปะทะอากาศอากาศอุ่นก่อนที่จะยกตัวขึ้นไปทางด้านตะวันตกของหย่อมความกดอากาศต่ำที่ผิวพื้น Warm air advection บริเวณ Transition zone (Warm air mass is replacing cold air mass) ทำให้ Shortwave ridge ก่อตัวขึ้นทางตอนเหนือของแนวปะทะอากาศอุ่นที่ผิวพื้น

ลมฝ่ายเหนือที่พัดอยู่ด้านหลังของหย่อมความกดอากาศต่ำก่อให้เกิด Cold air advection แนวปะทะที่เกิดขึ้นบริเวณนี้เป็นแนวปะทะอากาศเย็น Warm conveyor belt เคลื่อนที่ขนานและอยู่เหนือบริเวณแนวปะทะอากาศเย็นที่ผิวพื้น ในขณะที่ส่วนหนึ่งที่แยกออกมาจาก Dry air conveyor belt จมตัวลงและแผ่กระจายออกทางด้านหลังของแนวปะทะอากาศเย็นที่ผิวพื้น เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของแนวปะทะอากาศที่ผิวพื้นและแนวปะทะอากาศในระดับบนพบว่าความลาดเอียงของพื้นผิวของแนวปะทะอากาศจะชันมากที่สุดใกล้กับบริเวณศูนย์กลางของหย่อมความกดอากาศต่ำ ดังนั้นหากพิจารณาดำแหน่งของ Polar front jet จากการวิเคราะห์เส้น thickness จะพบว่าจะวางอยู่บริเวณที่เส้น thickness เรียงชิดกันมากทางด้านหลังของแนวปะทะอากาศเย็นและทางด้านหน้าของแนวปะทะอากาศอุ่น



Slope of the frontal surface at the center of the baroclinic low

สภาพอากาศมีความหลากหลายและกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ รอบๆ Baroclinic low รายละเอียดแสดงดังรูป



Weather associated with a typical baroclinic low

จุด A การแผ่ล้นไปทางด้านหน้าของแนวปะทะอากาศอุ่นที่ผิวพื้นที่เกิดจาก Warm conveyor belt เคลื่อนที่ขึ้นไปตามพื้นผิวของแนวปะทะอากาศ ณ จุดนี้จะมีสภาพอากาศแบบแนวปะทะอากาศอุ่น

จุด B เป็นบริเวณของสภาพอากาศที่เกิดขึ้นในแนวปะทะอากาศเย็น

จุด C เป็นบริเวณของอากาศอุ่นขึ้น (Warm sector) (พื้นที่ที่อยู่ระหว่างแนวปะทะอากาศ) เงื่อนไขการเกิดสภาพอากาศขึ้นอยู่กับเสถียรภาพของบรรยากาศ

จุด D วางแนวอยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของหย่อมความกดอากาศต่ำที่ผิวพื้น เป็นบริเวณที่มี divergence อยู่ระดับบนเป็นเหตุให้เกิดการยกตัวในทางตั้งขึ้น (Upward vertical motion) และน้ำฟ้า

จุด E บริเวณทางตอนเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือของศูนย์กลางความกดอากาศต่ำมี divergence อยู่ด้านบนและ Warm air advection ซ้อนทับเป็นเหตุให้มีน้ำฟ้าตกหนัก ประกอบกับ Cold conveyor belt เคลื่อนตัวขึ้นไปอย่างรวดเร็วในบริเวณนี้จึงทำให้มีหิมะตกหนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว

จุด F เป็นบริเวณที่มีเมฆชั้นต่ำที่มีลักษณะคล้ายกับคลื่นในกระแสน้ำ (backwash) convergence ในระดับต่ำที่เกิดขึ้นร่วมกับการเคลื่อนที่แบบไซโคลนรอบๆ หย่อมความกดอากาศเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดเมฆเหล่านี้ (Astiling, 1976)

