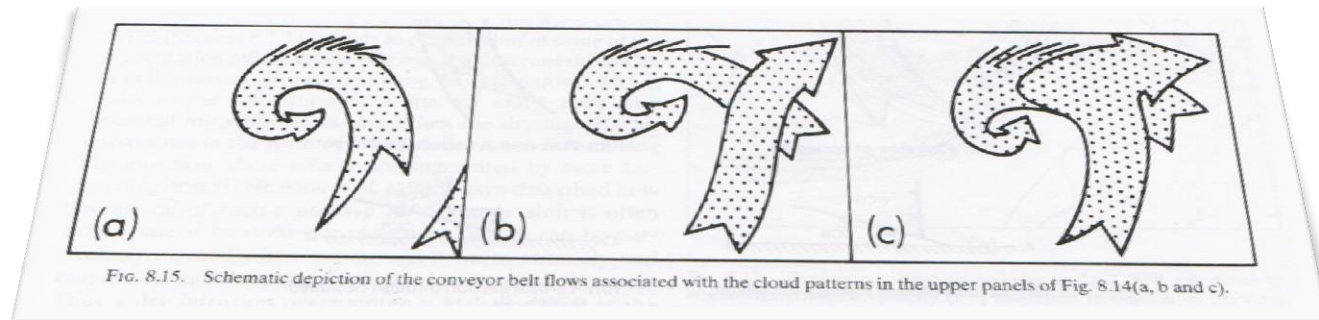


本州内陸における多降水の発現と 低気圧の発達段階の関係

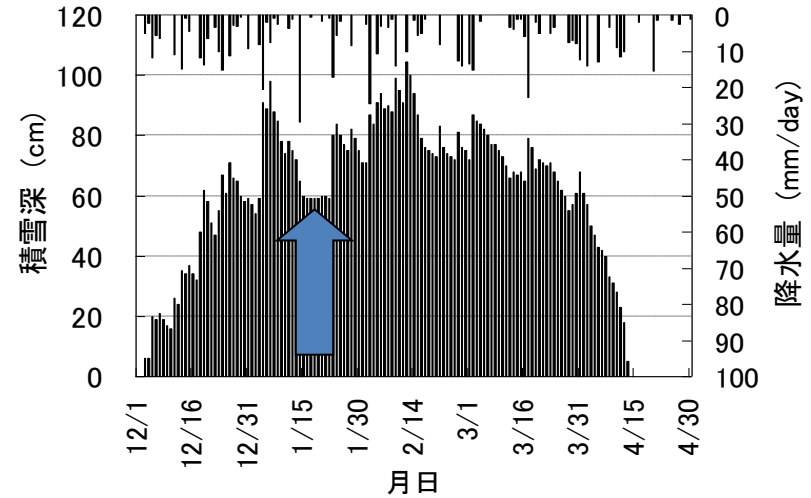
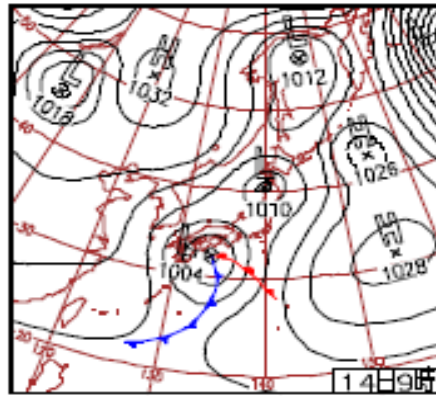


安藤 直貴 (水戸地方気象台)

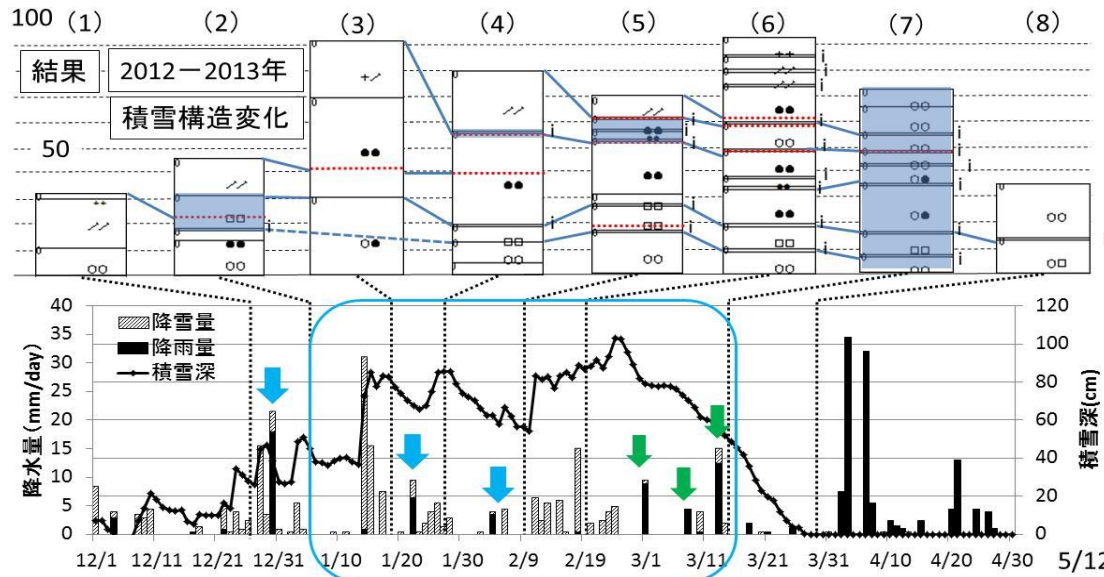
○上野 健一 (筑波大学・生命環境系)

中部山岳域の積雪と低気圧活動の関係を分析。 そもそも、冬場の低気圧は山岳積雪に対して急激な変体や融雪を引き起こす機能がある

暖域通過に伴う凹型積雪深変動の形成（上野ほか、2010）

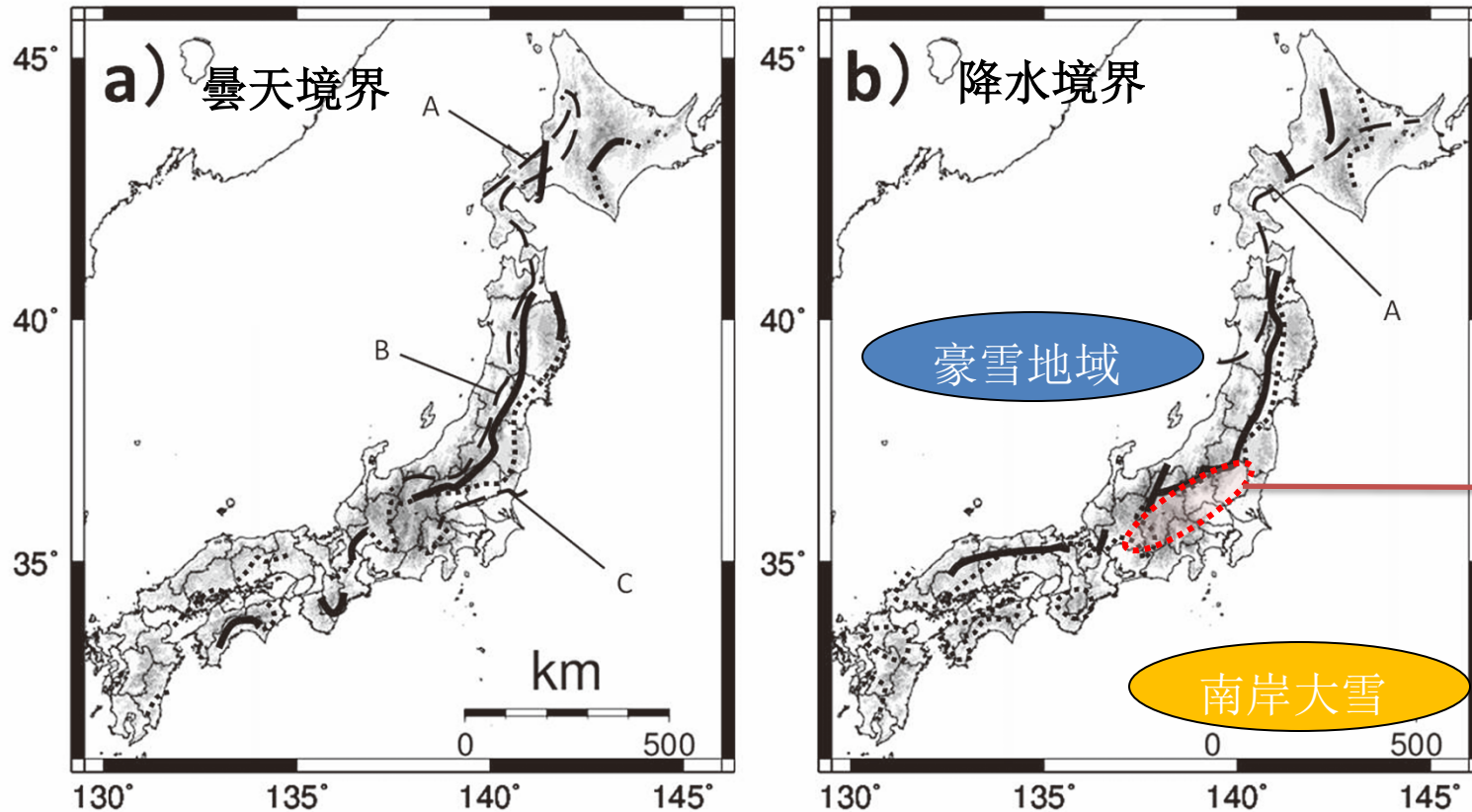


Rain on snowによる氷板の形成
 （望月、2013）



問題意識

2/19



AMeDAS日データによる冬季の天気界 (須田、上野、2013)

