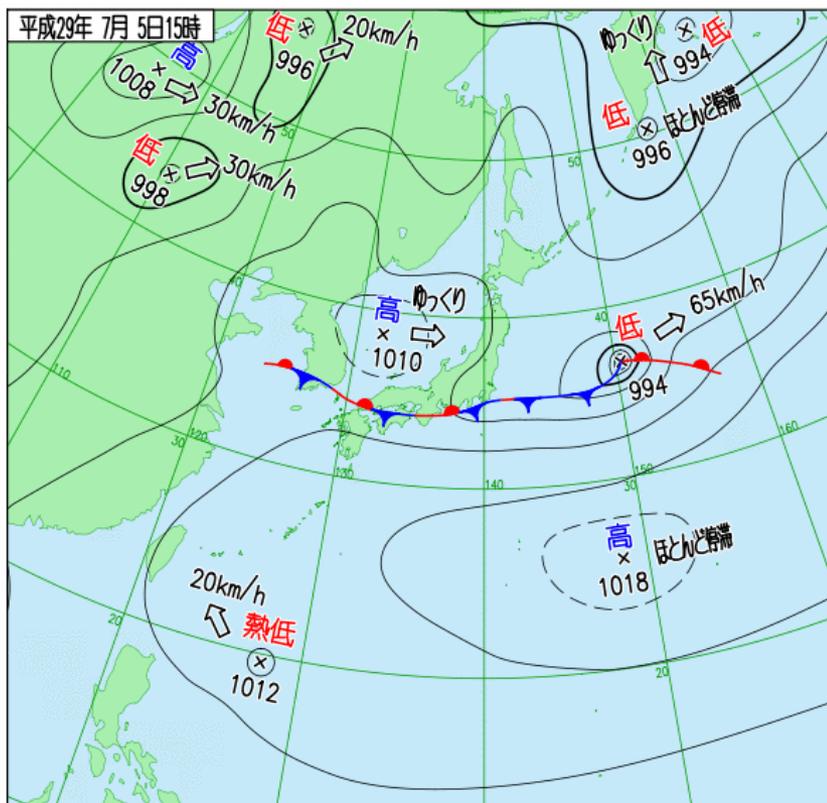

第2回調査団全体会合 2017年9月3日
2017年九州北部豪雨

－2017年7月5日－

福岡大学
水循環・生態系研究所
守田 治

1. 気象状況

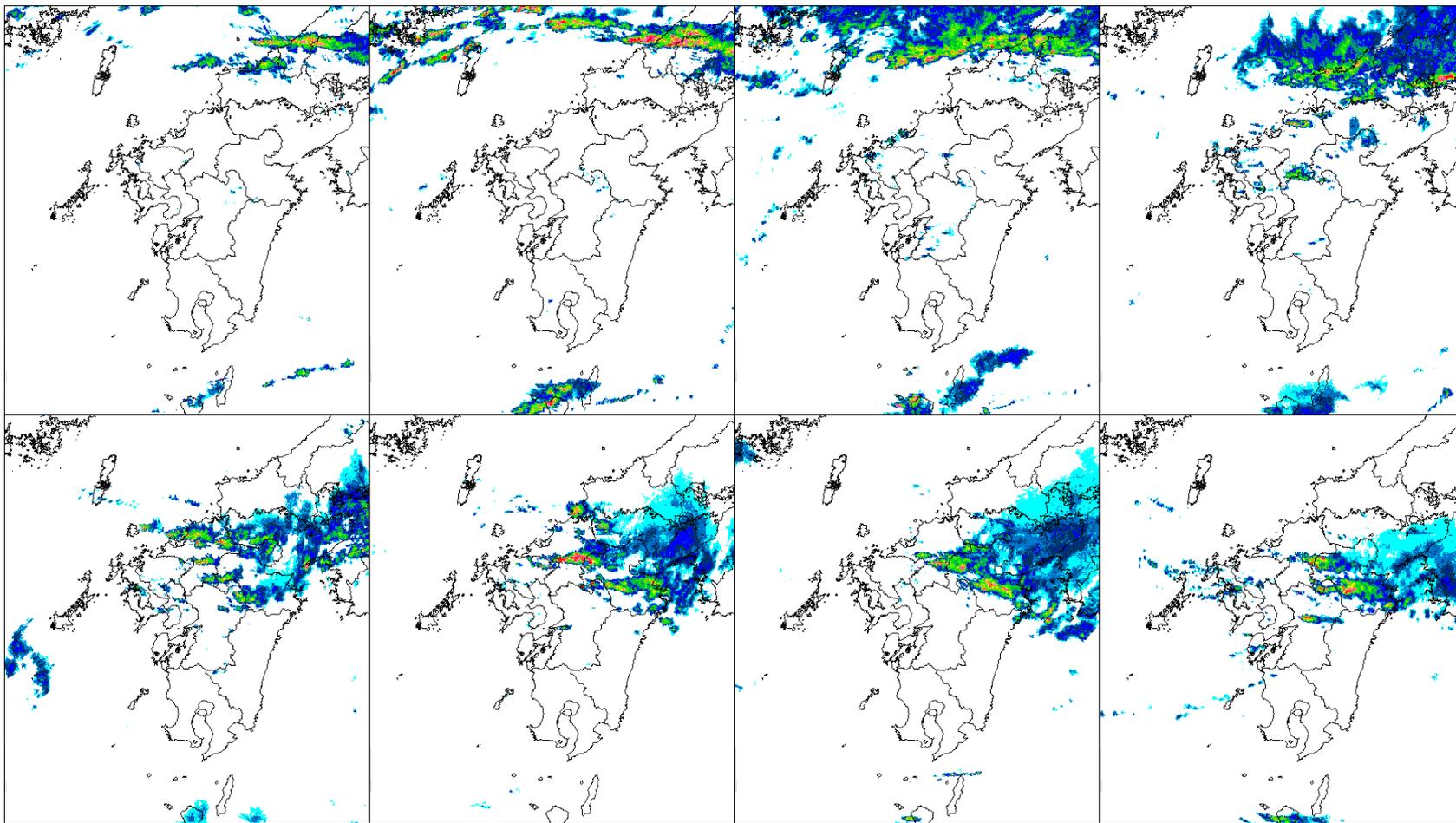
2017年7月5日15:00の天気図



- 九州7月4日09:00, 台風3号が北部を通過し, 5日03:00に関東の東海上に抜けた.
- 台風3号の東進に伴い, その北に形成されていた梅雨前線が南下し始めた.
- 梅雨前線は7月5日12:00に九州北岸にかかり, 7月6日21:00まで, ほぼ同じ位置に停滞し続けた.

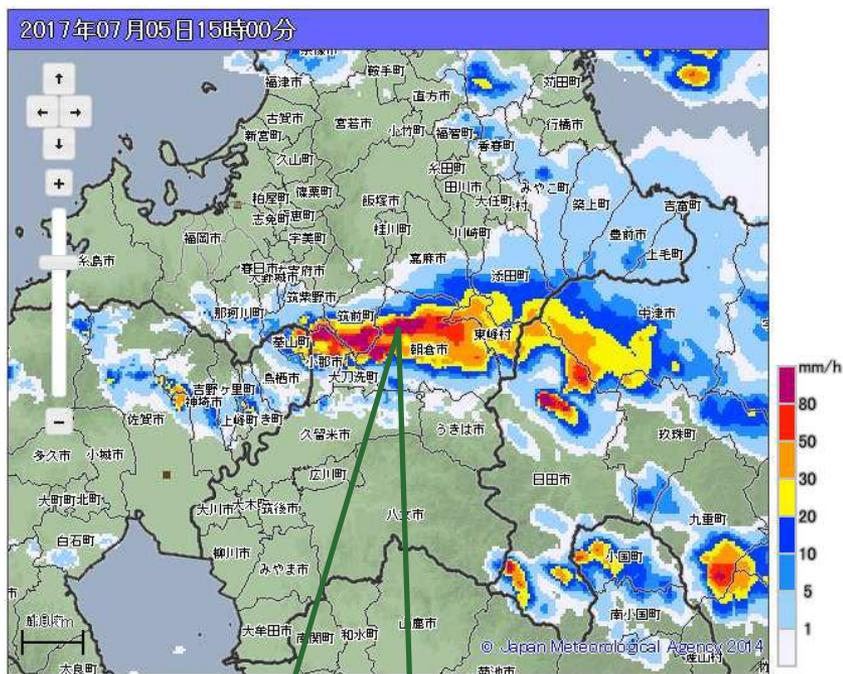
2. レーダ画像①

7月5日00:00~21:00のレーダ画像(3時間毎)