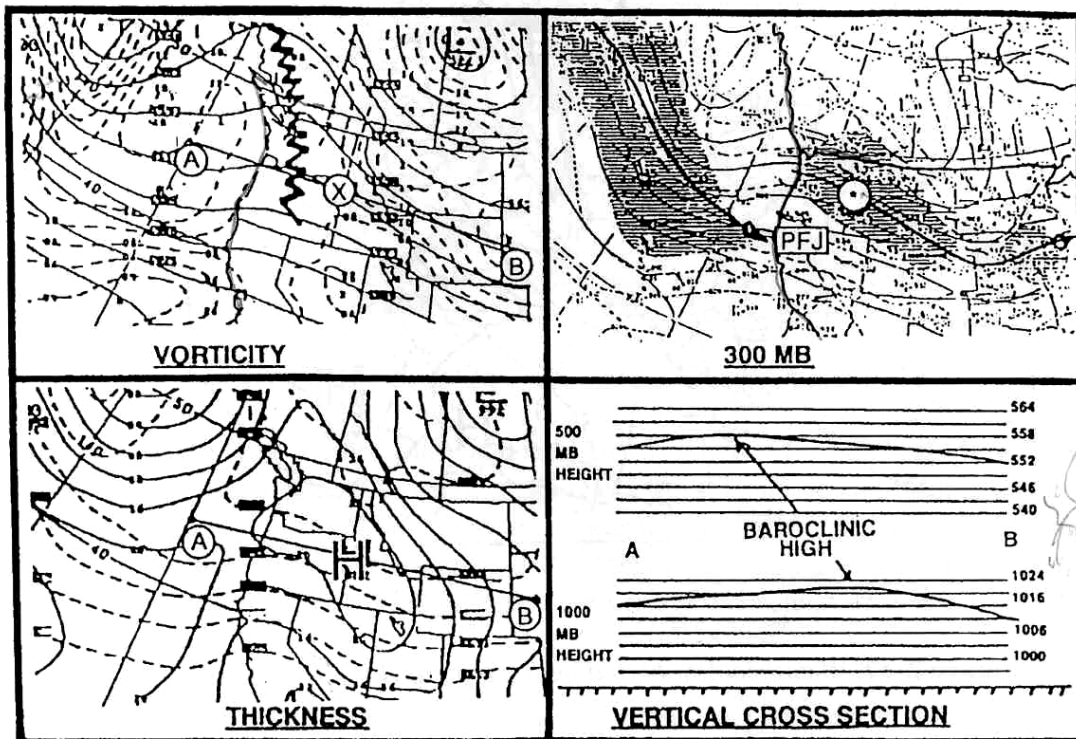
จุด G ความชื้นอันเป็นผลมาจากการระเหยของน้ำฟ้าที่ตกอยู่ทางด้านหน้าของแนวปะทะอากาศอุ่น บริเวณศูนย์กลางของหย่อมความกดอากาศต่ำจะมีน้ำฟ้าที่มีความรุนแรงอยู่ในชั้นเบาและเพดานเมฆต่ำโดยทั่วไป

จุด H อากาศจมตัวลงมาสู่เบื้องล่าง (Subsidence) และ Cold air advection เป็นผลทำให้อากาศดี ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนผ่านของ Dry air conveyor belt

Baroclinic low เกิดขึ้นในระบบของแนวปะทะอากาศทางด้านปลายลมของ Long wave trough และเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือโดยความรุนแรงสูงสุดจะเกิดขึ้นก่อนที่เคลื่อนตัวไปถึงบริเวณปลายลมของ Long wave ridge

2. Baroclinic High

Baroclinic high จะอยู่บริเวณทางด้านปลายลมของ Long wave ridge เกิดขึ้นเนื่องจากการปั่นป่วนในกระแสลมฝ่ายตะวันตกในละติจูดกลาง และเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างมาก โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทิศตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นบริเวณ Cold air advection อันเป็นสาเหตุทำให้ความกดอากาศเพิ่มขึ้นแกนของ high เอียงไปหา Major short wave ridge ที่อยู่ระดับบน หากพิจารณาตั้งแต่ผิวพื้นขึ้นไประดับบนจะพบว่าเอียงไปทางอากาศอุ่น การที่มีแกนเอียงนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของทิศทางการลม (shift) ตามความสูง บ่งบอกถึง Temperature advection