日本海側でも太平洋沿岸でもない内陸(山岳)域で
いつどのような時に大雪が発生しえるか？ + 2014年2月の大雪発生との関連性 (山間部での流通遮断・農林被害への被害)

事例日の抽出

- ① **天気界** (須田・上野、2013) も考慮して内陸地点 (28地点) を選別
- ② 解析期間は**3月も含む**1981年12月-2014年3月 (**33年間分**)
- ③ 積雪荷重も考慮し、各地点の**2日積算**降水量・降雪量で**上位30位**に入った事例を**多降水・多降雪**とする。
- ④ 抽出事例が連続した場合は同一イベントと考え、後者を除去した。
- ⑤ 全イベント (多降水200、多降雪215) の**気圧配置型**を6種類に分類。

図3 対象領域周辺の地図。

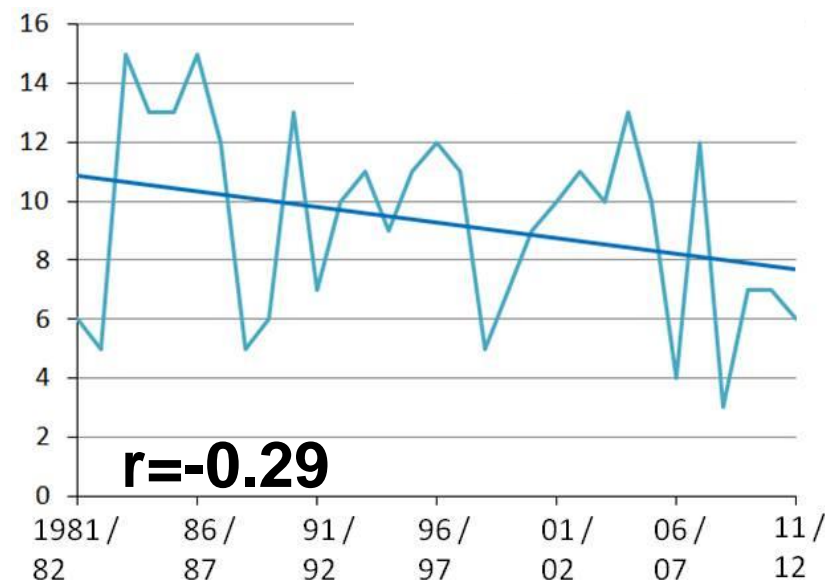
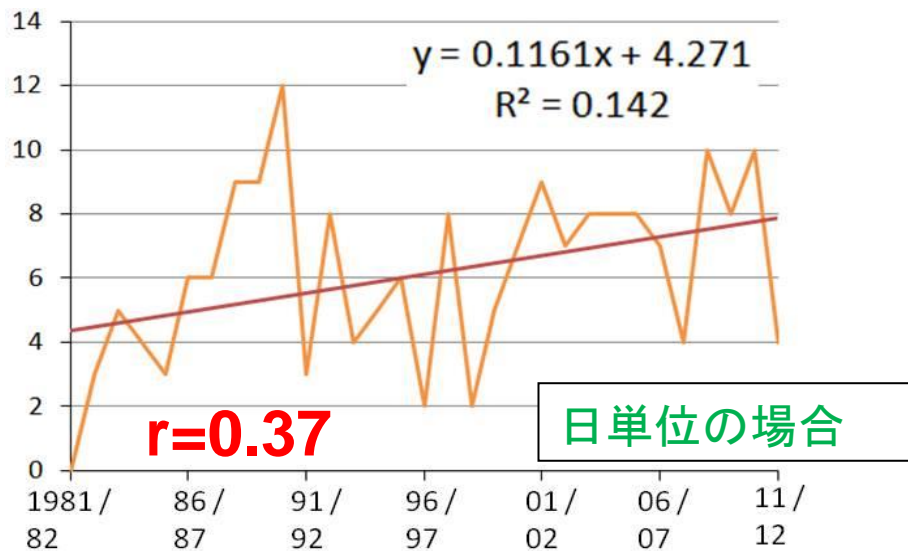
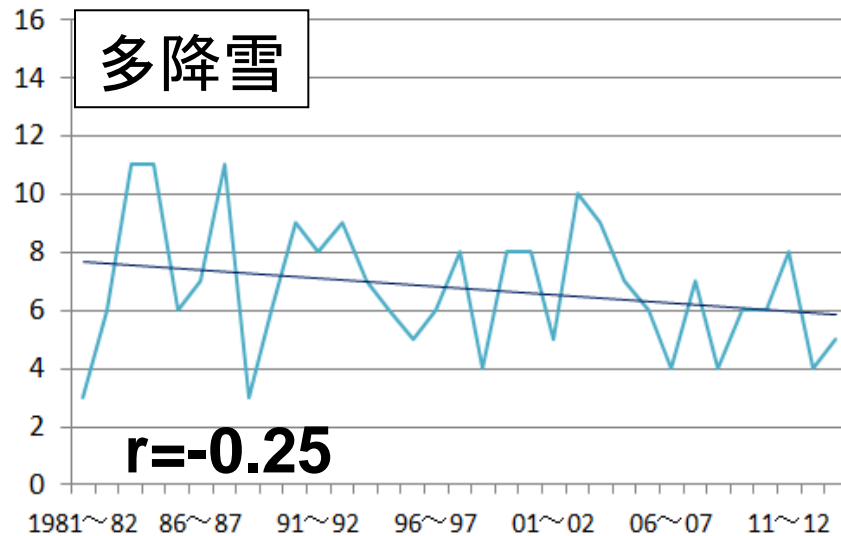
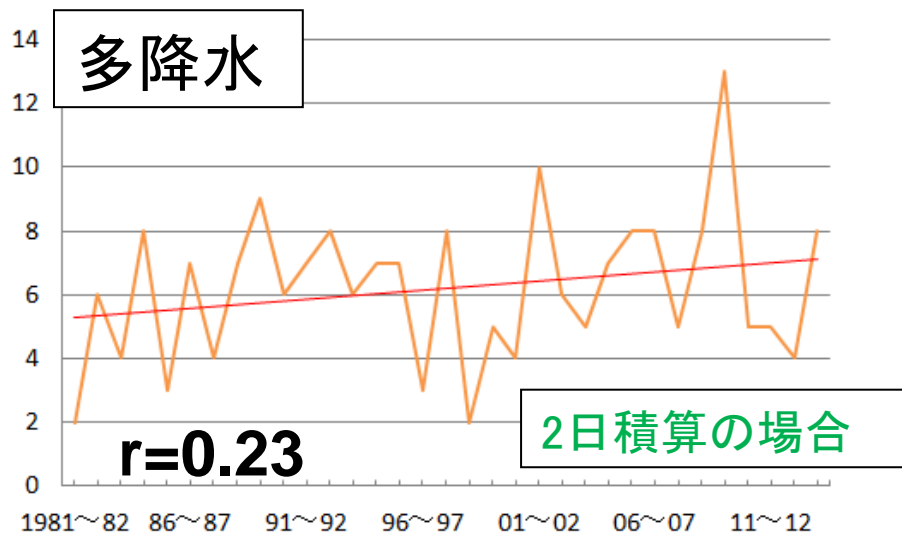
赤点が対象地点。



地点名	順位1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
高山	19930221	20101203	20100226	19850209	20041205	19980115	19930217	20040222	20031220	20020121		
神岡	20100226	20031220	19911229	20090131	20020105	19910106	20071231	19861219	20050201	20091219		
信濃町	20061227	20031220	20090131	19930217	20060114	19861215	19911229	19811202	19910106	20011215	20091231	
白馬	19890119	20090214	19870212	19920229	20091218	20090213	19910219	19941205	20100209	19850209		
長野	20061227	19980115	20020127	19890217	19901211	19930217	19861215	20090131	20041205	20060114	20081205	
大町	19850209	19980115	20060226	20020121	19930217	20041205	20101203	20061227	19850219	19890123	19910215	20051223
菅平	19861215	20090131	19910217	19840228	20041205	20060114	20031220	20040222	19861219	19901211	20020127	
軽井沢	19980115	20061226	20031220	19890217	20120207	19850209	19890123	19980220	20010127	19980108		
松本	19980115	19850209	20010127	20041205	20060226	20020127	19980220	19890123	19890225	19930217	19980108	
諏訪	19890120	20120207	19961205	19950104	19890217	19980115	19900211	19890225	20030127	20041205		
開田高原	20041205	19961205	19930221	20040222	20030127	20070214	20100226	20101203	19930217	20060226		
飯田	19961205	20041205	20100226	19980115	19930221	19890120	20010127	19850209	19950104	20030127		
河口湖	20061226	19980115	20020121	19850209	19850219	20010127	19890123	20060226	20090131	19910215		
甲府	19980115	19850209										
熊谷	20061226	20090131										
秩父	20061226	19850219										
那須	20020121	19900220										
土呂部	20061226	20020121										
奥日光	20061226	20020121										
宇都宮	20061226	19850209										
草津	19980115	20061226										
前橋	20061226	19850209										
茂庭	20101222	20061227										
福島	20050116	20061227										
西会津	20101225	19941215										
猪苗代	20101222	20061227										
若松	20101225	20101222	20050116	20061227	19850222	20010103	20071231	19850209	20020127	20040123	20051210	
湯本	19850209	20020121	20061226	20101222	20061227	20090131	20020127	20101203	20011215	19850209	19880124	19880203
田島	20101222	20050116	20061226	20020127	20090131	20061227	20011215	19850209	19880124	19880203	19941205	19950131
白河	20090131	19900220	20061226	20061227	19850209	20101203	20101222	20041205	20020127	20020121		