2. レーダ画像②

2017年7月5日15:00

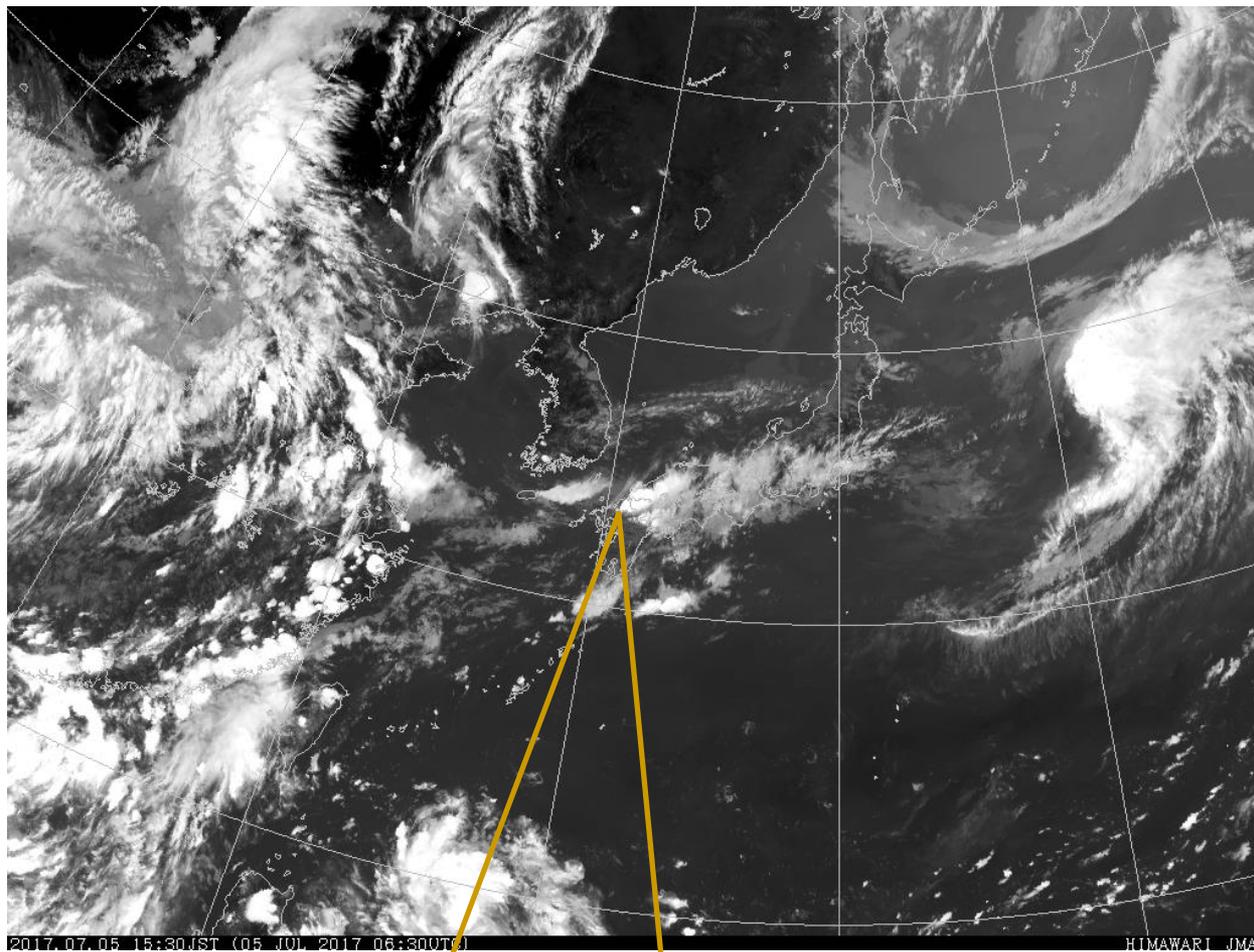


メソβ線状降水系

- レーダ画像によると、5日03:00~09:00、梅雨前線上で線状降水系が形成され活発に活動した。
- 5日12:00ころから梅雨前線の南数10km付近でメソβ線状降水系が形成され始め、6日09:00ころまで活動を続けた。
- 5日15:00ころメソβ線状降水系の活動は最も活発で、朝倉付近では2本のメソβ線状降水系の合流が見られた。