Baroclinic High

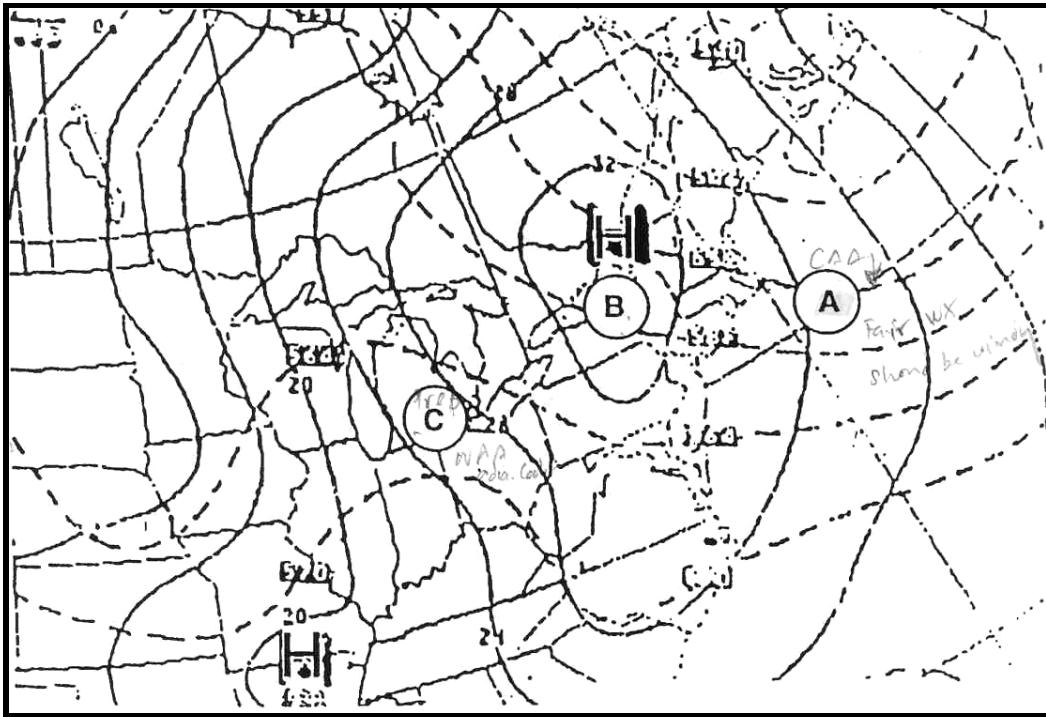
ถึงแม้ว่า Baroclinic high เกี่ยวข้องกับความแตกต่างของอุณหภูมิ แต่ระบบนี้ไม่ได้เกิดตามแนวปะทะอากาศ และแนวปะทะอากาศไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในบริเวณ high หรือในบริเวณ ridge Negative vorticity advection ที่อยู่ด้านหน้าของ Short wave ridge และการหมุนเวียนแบบแอนติไซโคลนที่เกิดขึ้นในระดับต่ำ ซึ่งทั้งสองอย่างใช้เป็นข้อสังเกตของ divergence ในระดับต่ำและการสลายตัวของแนวปะทะอากาศ

สภาพอากาศที่เกิดในระบบ Baroclinic high มีความแตกต่างกันอย่างมากใกล้ๆ กับศูนย์กลาง