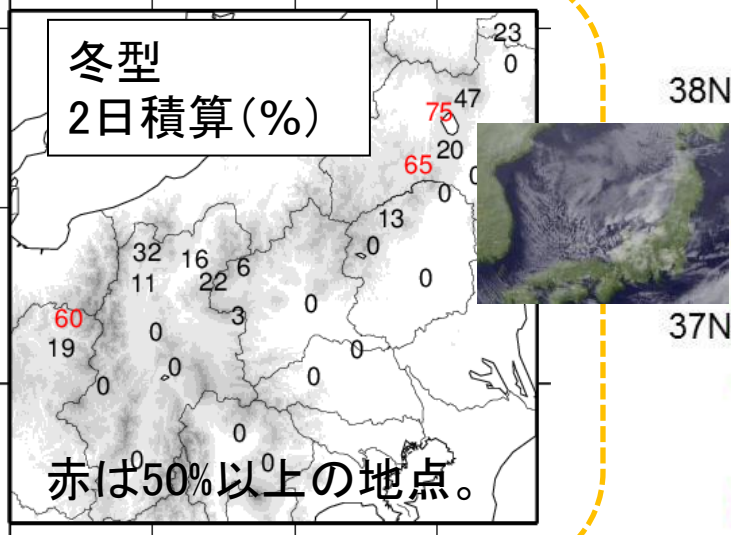
赤・・・冬型
 青・・・南岸L
 緑・・・日本海L
 紫・・・二つ玉L
 黄・・・前線
 黒・・・その他

出現頻度の経年変化

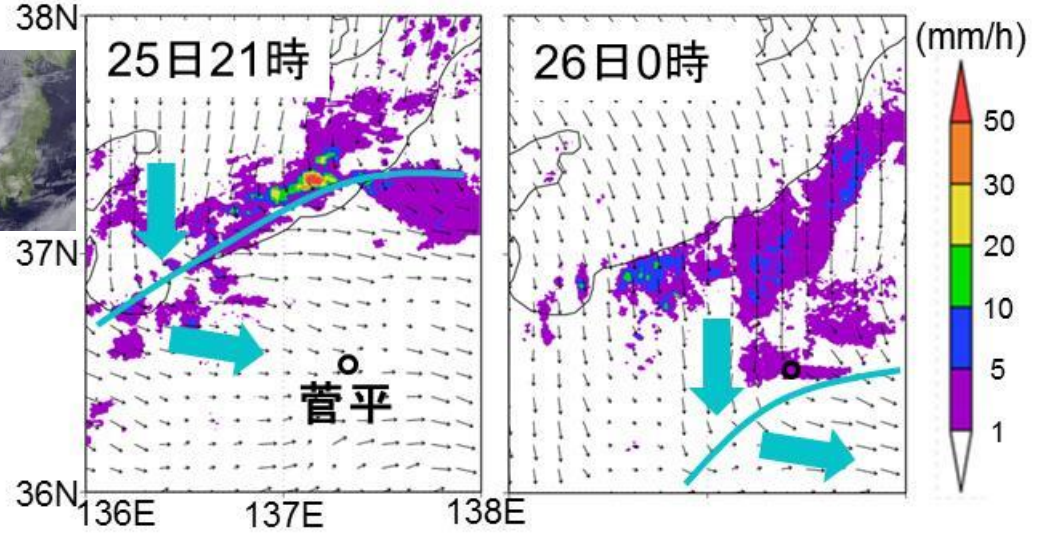


- ✓ 多降水イベントは日単位で増加傾向(1%有意)。
年々変動の形状が日単位と2日積算で変化。

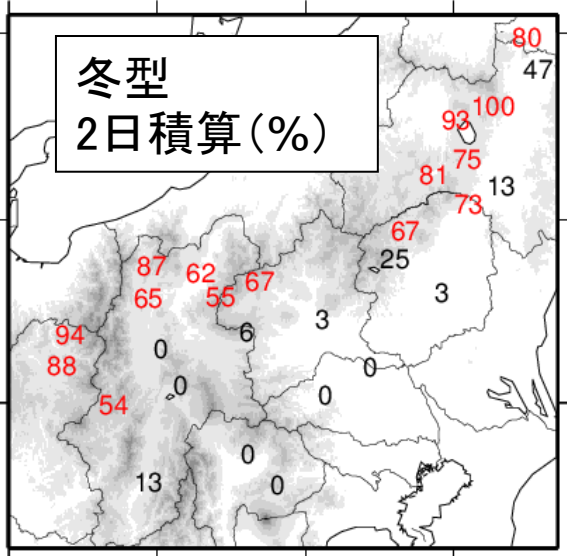
多降水



例えば菅平で多降雪を記録した事例



多降雪



寒冷渦通過に伴うJPSZの内陸強化
(Ohigashi and Tsuboki, 2008)

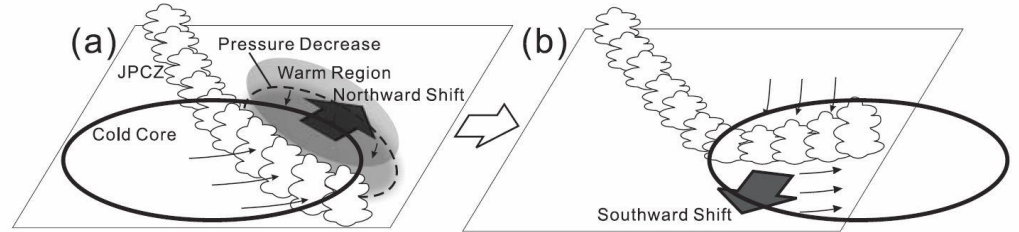
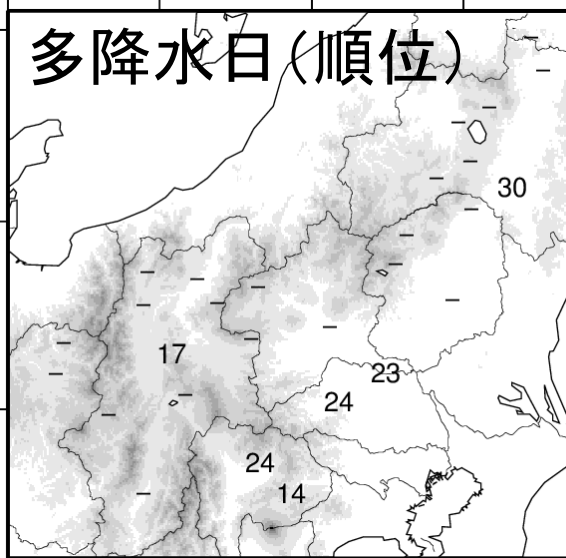


Fig. 23. Conceptual model of shift and intensification of the JPCZ associated with the passage of a cold core. (a) Period in which a cold core approached the JPCZ and (b) period in which a cold core moved away from the JPCZ. The thick ellipses show a mid-tropospheric cold core. The height of clouds, which are formed along the JPCZ, indicate a degree of intensification of the JPCZ. The bold arrows indicate directions of the shifts of the JPCZ. The thin arrows show low-level wind velocity and its lengths are magnitudes. The broken ellipse represents a pressure decrease and small pressure gradient region, and the shaded region shows a weak cold advection and relatively warm area.

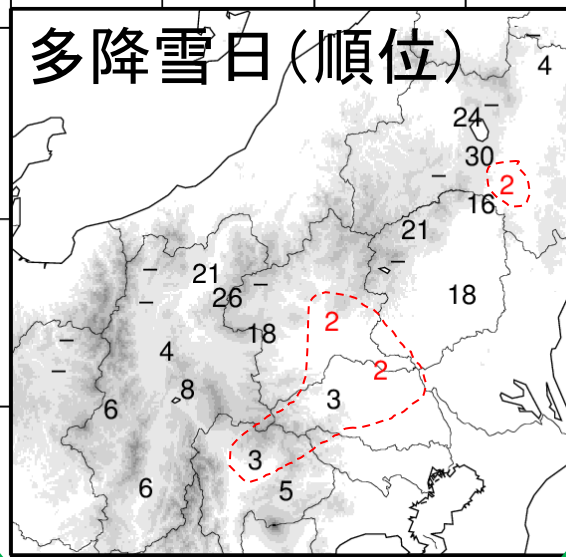
昨年2月14日はトップにランクイン

2014年2月8日

多降水日(順位)

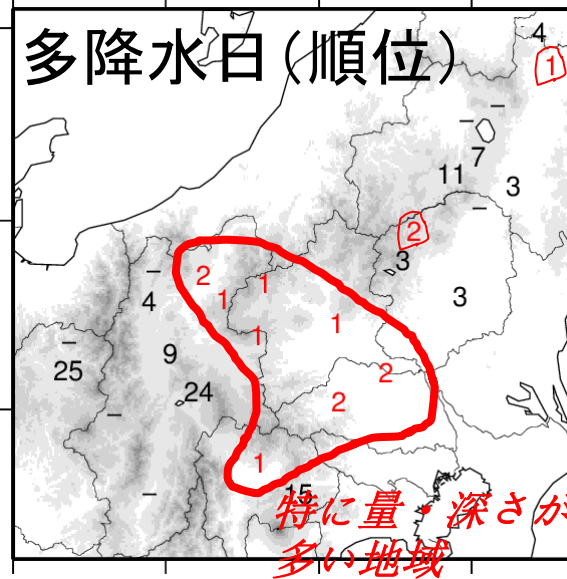


多降雪日(順位)