3. 気象衛星赤外画像

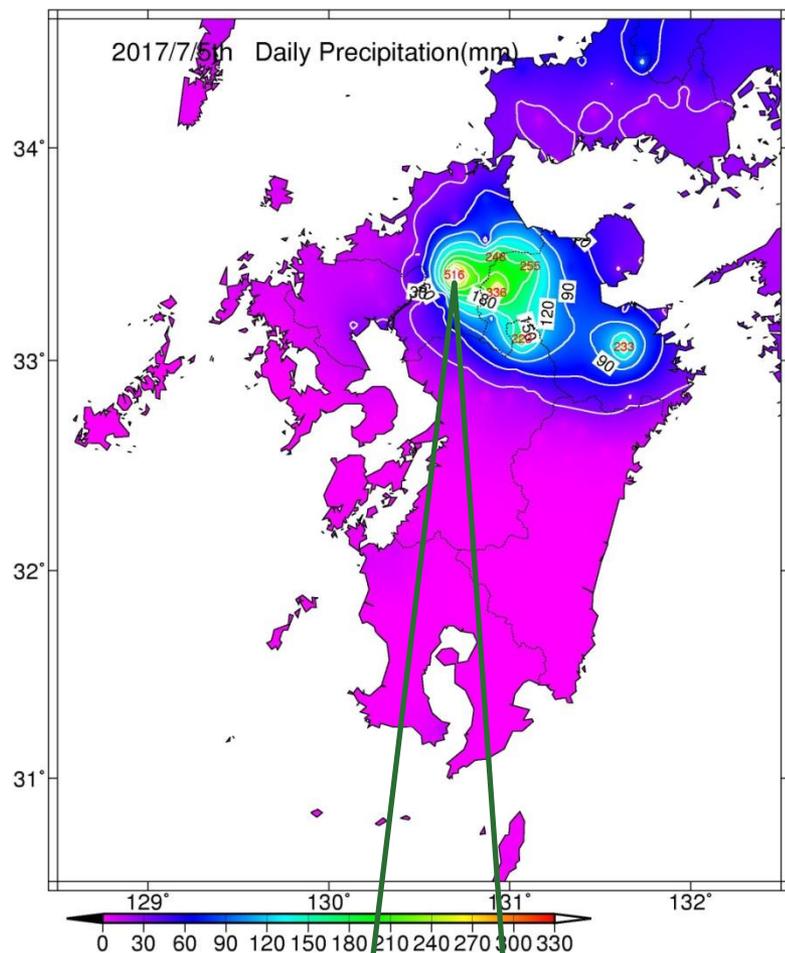
2017年7月5日 15:30



高度10km以上のテーパ状アンビル

4. 日降水量分布

2017年7月5日



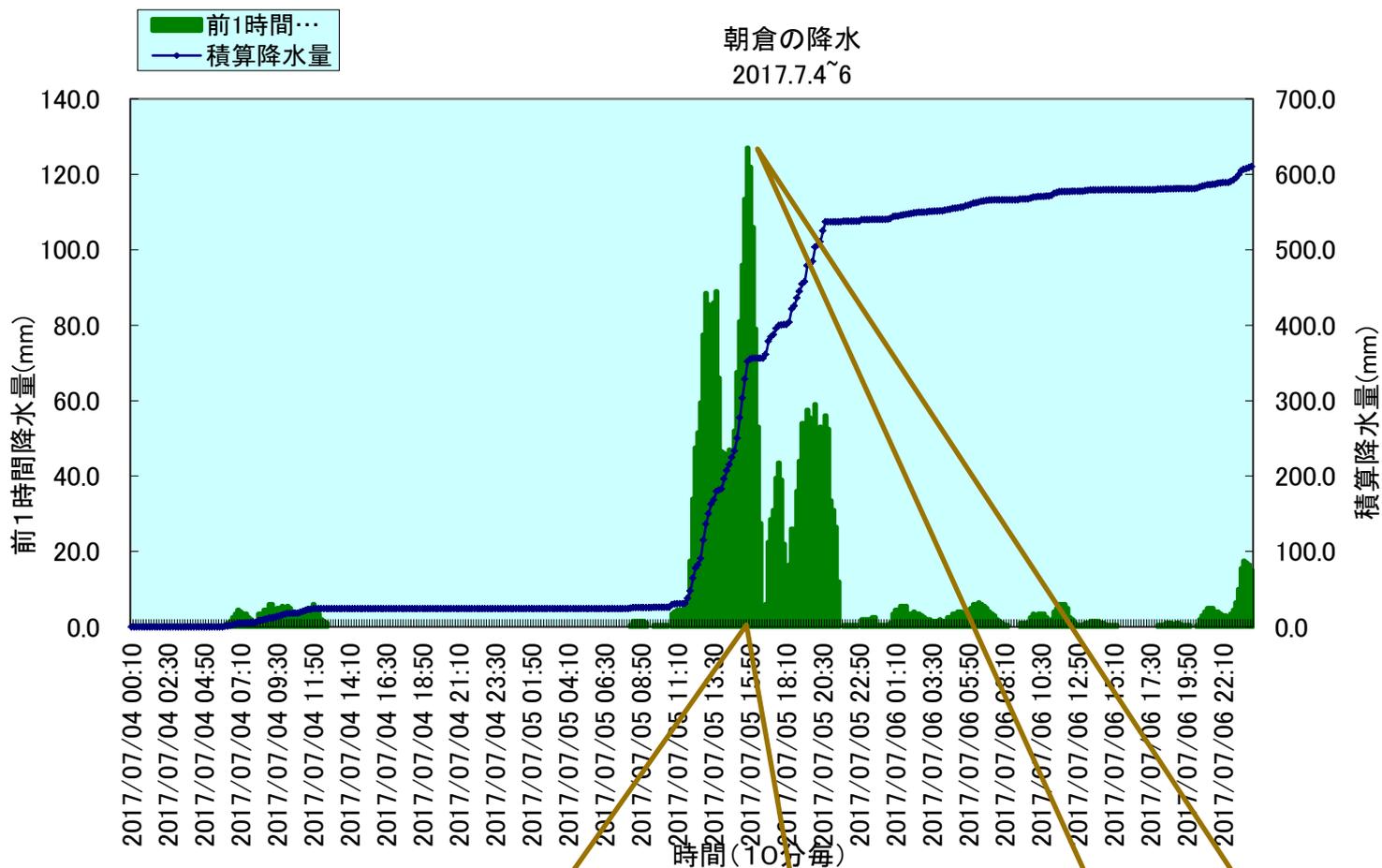
- メソβ線状降水系が掛った地域で集中豪雨が起こった。特に日降水量が多かった地点は次に挙げる。

- 朝倉 516.0mm
- 英彦山 248.0mm
- 耶馬溪 255mm
- 日田 336.0mm
- 豊後大野 233.0mm
- 南小国 223.0mm

朝倉 516.0mm

5.1 朝倉の1時間降水量と積算降水量

7月4日～6日, 最大降水量129.5mm(14:38～15:38)

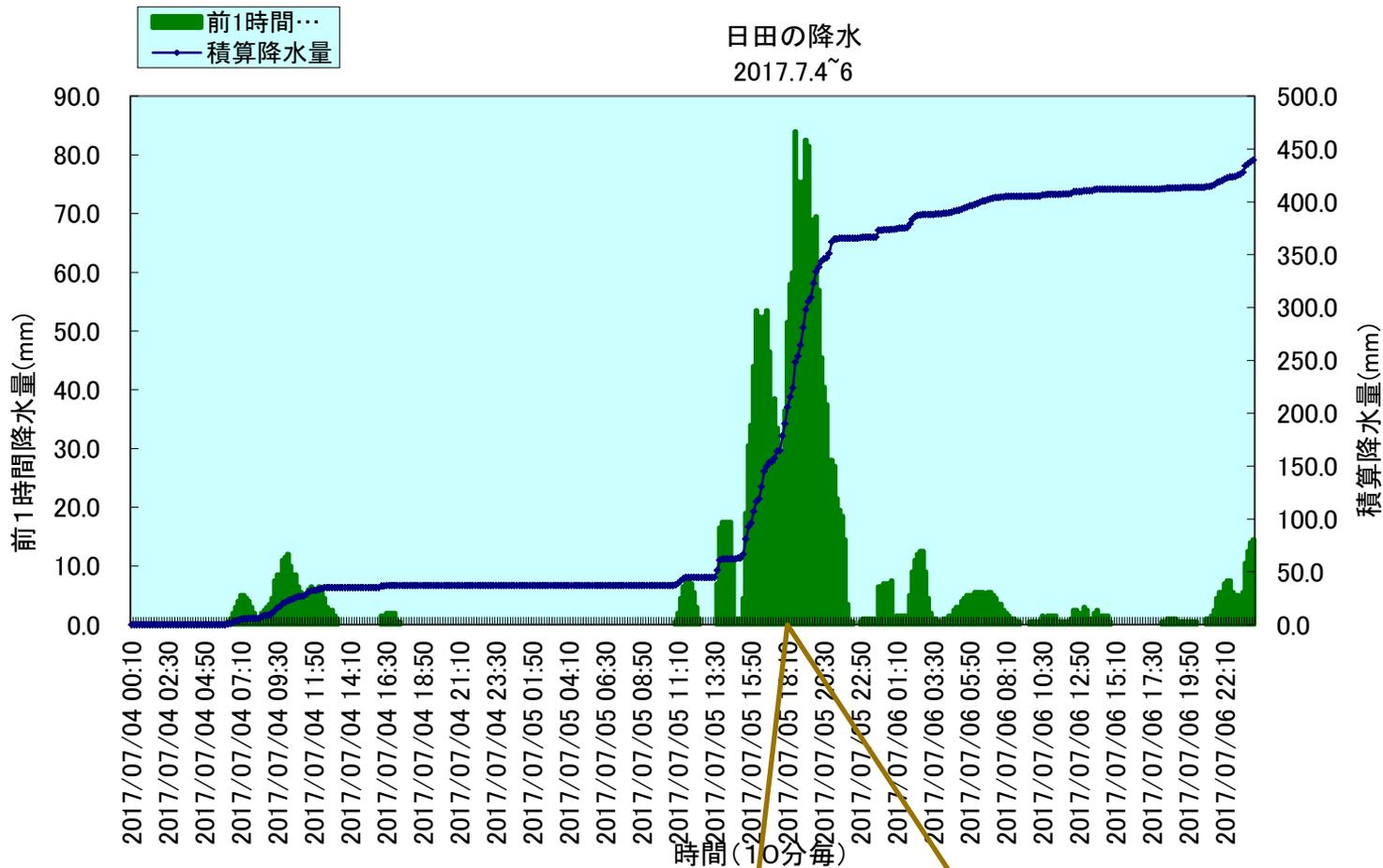


50.0mm以上の降水 (12:20～16:20), 278mm

127.0mm (14:40～15:40)

5.1 日田の1時間降水量と積算降水量

7月4日～6日, 最大降水量84.0mm(17:40～18:40)



50.0mm以上の降水 (16:10～20:10)

