

降水観測が**1日2回**しか行われていない

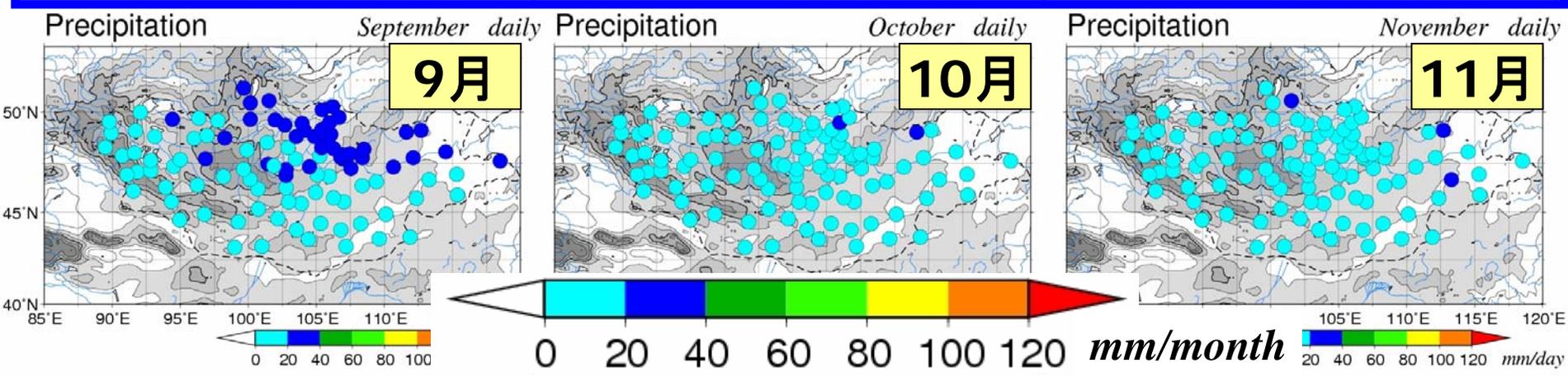
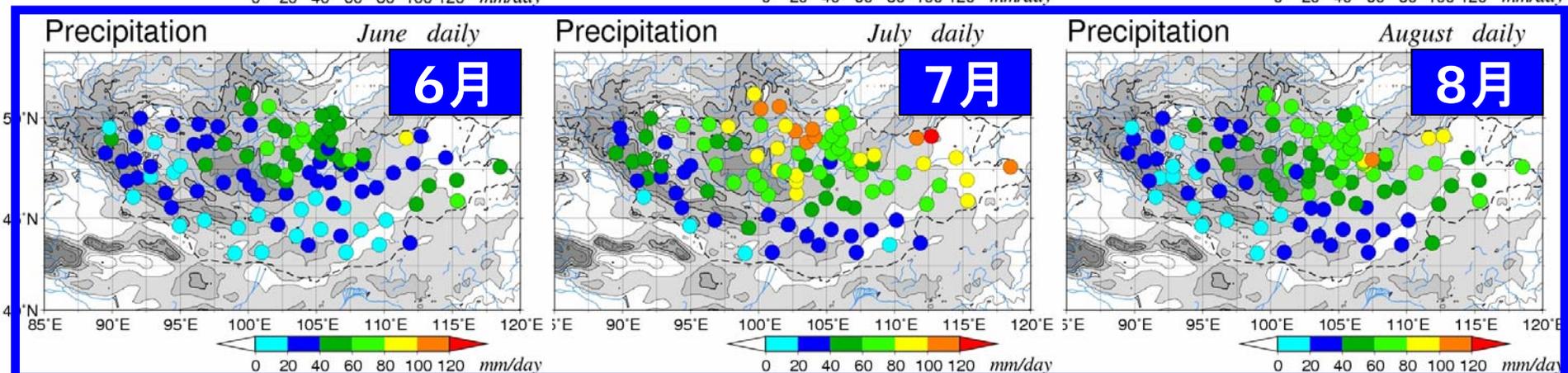
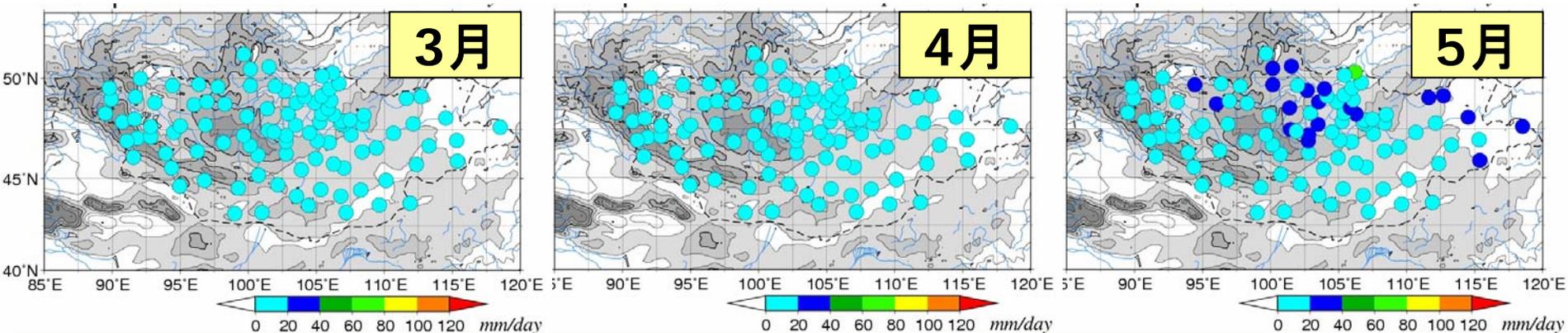
夏の**モンゴル**における雲と降水 の日変動