2014年2月14日

多降水日(順位)



多降雪日(順位)

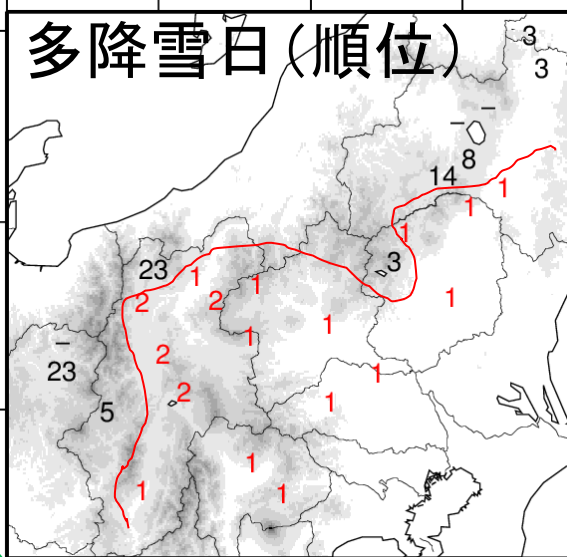


図:2014年2月8・14日の南岸低気圧による多降水・多降雪日の出現地点。
数値は過去33年間の2日積算降水・降雪量の順位を示す。
“-”は多降水日・多降雪日にならなかった地点。

8日・・・多降水日はそれほどランクインしていないが(6地点)
多降雪日は多地点でランクイン(19地点)

14日・・・多降雪に関してはほとんどの地点(多降雪日25地点)で1-2位でランクイン。特に関東平野北西部から長野県北東部で極端な多降水。

対象地点のうち14か所以上（多地点）で^{8/19} 多降水・多積雪が見られた日

南岸低気圧

年月日	多降水	多降雪
1985年2月8日	22	1
1986年2月18日	0	14
1991年3月22日	14	0
1992年1月31日	3	18
1994年2月12日	0	21
1998年1月14日	13	14
2001年1月26日	9	15
2002年1月26日	19	13
2003年1月23日	2	18
2003年3月1日	15	0
2003年3月6日	15	3
2004年12月4日	22	0
2005年1月15日	15	9
2006年12月26日	27	0
2009年1月30日	22	0
2010年12月21日	16	1
2014年2月8日	6	19
2014年2月14日	21	25

冬型気圧配置

年月日	多降水	多降雪
2003年12月19日	8	15

二つ玉低気圧

年月日	多降水	多降雪
1991年2月14日	22	0
2002年1月20日	14	0
2007年1月6日	15	8

日本海低気圧, 停滞前線,
その他・・・該当事例なし

広域で多降水・多降雪が同時に
発現した非常に珍しいケースで
あった。

<2014科研研究に見る特徴>

ブロッキングの存在（山崎）

地上気温分布の非一様性（中井）

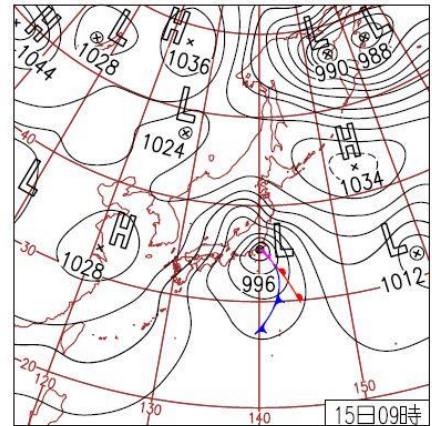
対流圏下層での東風（本田）

降水形態の変化（河島、松田）

北関東での農林被害（松元、森山）、

これらを統合的に説明できるか？

仮説：低気圧構造そのものが特徴的？



15日(土)太平洋側で記録的大雪

抽出された全ての多降水・多降雪事例を解析対象とし、
ブロッキングの有無、水蒸気輸送、低気圧の発達過程、
に関して解析を進める

A.南岸低気圧での多降雪・多降水とブロッキング^{10/19}

南岸低気圧による多降雪・・・60事例

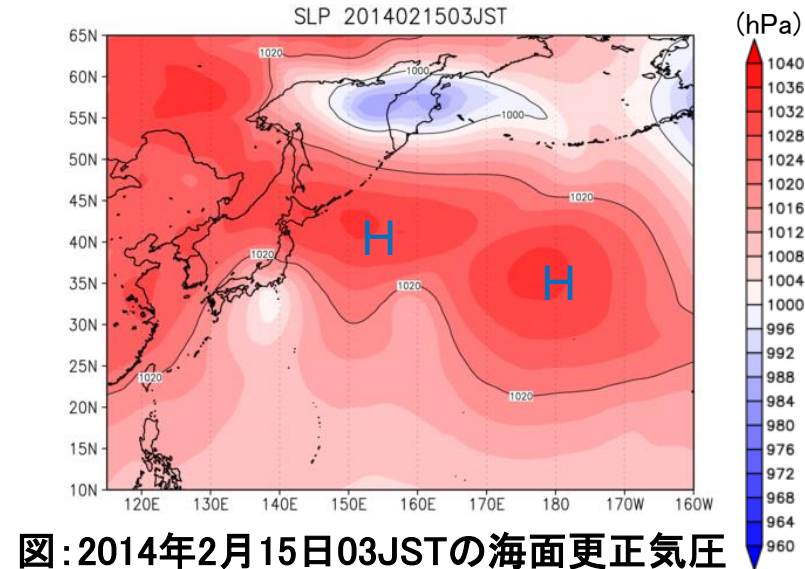
その内ブロッキングを伴ったのは5事例

南岸低気圧による多降水・・・62事例

その内ブロッキングを伴ったのは4事例

表:ブロッキングを伴った多降雪・多降水事例
における、地点数 (全28地点)

年月日	多降雪日 地点数	年月日	多降水日 地点数
20140214	25	20140214	16
20110214	3	20020329	8
20110211	5	20000113	1
19940212	19	19860323	9
19860323	10		



✓ブロッキングは必ずしも広域で多降雪・多降水をもたらすわけではない。

✓多降雪日の出現した5事例の内、多降水日が出現したのは2事例にとどまった。



ブロッキングが常に内陸で降水量・降雪量を稼ぐわけではない

2月14日の水蒸気輸送・温位・雲画像再確認

11/19

2/13 21時

2/14 3時

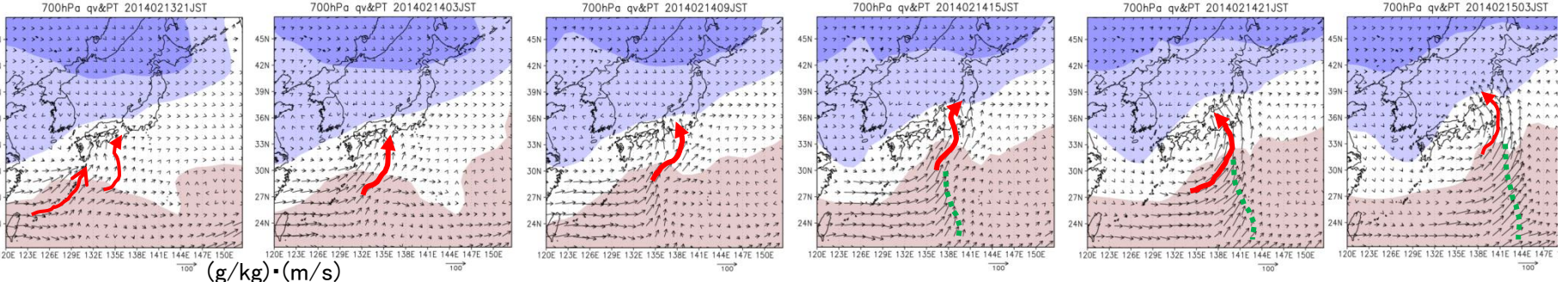
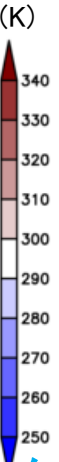
2/14 9時

2/14 15時

2/14 21時

2/15 3時

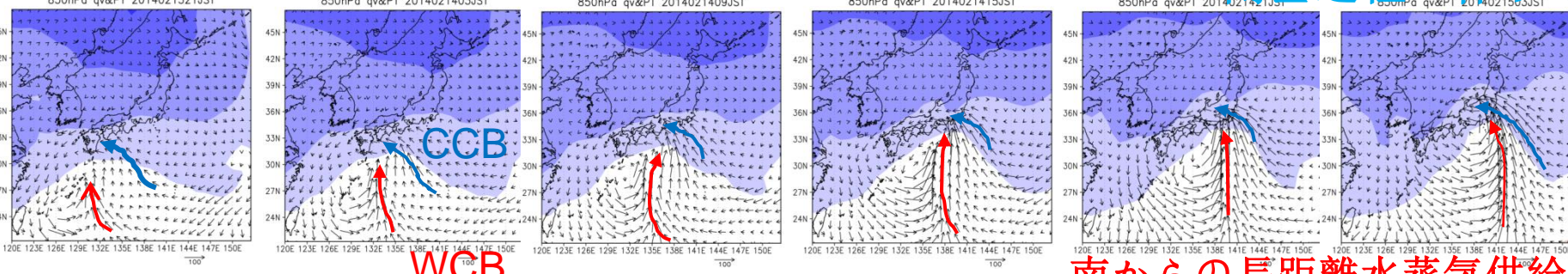
700hPa q^*V , θ (JRA-55)