6. 集中豪雨の気候学的背景①

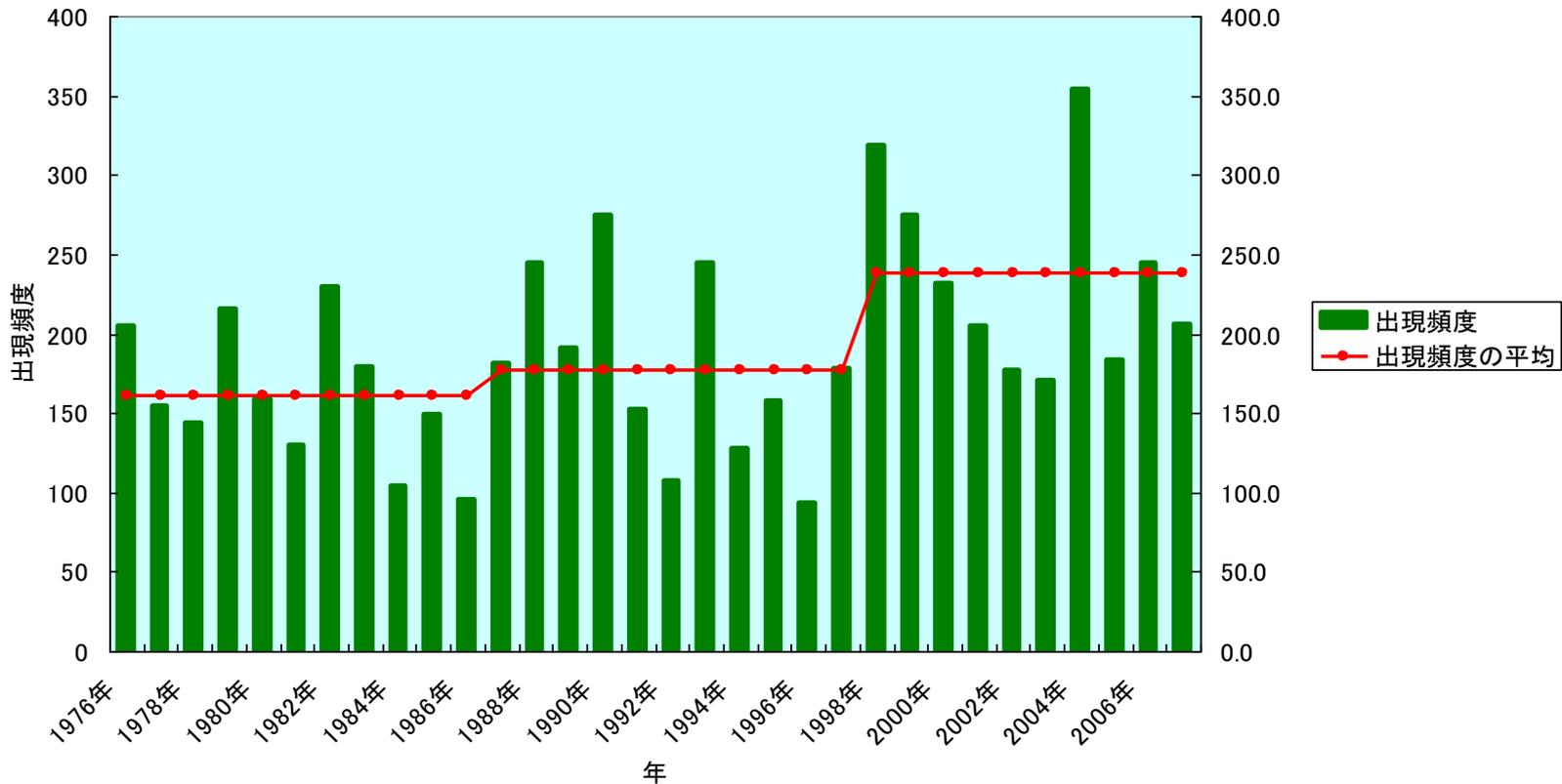
50mm/hrを越える降水の発生回数の変化

- 1976年～2008年のアメダス観測に基づく1時間50mm以上の降水の発生回数を示す。
- ただし、アメダス観測点はか1976年にはおよそ1100点だったが、1979年にはおよそ1300点に増え、現在に至っているため、発生回数は観測点1000点あたりの値に規格化している。
- 全期間を第1期(1976年～1986年)、第2期(1987年～1997年)、第3期(1998年～2008年)に分割し、それぞれの期間の発生回数の平均値(分散)を求めた。
- 第1期: 160.4回(43.5回)
- 第2期: 177.5回(58.5回)
- 第3期: 237.8回(59.0回)
- 第1期と第2期の発生回数の間には統計的に有意な差はない。
- 第2期と第3期の発生回数の間には**95%以上**の有意水準で差がある。
- 第1期と第3期の発生回数の間には**99%以上**の有意水準で差がある。
- 地球温暖化に伴って短時間降水量が増加している。

6. 集中豪雨の気候学的背景②

50mm/hrを越える降水の発生頻度

時間雨量50mm以上の降雨の出現頻度



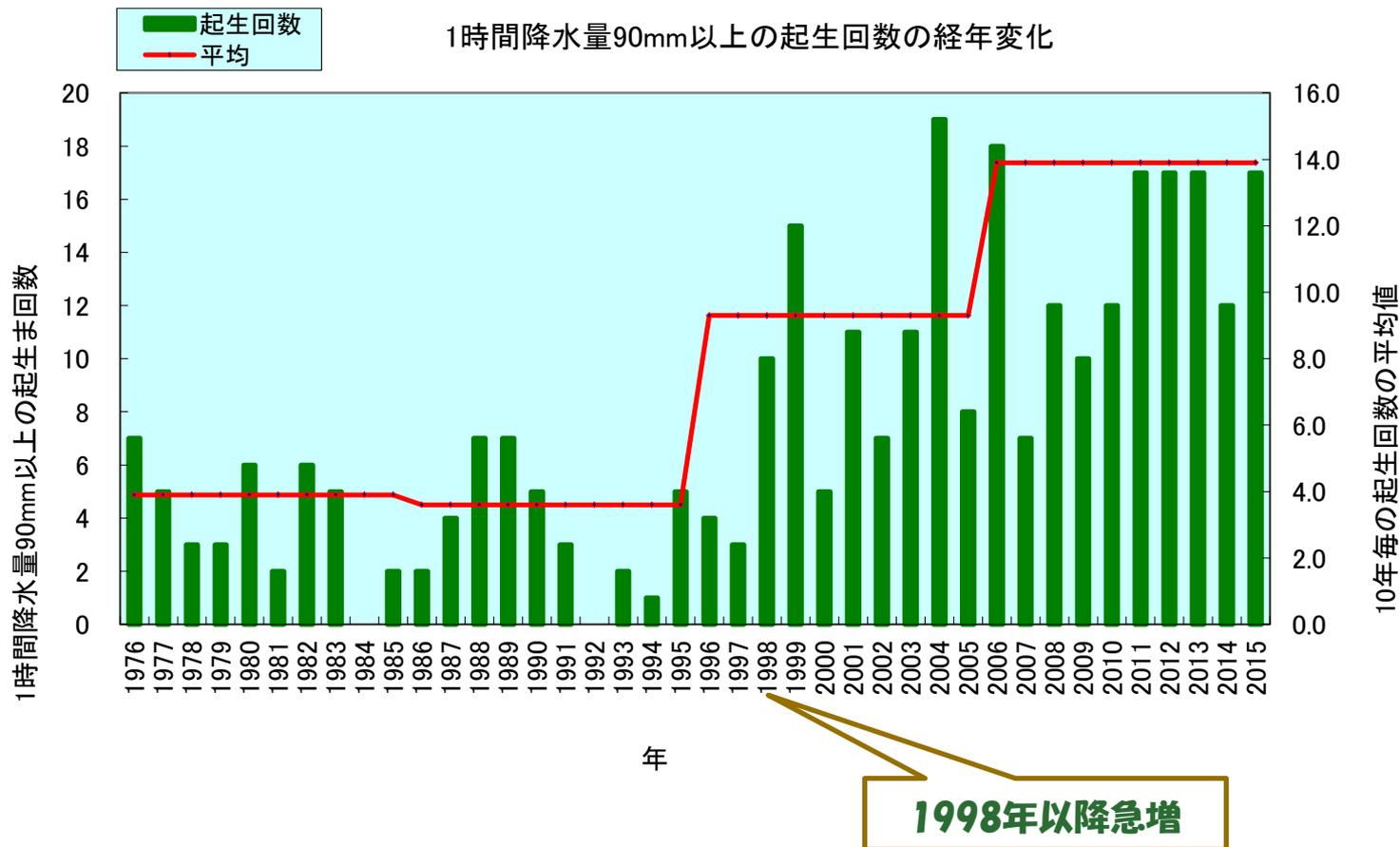
6. 集中豪雨の気候学的背景③

1時間最大降水量が90mm以上の起生数①

- 第1期: 1976年～1985年
第2期: 1986年～1995年
第3期: 1996年～2005年
第4期: 2006年～2015年
- 起生数の平均値は
第1期: 4.1回
第2期: 3.8回
第3期: 9.4回
第4期: 13.2回
- 第1期と第2期の起生数の平均値の間には統計学的に有意な差はない。
- 第2期と第3期の平均値の間、第3期と第4期の平均値の間には**99%以上**の有意水準で統計的有意差がある。
- 1時間最大降水量90mm以上の降水現象の起生数は、年々変動はあるものの、10年ごとの平均値には直近の20年で明瞭な増大傾向が見られる。
- 特に1998年以降、起生数は急速に増大している。
- 1時間最大降水量90mm以上の降水現象の起生数の経年増大の原因は地球温暖化と考えられる。