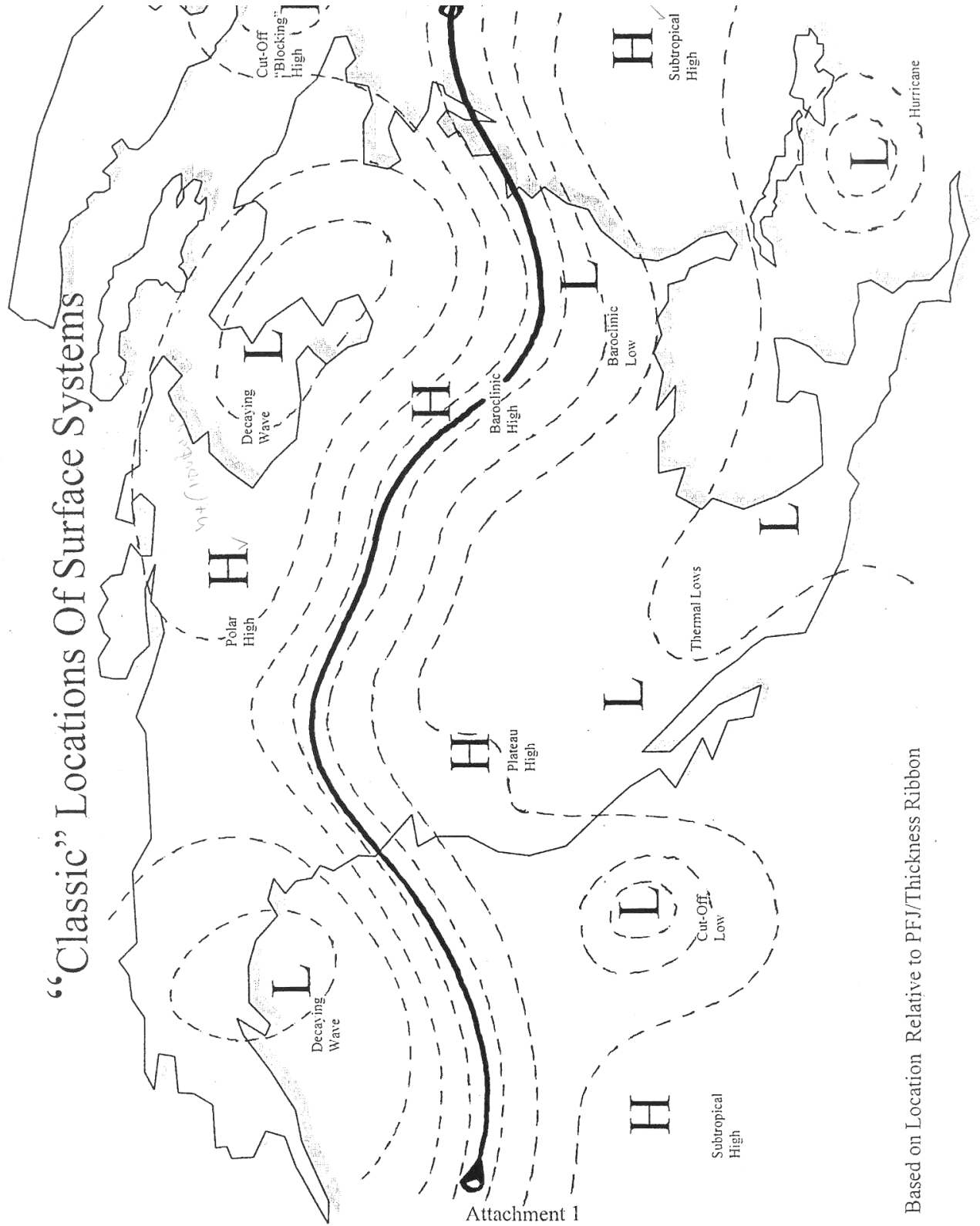
จุด A Cold air advection และมี convergence อยู่เบื้องบนก่อให้เกิดการจมตัวลงมาของอากาศ (Downward vertical motion) สภาพอากาศดี