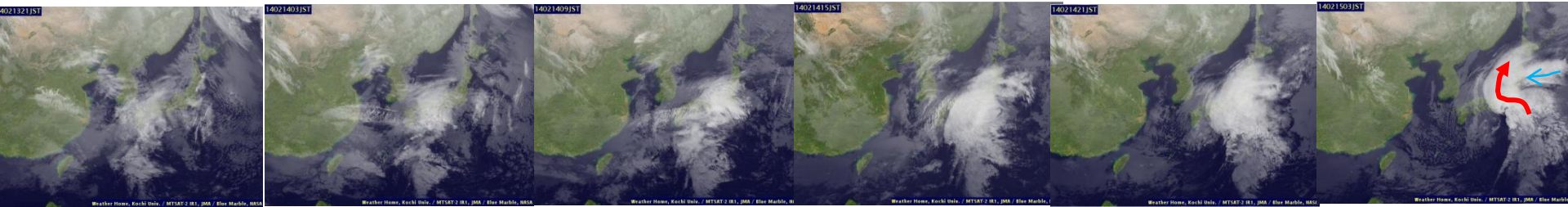
Thick moist channel

閉塞過程に伴う寒気

850hPa q^*V , θ

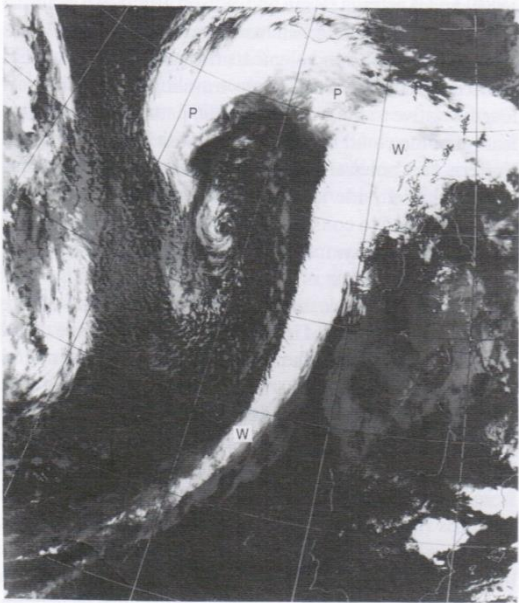


南からの長距離水蒸気供給?



2014年2月14日における水蒸気輸送量・温位の時間変化。上は700hPa、中央は850hPa、下は赤外画像(高知大学HPより)

閉塞過程 (occlusion)



(a)

FIG. 8.4. (a) Infrared and (b) visible pictures from a NOAA satellite at 1000 km associated with a major warm conveyor belt. The belt of cloud labeled PP is from the University of Dundee.)

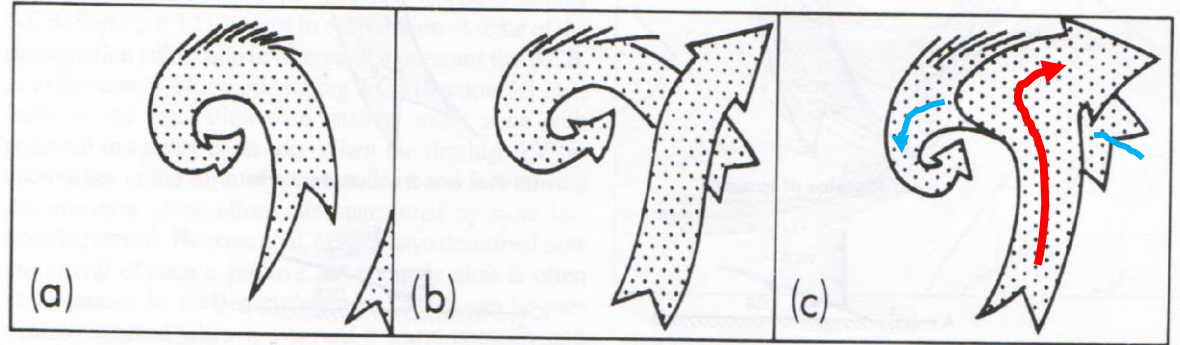


FIG. 8.15. Schematic depiction of the conveyor belt flows associated with the cloud patterns in the upper panels of Fig. 8.14(a, b and c).

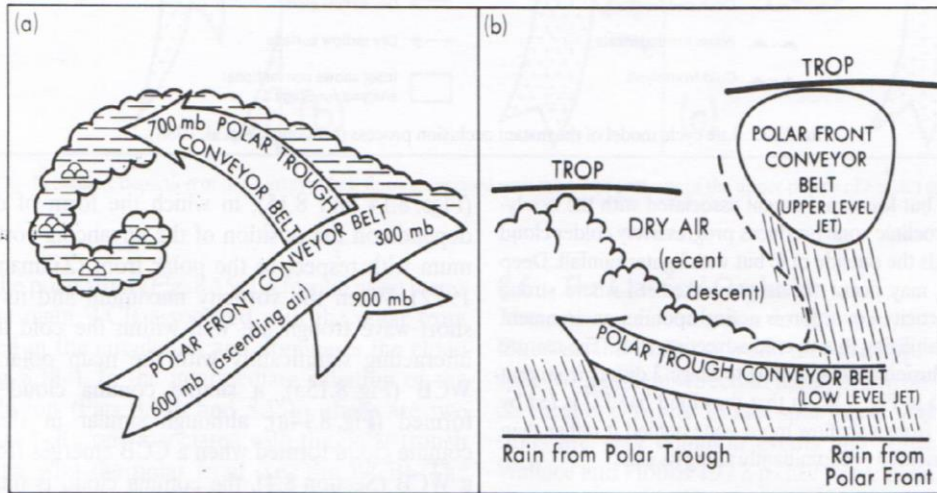
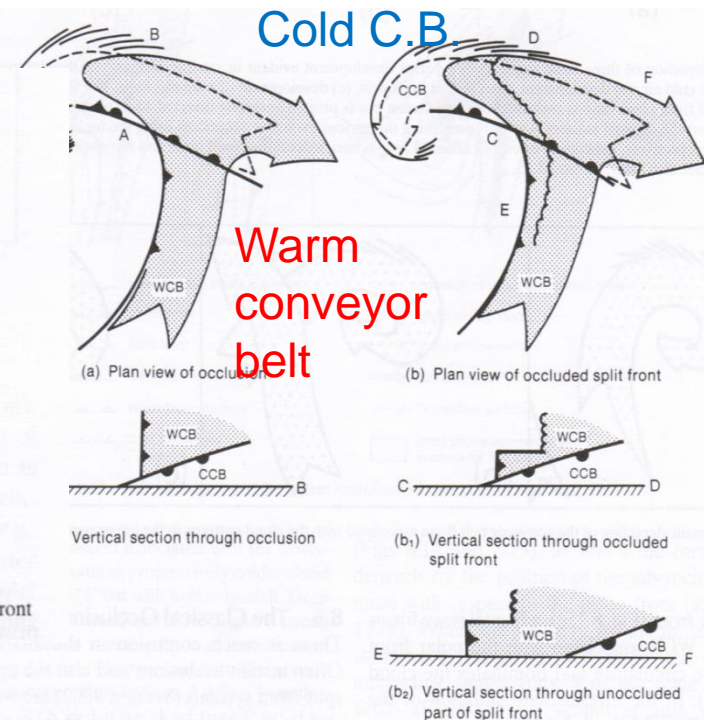


FIG. 8.12. Schematic model of a mature instant occlusion, showing intersecting polar-trough conveyor belt (in the location of a CCB) and polar-front conveyor belt (corresponding to the WCB); (a) plan view, (b) vertical section along the axis of the polar trough (Browning and Hill 1985).

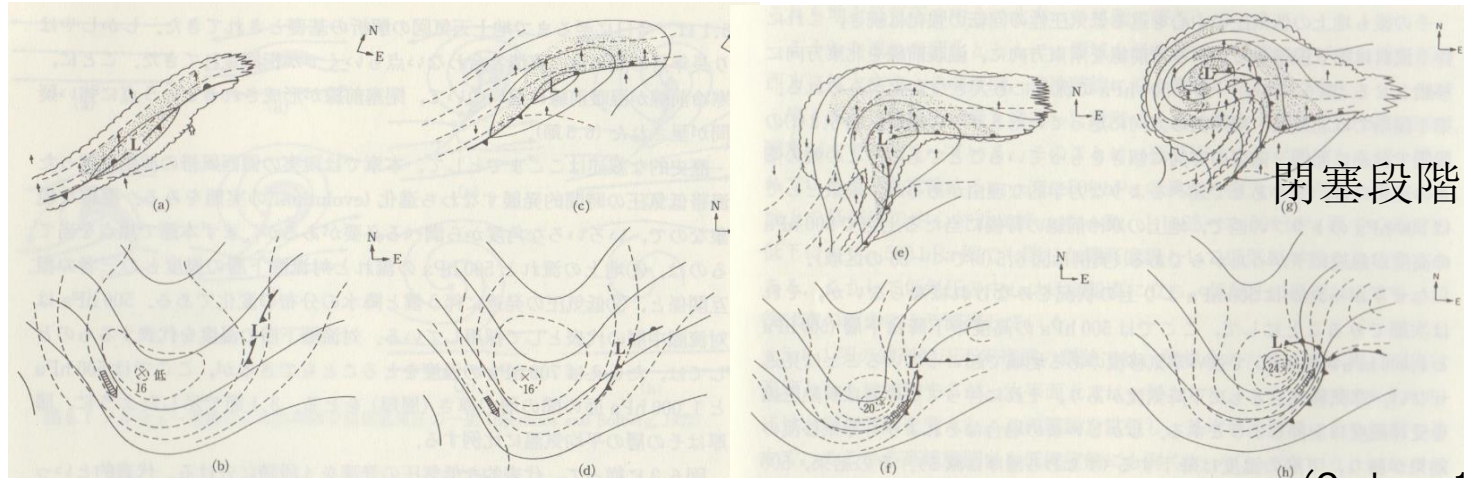
(Browning, 1990)