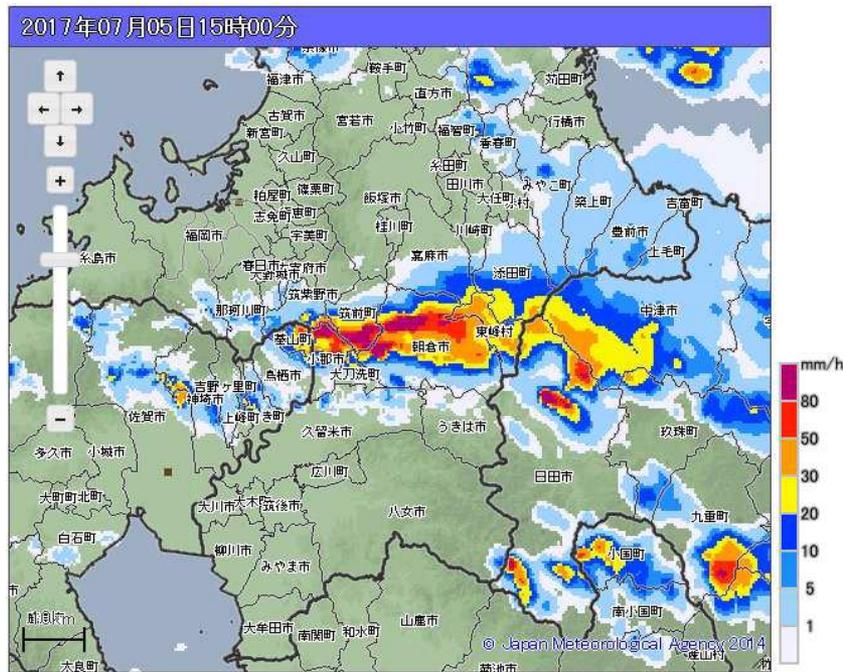
6. 集中豪雨の気候学的背景④

1時間最大降水量が90mm以上の起生数②



7. 集中豪雨のメソ気象学的背景

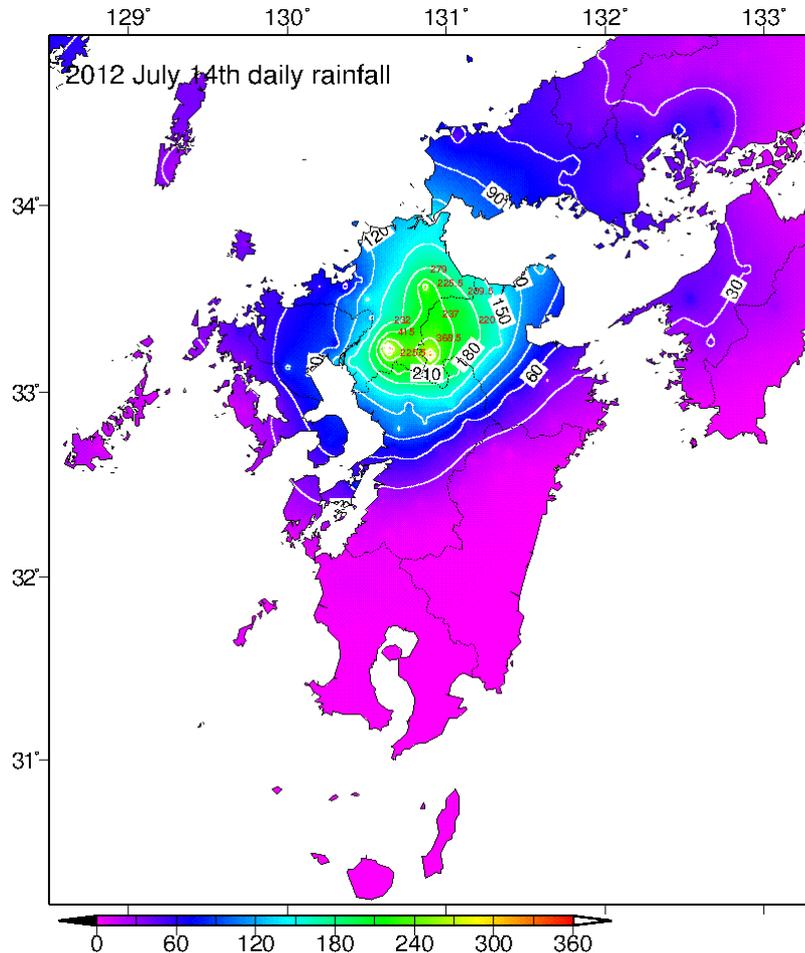
2本のメソβ線状降水系の合流



- 梅雨前線の南, 数10km でメソβ線状降水系の活動が強まった.
- さらに朝倉付近で2本のメソβ線状降水系の合流が起こった.
- 2本のメソβ線状降水系の合流現象は2012年7月14日の九州北部豪雨(黒木付近)でも起こっていた.
- 5年の間隔で続けて2度の合流が偶然に起こったとは考えにくく, 合流が起こった原因として背振山系と耳納山系の地形の影響を考えるのが合理的であろう.