จุด B ท้องฟ้าแจ่มใส ลมอ่อนพัดอยู่รอบศูนย์กลางของ high ที่ผิวพื้น

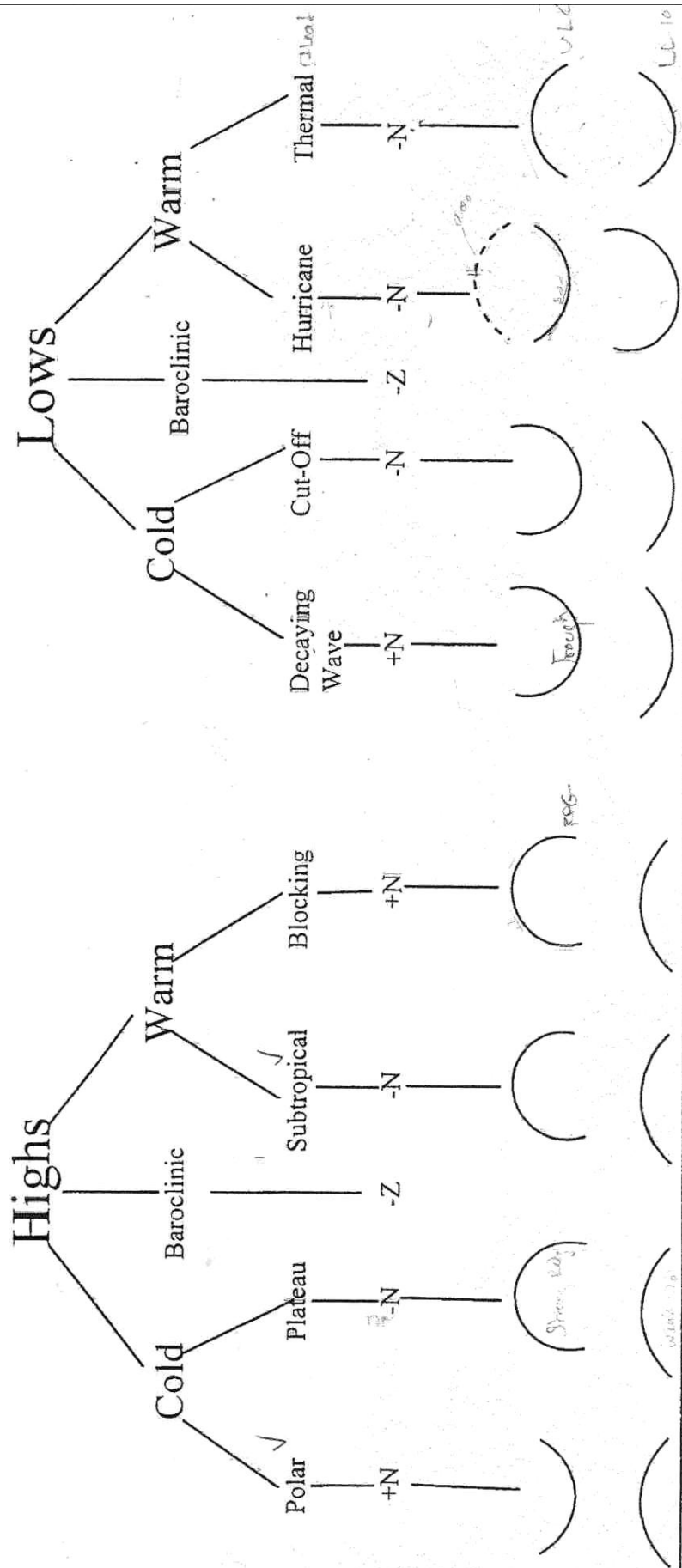
จุด C ทางด้านตะวันตกของบริเวณความกดอากาศสูง ที่ผิวพื้น เป็นพื้นที่ของ Warm air advection นำไปสู่การเพิ่มขึ้นจำนวนเมฆและน้ำฟ้า



Weather associated with a typical baroclinic high



Barotropic/Baroclinic Systems



BAROTROPIC SYSTEMS

LOWS		HIGHS	
COLD CORE	WARM CORE	COLD CORE	WARM CORE
- Lowest thickness at center. - Little tilt. - Upper level low is intense. - Cyclonic circulation strengthens with height. - NO FRONTS - Equator or poleward of PPJ. - CAUSE: Disturbance in mid-latitude westerly flow. - WX: Precip and clouds relatively symmetric around center.	- Greatest thickness at center. - Little tilt. - Upper level high may exist. - Cyclonic circulation weakens with height and may be anticyclonic. - NO FRONTS - Equatorward of PPJ. - CAUSE: Intense surface heating. - WX: Precip and clouds symmetrical around the center.	- Lowest thickness at center. - Little tilt. - Low may exist over surface high. - Anticyclonic circ. weakens w/height & may be cyclonic. - NO FRONTS - Usually poleward of PPJ. - CAUSE: Low level intense cooling. - WX: Clear and cold.	- Greatest thickness at center. - Little tilt. - Surface high circ. weak with upper level high intense. - Anticyclonic circ. strengthens w/height. - NO FRONTS - North or South of PPJ. - CAUSE: Large scale circulation. - WX: Fair and warm.
TWO TYPES 1) Cut-Off Low - South of main PPJ. - Common over SW USA and coastal areas. - Common in spring.	TWO TYPES 1) Hurricane (TS/TD) - Latent heat of condensation. - Intense low level cyclonic circulation that weakens with height. - Anticyclonic outflow above 200 MB. - Cyclostrophic balance.	ONE TYPE 1) Polar high. - Forms in cP air mass. - Northern Canada and Siberian High.	TWO TYPES 1) Sub-Tropical high - Cause: convergence of Hadley and Ferrel cell. - Well defined at surface.
2) Decaying Wave - North of main PPJ. - Common near Iceland & Aleutians, at times Hudson Bay. - Deep and slow moving. - Most common in winter.	2) Thermal Low - Weak low level cyclonic circulation. - Diffuse area. - Visible to 850mb and sometimes 700mb. - Upper level ridgeing. - Isolated precip, mainly afternoon T-storms. - Forms in cT air mass. - SW USA & Mexico during summer.		2) Cut-Off high. - North of PPJ or branch of PPJ. - Most common in north Atlantic ocean.