低気圧の発達段階別に見た頻度

	第1段階	第2段階	第3段階	第4段階	合計
平均的な2日積算降水量を記録した日 (割合,%)	11 (22)	31 (62)	4 (8)	4 (8)	50 (100)
多降水日 (割合,%)	4 (6)	26 (41)	20 (32)	13 (21)	63 (100)
上位10位に入った多降水日(割合,%)	0 (0)	7 (23)	14 (45)	10 (32)	31 (100)

地上

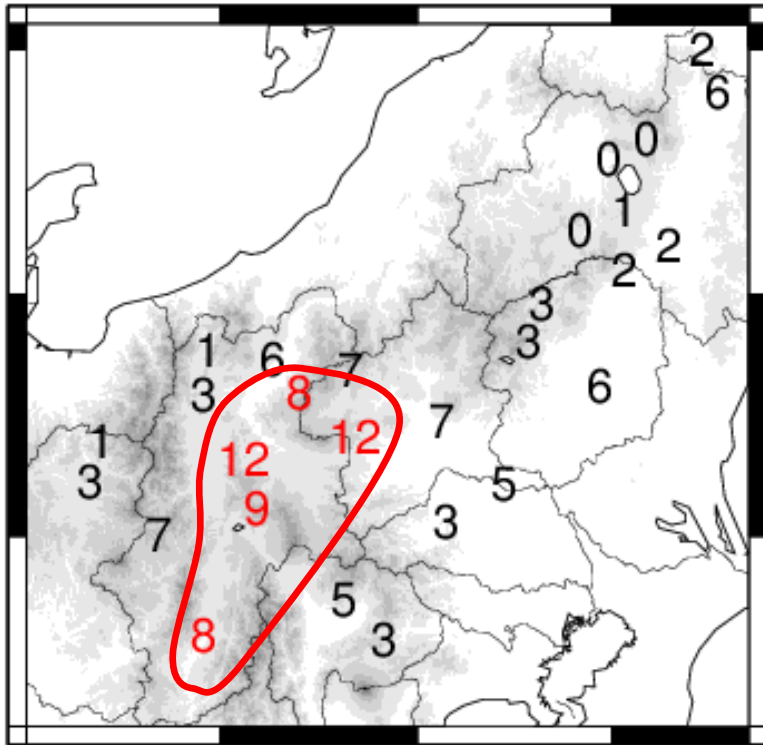


500hPa

発達初期および閉塞過程の低気圧が多降水を 14/19 もたらしやすい地点

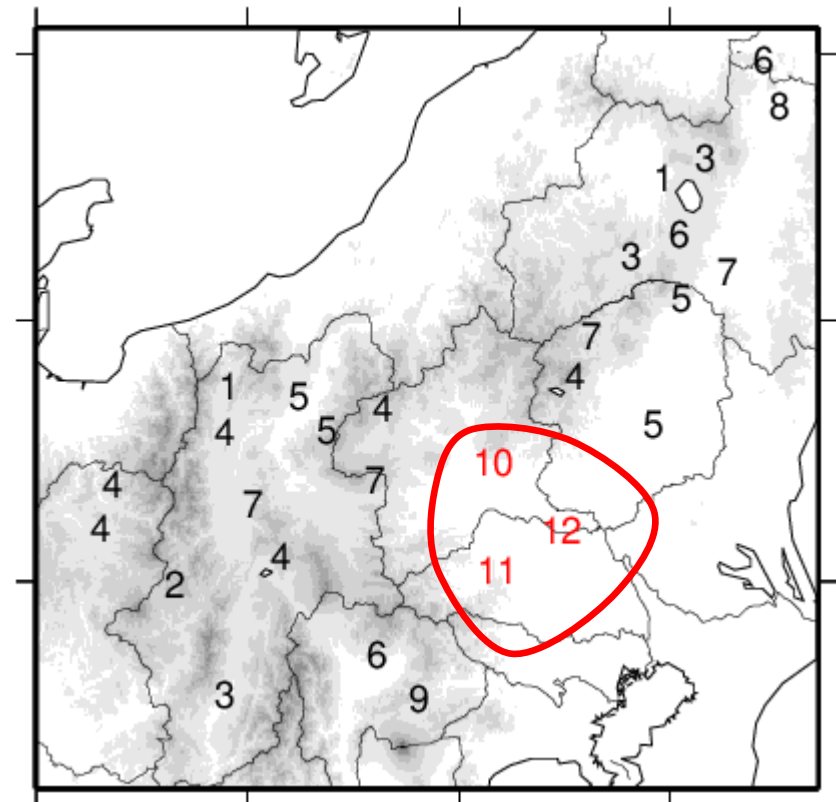
図の数値：多降水をもたらした南岸低気圧で**第1、第2段階**だったもの(30事例)のうち何事例で多降水日となったか

第1,第2段階



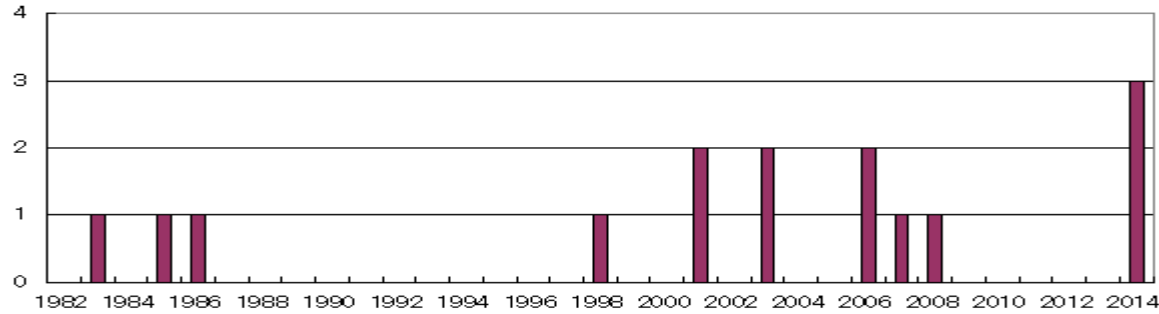
図の数値：多降水をもたらした南岸低気圧で**閉塞過程**を伴うもの(17事例)のうち何事例で多降水日となったか

閉塞過程

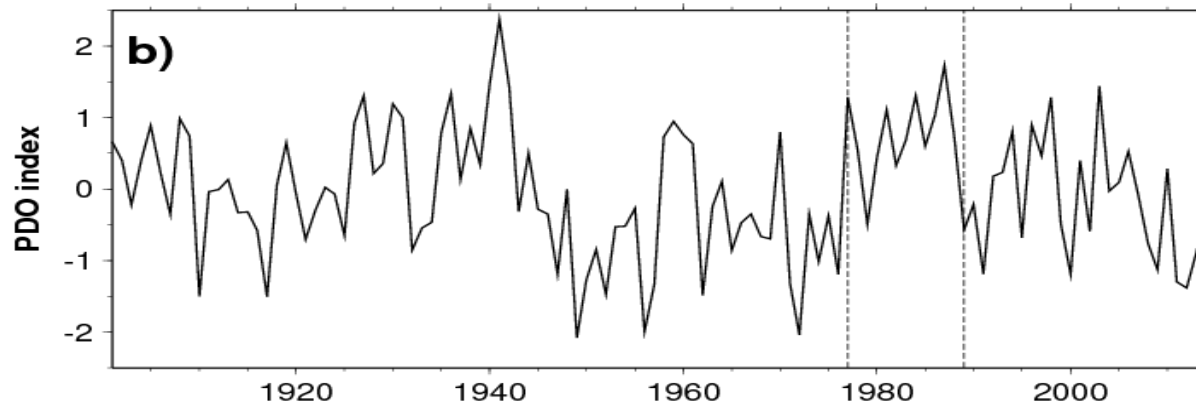
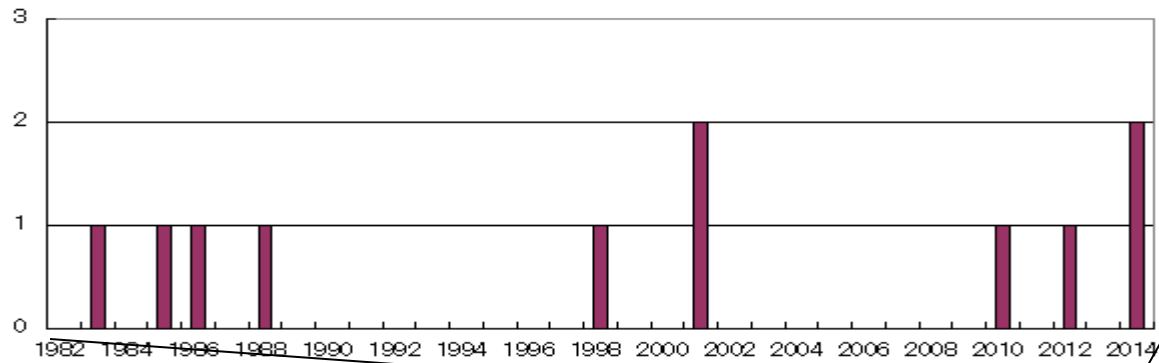