8. 2012年7月14日の集中豪雨との比較

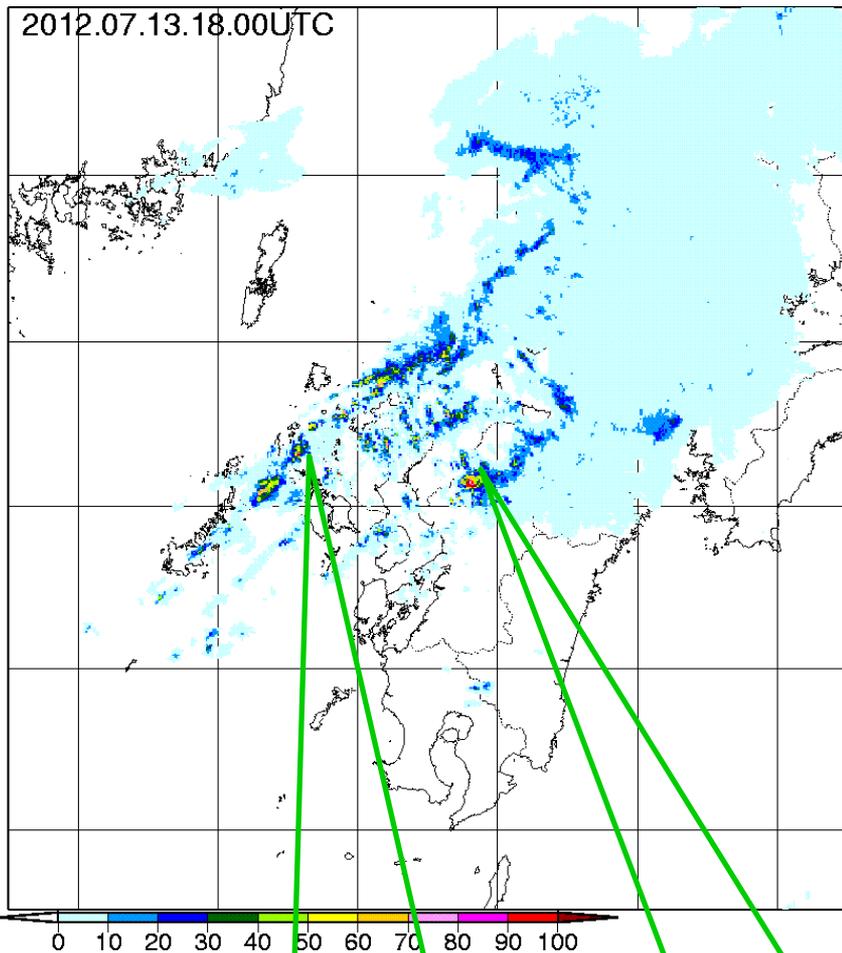
8.1 2012年7月14日の降水量分布



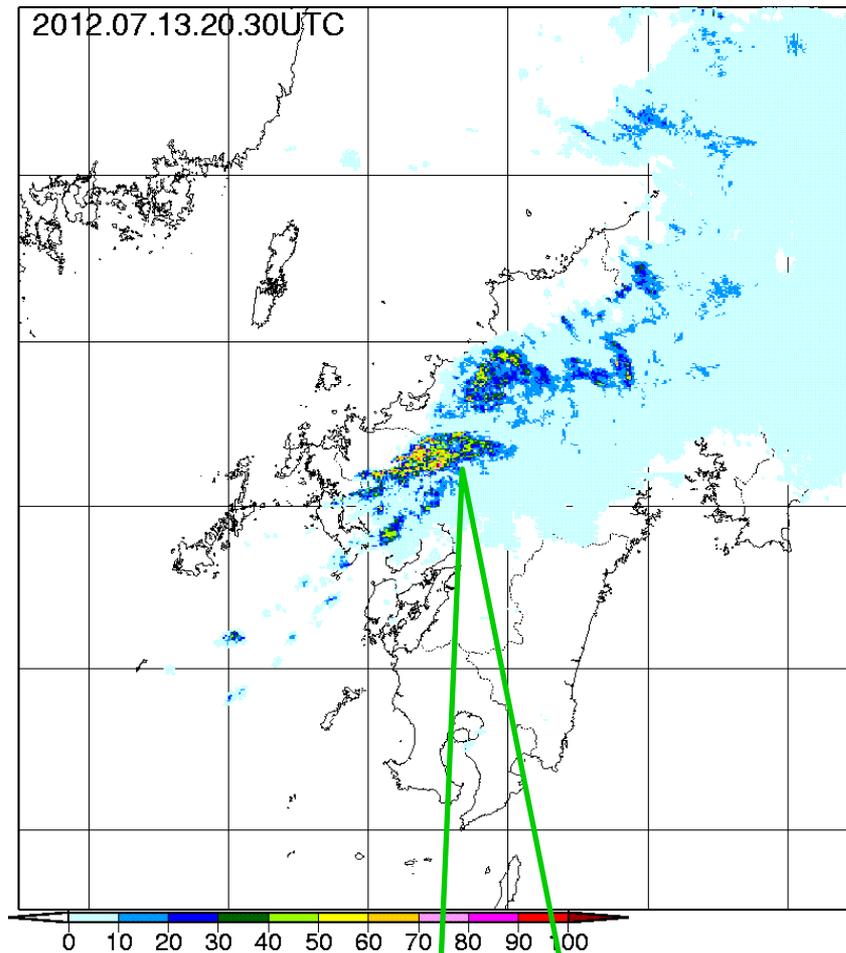
- 梅雨前線は0:00ころから九州北部を南下し、14:00から北上し、19:00ころ対馬海峡に達した。
- 日降水量
- 八女市黒木：415.0mm
- 久留米市耳納山：232.0mm
- 添田市添田：279.0mm
- 添田市英彦山：225.5mm
- 日田市日田：237.0mm
- 日田市椿ヶ鼻：368.5mm

8.2 レーダ・エコー図

2012年7月14日03:00,05:30



梅雨前線に伴うメソβ線状降水系

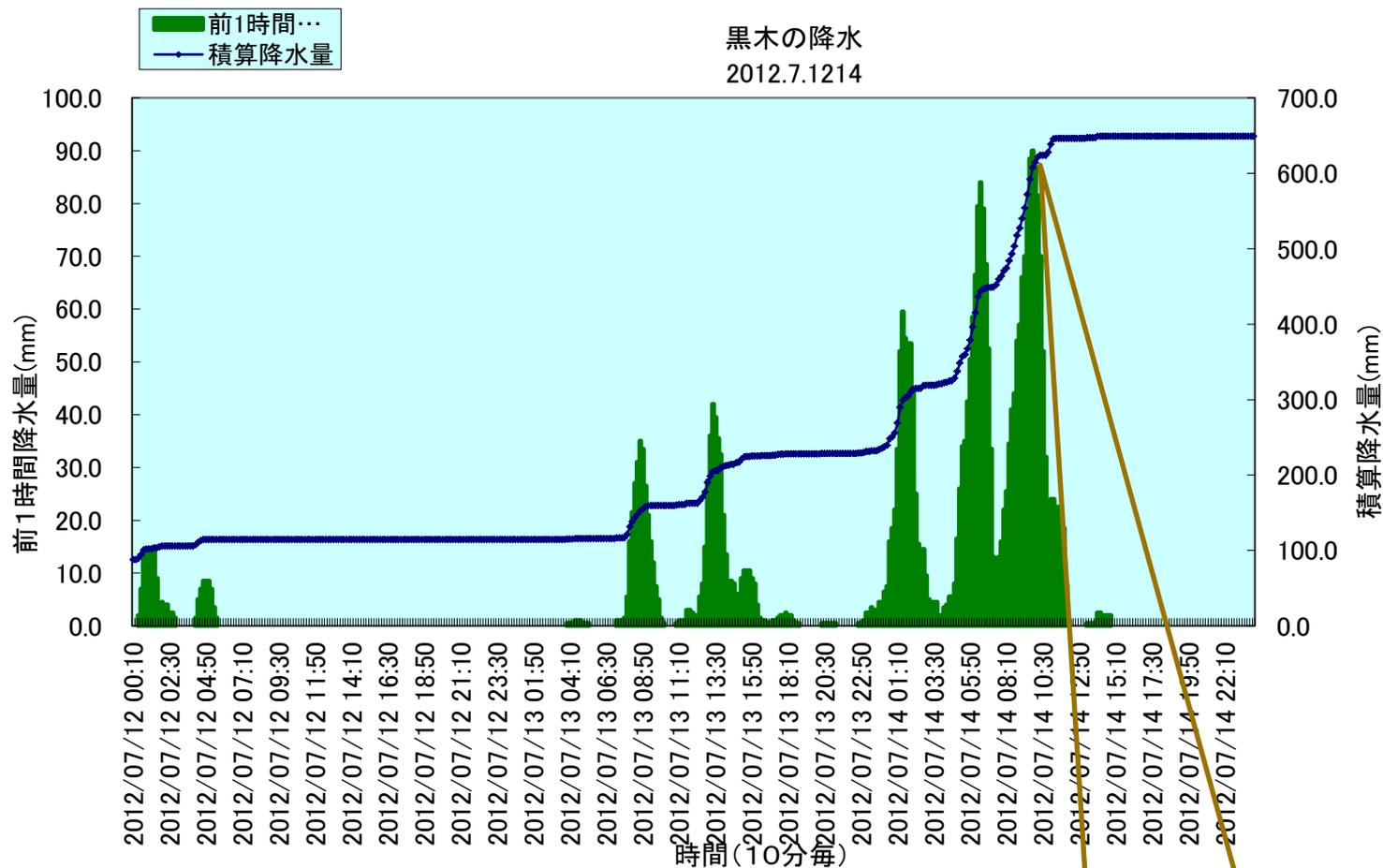


前線南象限のメソβ線状降水系

2つのメソβ線状降水系が合流

8.3 八女市黒木の降水量の変化(10分毎の値)