MWRに投稿中

川瀬 宏明・木村富士男

生命環境科学研究科 地球環境科学専攻

モンゴルの降水量の月変化 (1994 - 2003)



降水の日変化は、時間スケールが短く、空間スケールも狭い現象のため、流域規模の地域分布を決めるメカニズムの一つである。

中高緯度のモンゴルでは、

◎ 夏季でも偏西風帯

⇒ 降水の地域分布は、総観規模擾乱による影響が大きい。
(*Chen et al., 1991; Yatagai and Yasunari, 1995, 1998*)

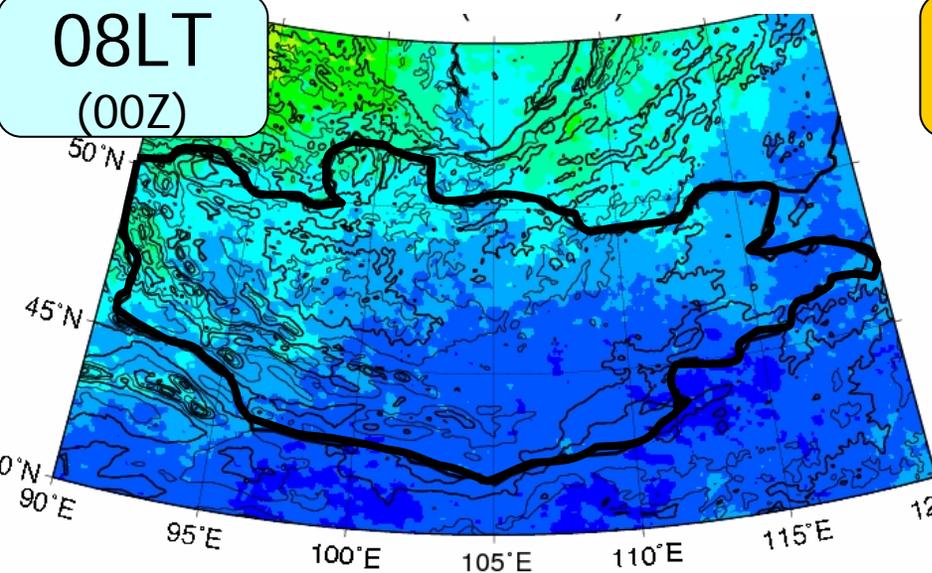
一方で、

夏季の衛星画像を見ると、モンゴルでは明瞭な雲の日変化が見られる

雲 (Tbb<250K) の出現頻度の日変化 (1997-2002 JJA)

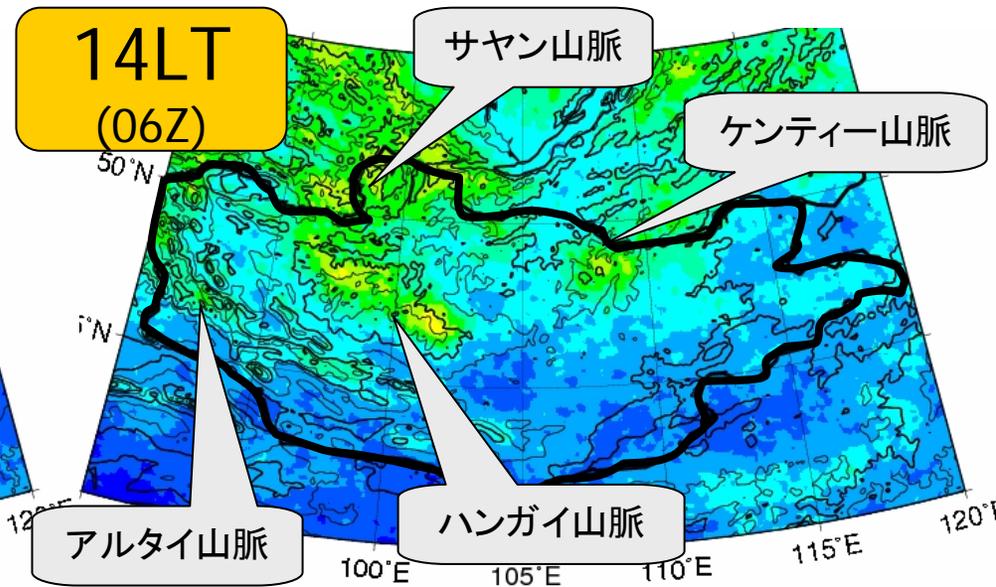
08LT

(00Z)