多降水・多降雪をもたらす南岸低気圧の中で閉塞過程を伴う低気圧の数、まとめて出現？

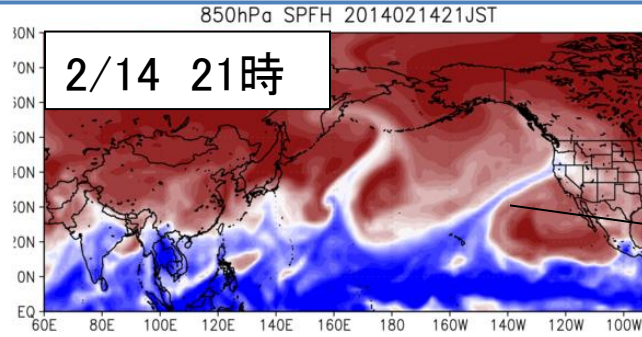
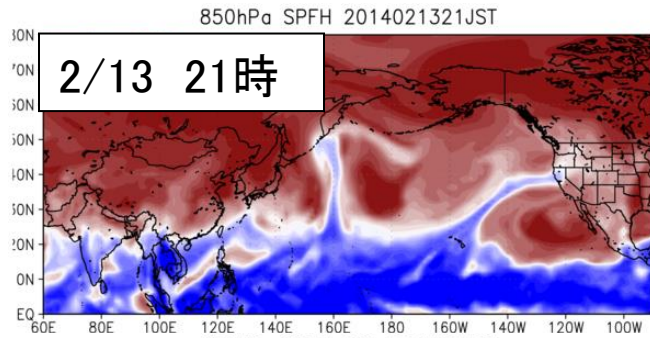
多降水



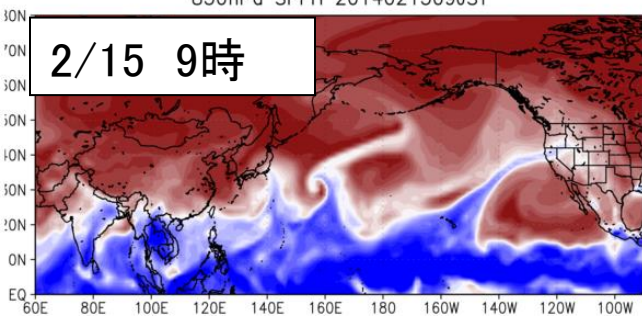
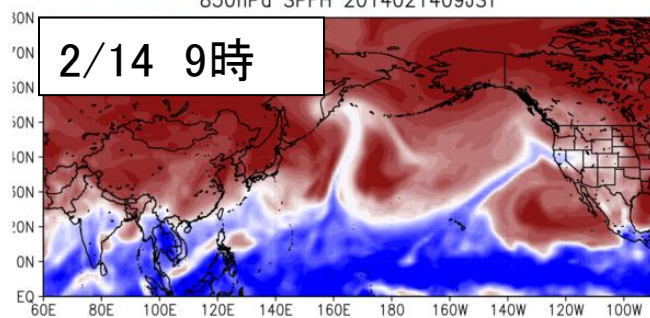
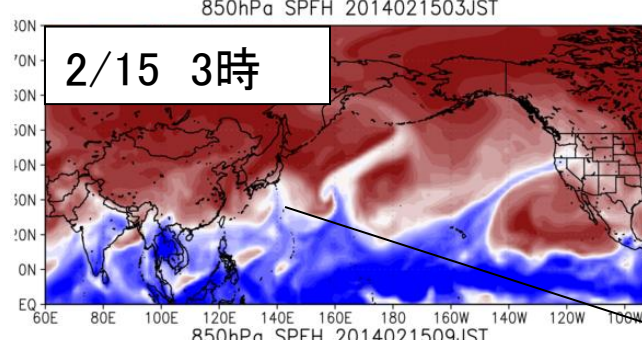
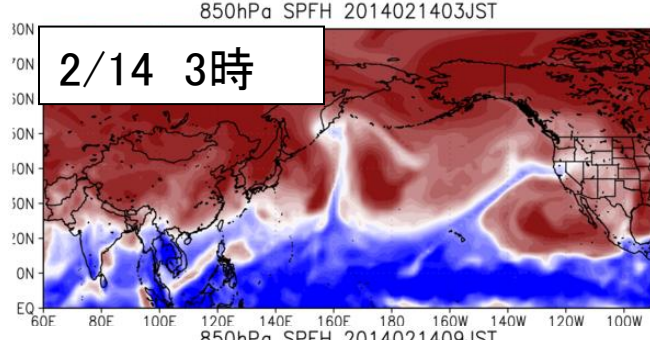
多降雪



水蒸気はどこから？ (2月14日850hPa 比湿分布) 16/19



Atmospheric river (AR)



微妙、
南岸低気圧に伴う水蒸気は Atmospheric river に相当するか？

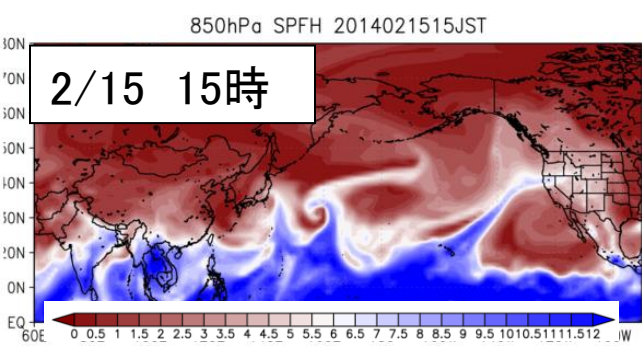
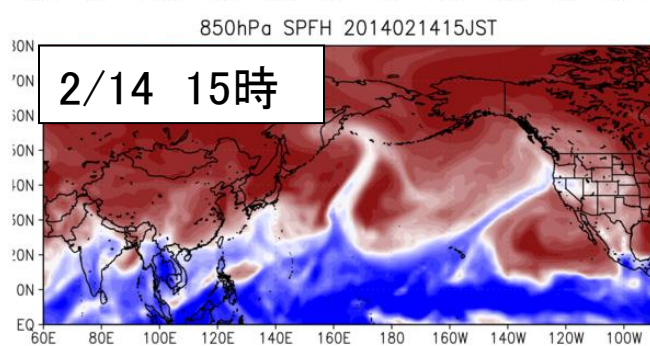


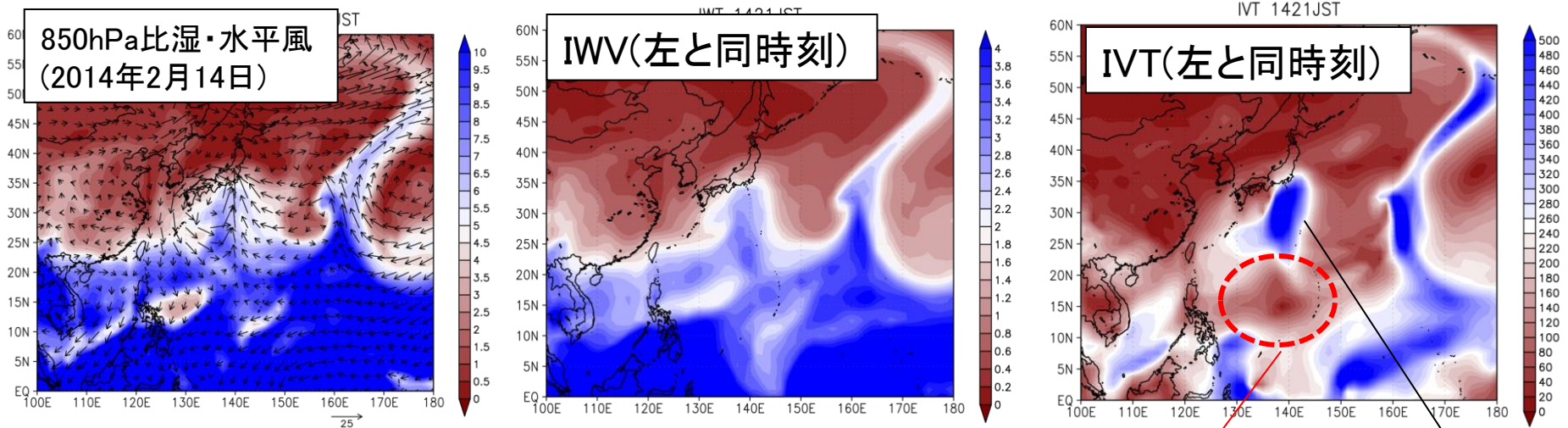
図: 850hPa比湿 (g/kg)

ARの判別に用いられる要素

- ✓ 積算水蒸気輸送量(Integrated Vapor Transport, IVT) 風速を加味する方法
- ✓ 積算水蒸気量(Integrated Water Vapor, IWV) 絶対値のみを考慮する方法

積算水蒸気輸送量(Lavers et al.,2012)