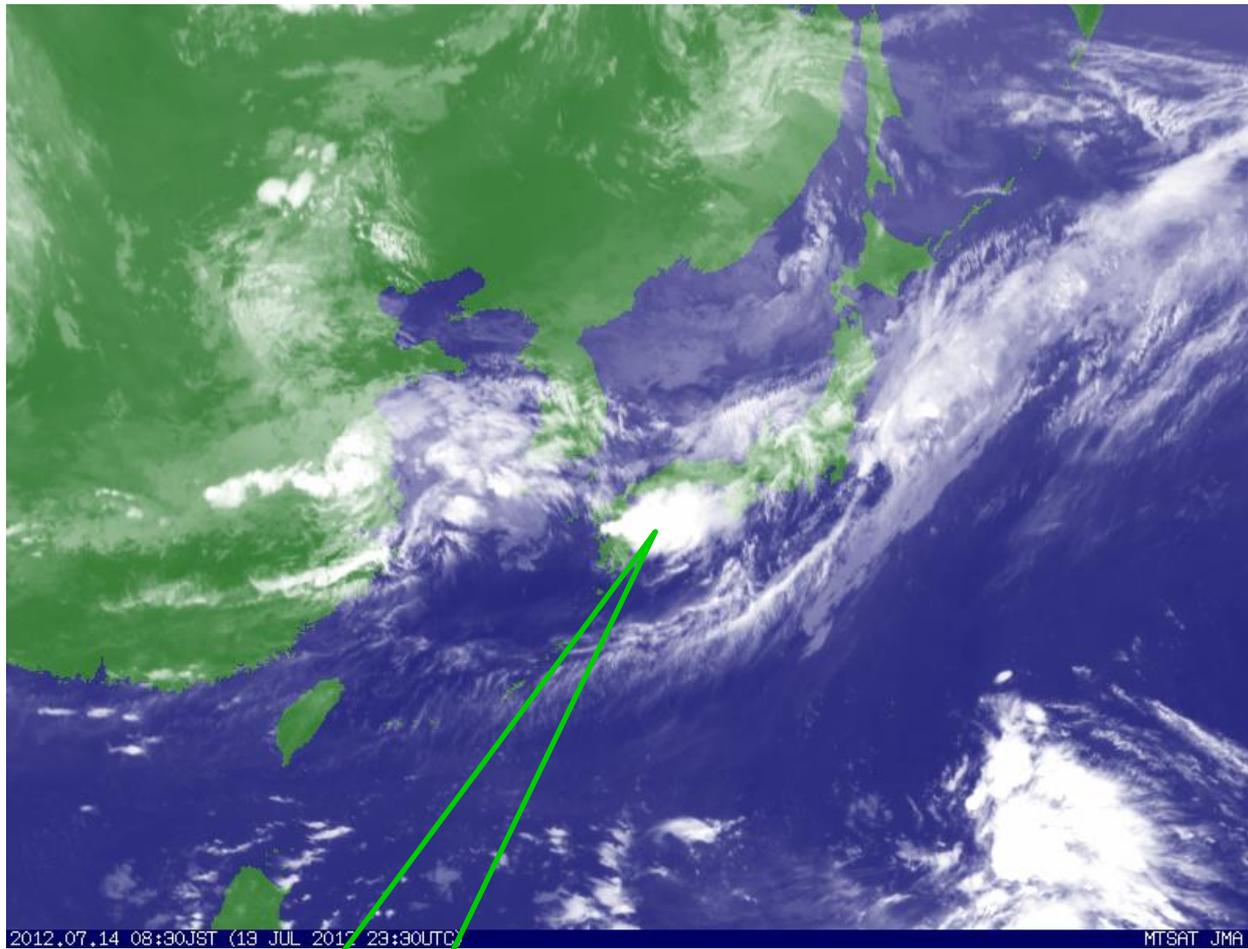
7月12日~14日, 前1時間降水量&積算降水量



127.0mm (14:40~15:40)

8.4 気象衛星赤外画像

2012年7月14日 08:30



高度10km以上のアンビル

9.1 北部九州の集中豪雨の比較(2009年以降)

1時間最大降水量

| 起生年 | 降水量(mm) | 起生地点 | 起生月日時 | 降水機構 |
|-------|---------|------|------------|-------------|
| 2009年 | 61.0 | 椿ヶ鼻 | 7/20 12:00 | メソβ線状降水系 |
| 2012年 | 94.5 | 黒木 | 7/14 10:20 | メソβ線状降水系の合流 |
| 2012年 | 108.0 | 阿蘇乙姫 | 7/12 05:53 | メソβ線状降水系 |
| 2013年 | 76.5 | 阿蘇乙姫 | 8/25 07:30 | 地形性線状降水系 |
| 2017年 | 129.5 | 朝倉 | 7/05 15:42 | メソβ線状降水系の合流 |

9.2 北部九州の集中豪雨の比較(2009年以降) 3時間最大降水量

| 起生年 | 降水量(mm) | 起生地点 | 起生月日時 | 降水機構 |
|-------|---------|------|------------|-------------|
| 2009年 | 111.5 | 椿ヶ鼻 | 7/20 12:10 | メソβ線状降水系 |
| 2012年 | 174.5 | 黒木 | 7/14 10:20 | メソβ線状降水系の合流 |
| 2012年 | 288.5 | 阿蘇乙姫 | 7/12 05:00 | メソβ線状降水系 |
| 2013年 | 134.5 | 阿蘇乙姫 | 8/25 07:30 | 地形性線状降水系 |
| 2017年 | 261.0 | 朝倉 | 7/05 15:40 | メソβ線状降水系の合流 |

9.3 北部九州の集中豪雨の比較(2009年以降)

日最大降水量

| 起生年 | 降水量(mm) | 起生地点 | 起生月日時 | 降水機構 |
|-------|---------|------|-------|-------------|
| 2009年 | 187.5 | 椿ヶ鼻 | 7/20 | メソβ線状降水系 |
| 2012年 | 415.0 | 黒木 | 7/14 | メソβ線状降水系の合流 |
| 2012年 | 493.5 | 阿蘇乙姫 | 7/12 | メソβ線状降水系 |
| 2013年 | 254.5 | 阿蘇乙姫 | 8/25 | 地形性線状降水系 |
| 2017年 | 516.0 | 朝倉 | 7/05 | メソβ線状降水系の合流 |

10. 地球温暖化が気象に及ぼす影響

1. 気温上昇に伴う飽和水蒸気圧の上昇
可降水量が増加する

2. 高度による昇温の相違

地表付近ほど昇温が大きく、成層圏では降温となる。



大気の成層状態が不安定になる(逆さにしたダルマ)。



対流活動が活発になる。

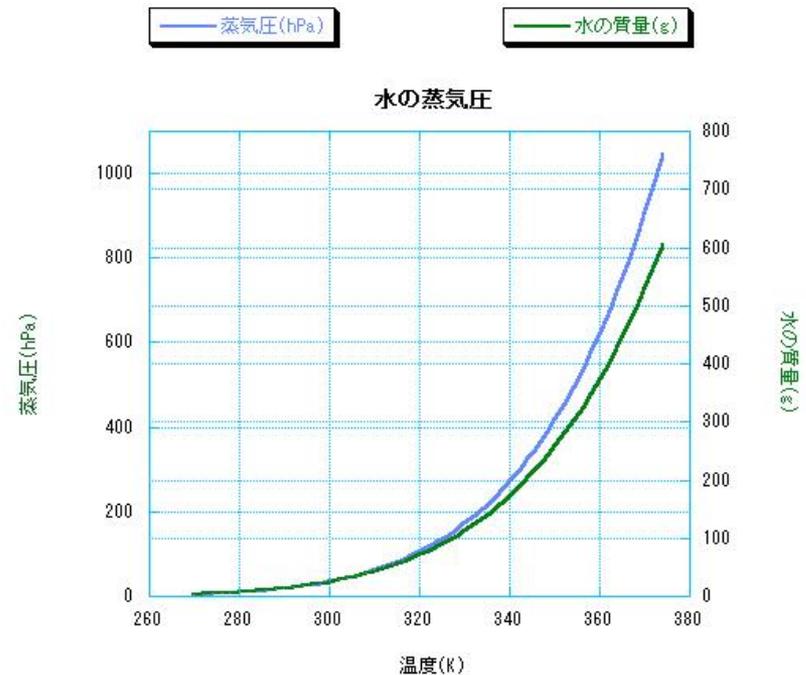
3. 大陸と海洋の昇温の相違

夏季: 大陸と海洋の温度差が拡大 → モンスーンが強まる

冬季: 大陸と海洋の温度差が縮小 → モンスーンが弱まる

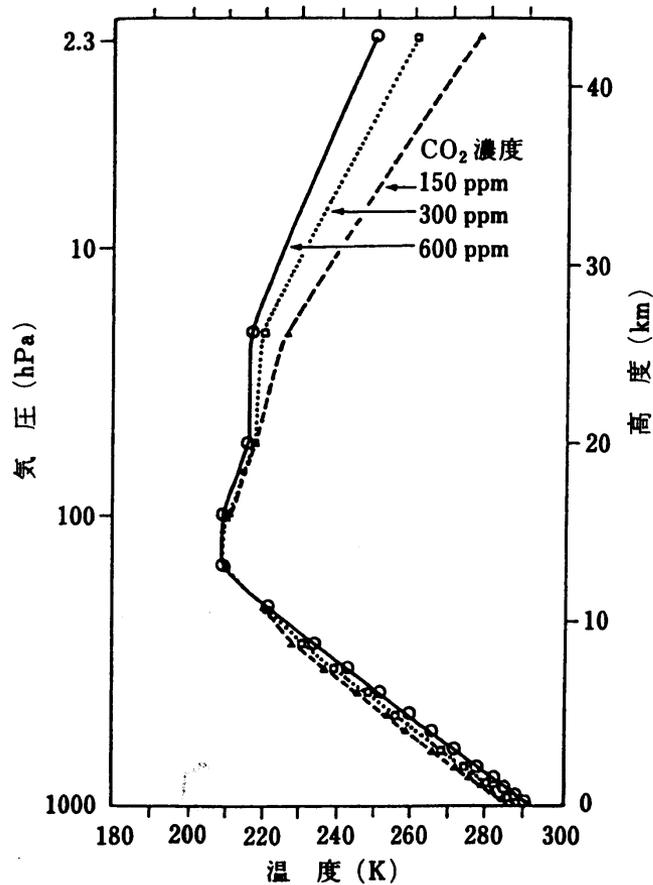
10.1 単位体積に含まれる水蒸気量

1. 飽和水蒸気圧は温度によって大きく変化する
2. 0°C で4.8g
 10°C で9.3g
 20°C で17.1g
 30°C で30.1g
3. 空気中の含まれる水蒸気量を可降水量という。すなわち、雨になることのできる水の量は、温度上昇とともに急速に増加する。