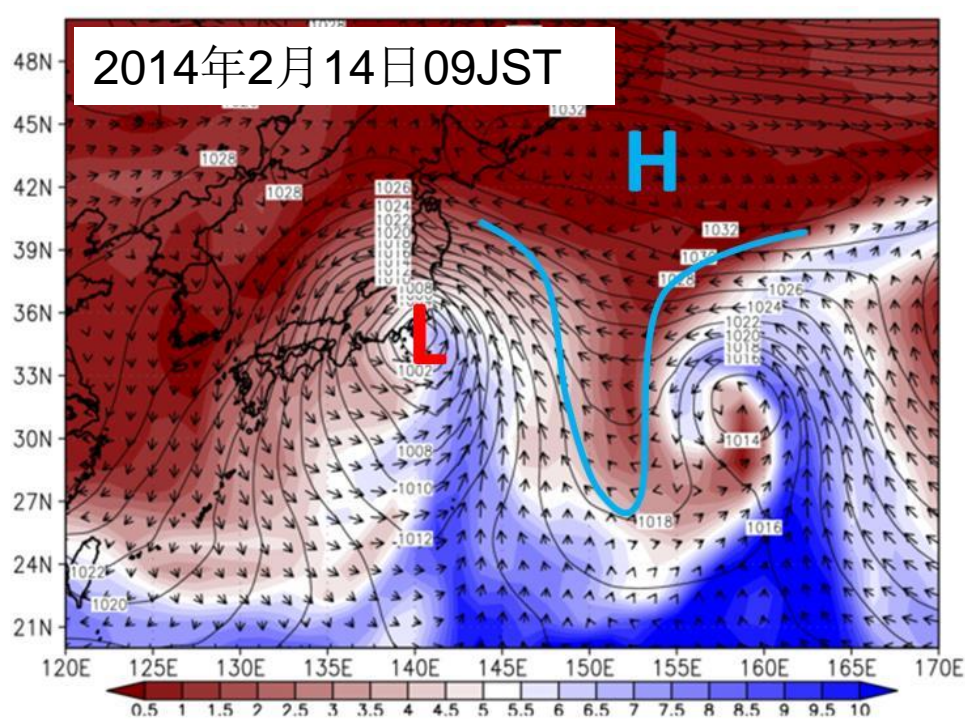
$$IVT = \sqrt{\left(\frac{1}{g} \int_{1000}^{300} qu dp\right)^2 + \left(\frac{1}{g} \int_{1000}^{300} qv dp\right)^2}$$



低気圧擾乱の場合、亜熱帯域では水蒸気量は多いが風速が弱い
ため、IVTではARと認識されにくい。むしろ、本州南方で収束？

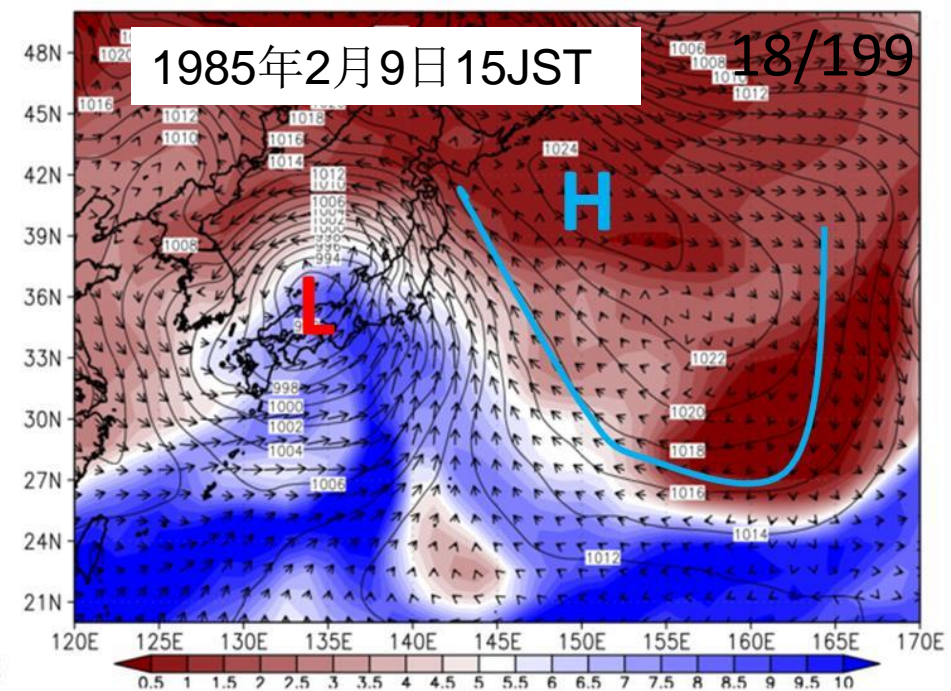
WCBが強化？

2014年2月14日09JST

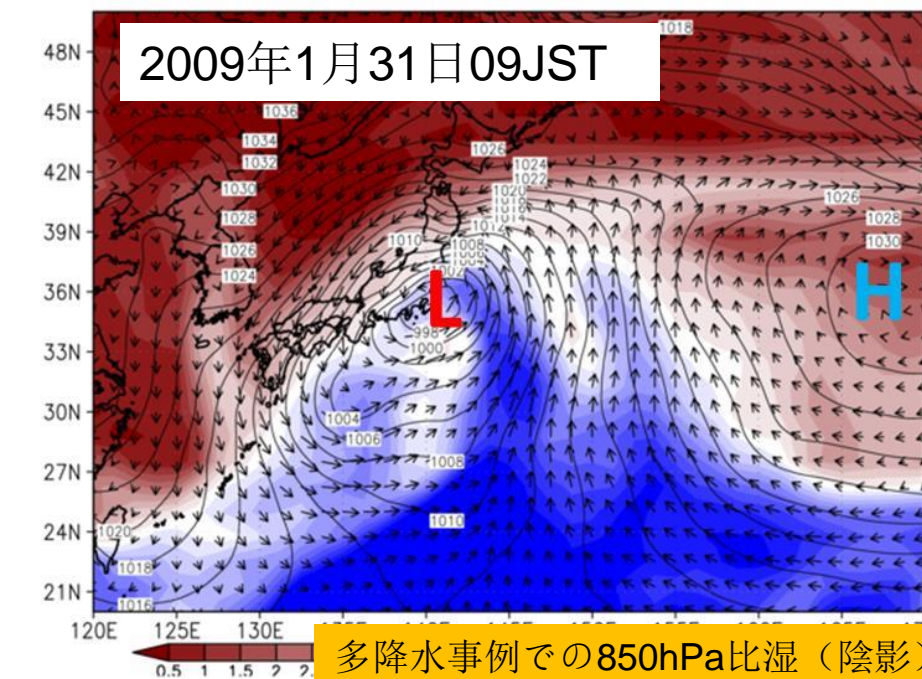


1985年2月9日15JST

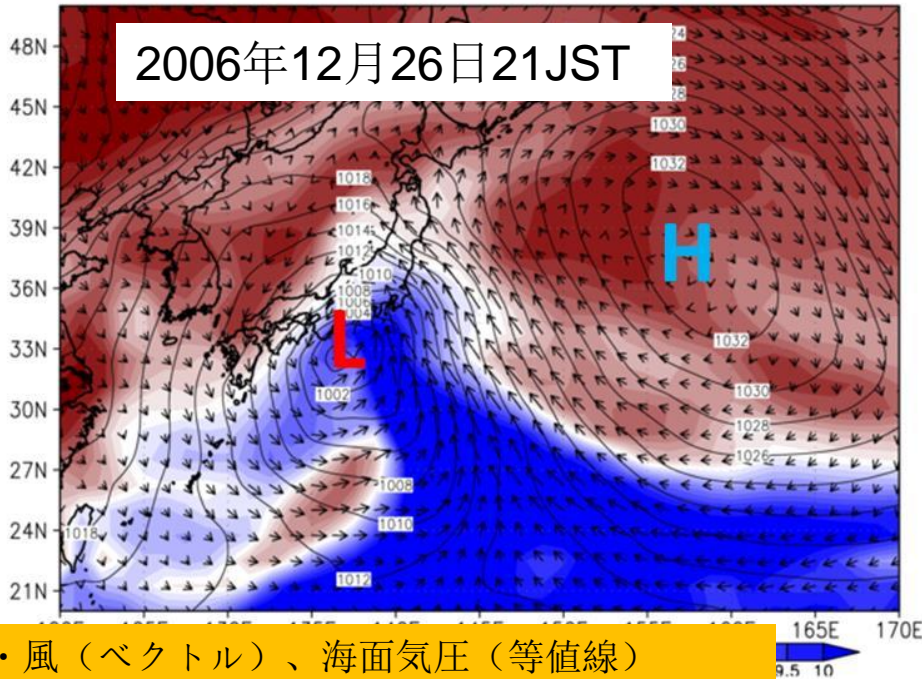
18/199



2009年1月31日09JST



2006年12月26日21JST



多降水事例での850hPa比湿（陰影）・風（ベクトル）、海面気圧（等値線）

- (1) 本州内陸で発生する多降水・多降雪の出現は、低気圧の発達段階と関連している。低気圧経路だけではなく、ライフサイクルに注目した経年変化傾向の把握が必要。
- (2) 2月14-15日の事例は、多地点で多降水・多降雪が同時に発現した非常に珍しい事例であった。
- (3) 内陸で多降水となった要因の一つとして、低気圧前方の高気圧性循環により、本州南で多湿な水蒸気経路が確立し、閉塞過程内で東に発散しにくかった事が一要因と考えた。
- (4) ブロッキングの発生が必ずしも内陸の多降水・多降雪に必要な条件とはなっていない。下層の水蒸気経路確立に果たす低気圧前方の高気圧場の働きに関する解析が望まれる。

詳しくは、次回の“雪氷”を参照ください。