10.2 大気成層状態の不安定化

Manabe & Weatherald (1967)

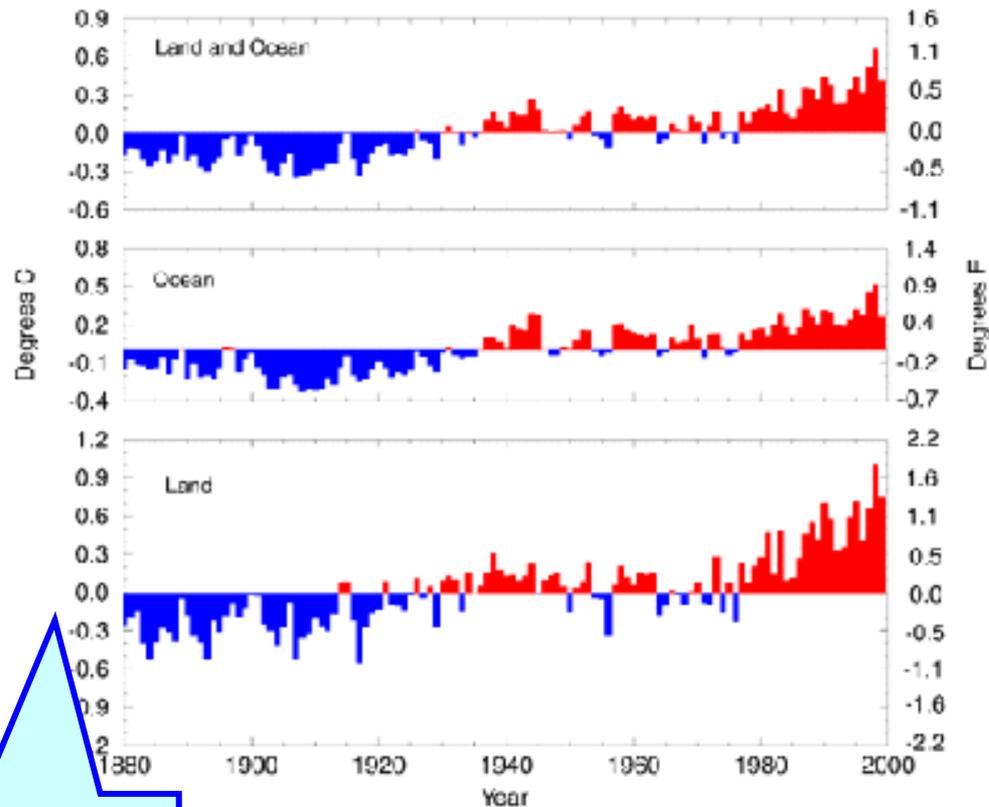


1. CO₂濃度が150,300,600ppmの場合の気温分布.
2. CO₂濃度が上昇すると、大気下層で昇温が大きい.
3. 対流圏界面付近(高度約10km)では±0°C.
4. 成層圏では温度が下がる。
・CO₂を初めとする温室効果ガスが増加すると、熱が大気下層に溜められる.
5. 大気の成層状態が不安定になり、強い対流が起こる.

10.3 大陸と海洋の昇温の差①



Annual Global Surface Mean Temperature Anomalies
National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



1年を通じて大陸
部で昇温が大きい

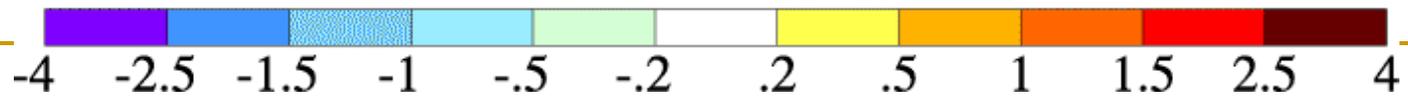
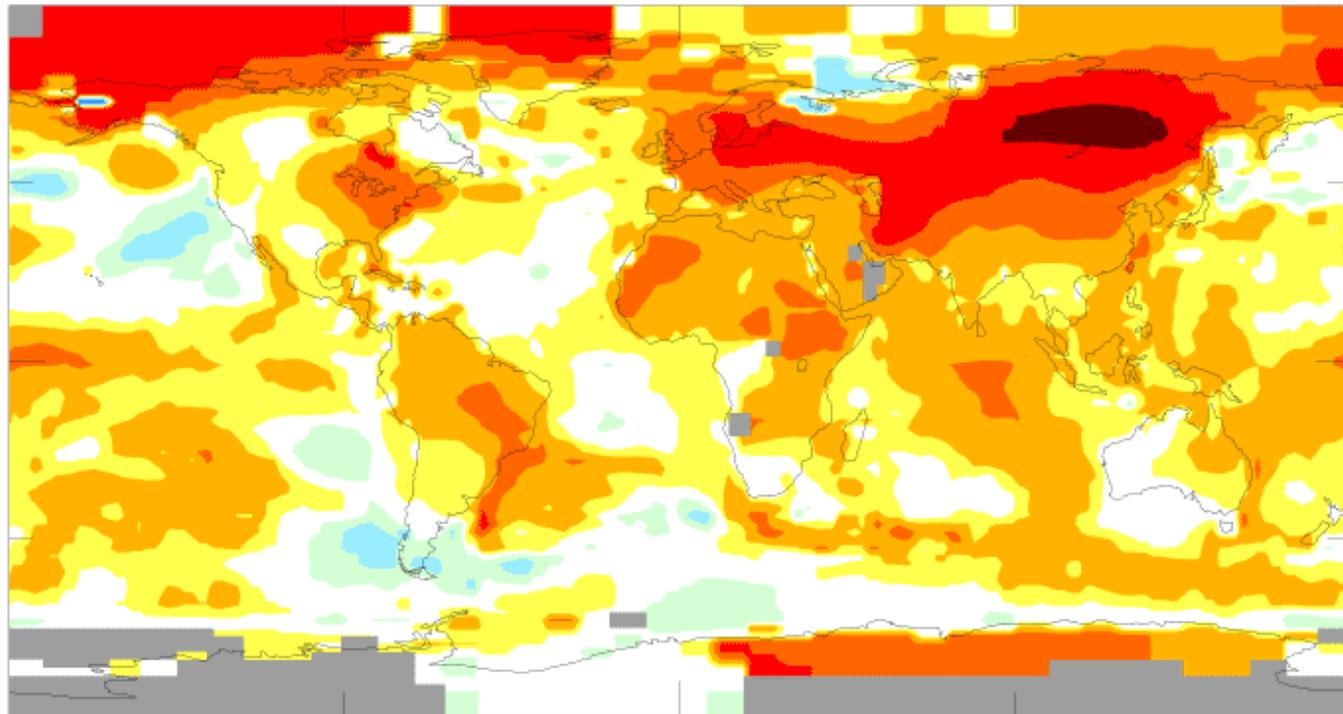
10.3 大陸と海洋の昇温の差 ②

2001年12月～2002年11月

Surface Temperature Anomaly (°C): Meteorological Year Mean

Dec. 2001 to Nov. 2002

.51



10.3 大陸と海洋の昇温の差③

夏季はモンスーン循環が強まる！