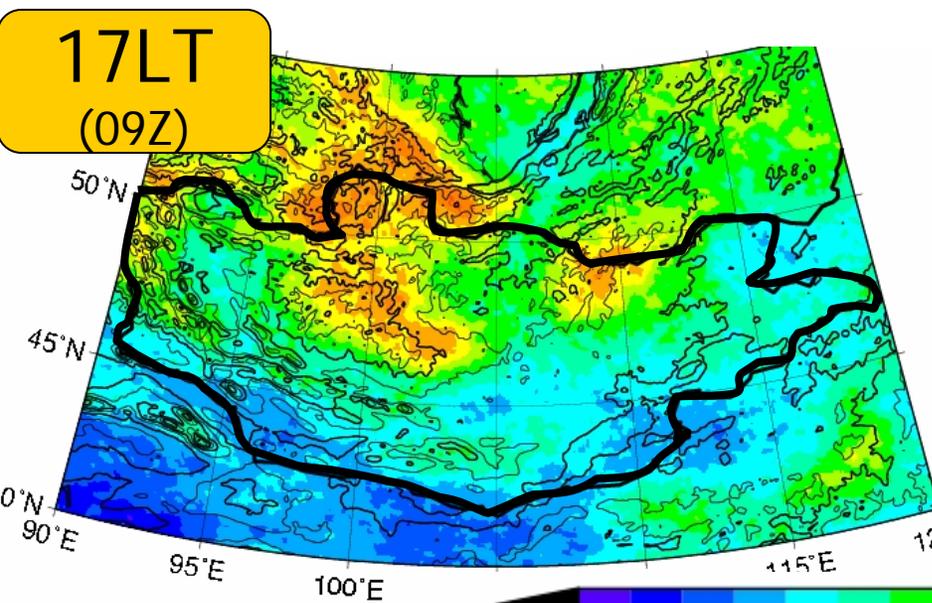
14LT

(06Z)



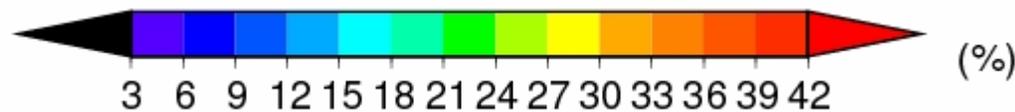
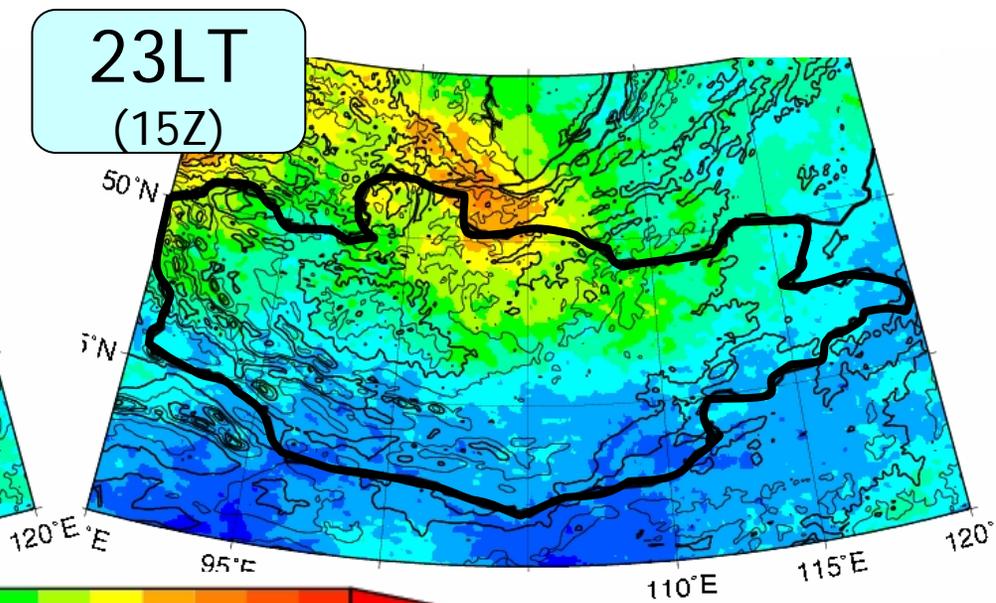
17LT

(09Z)



23LT

(15Z)

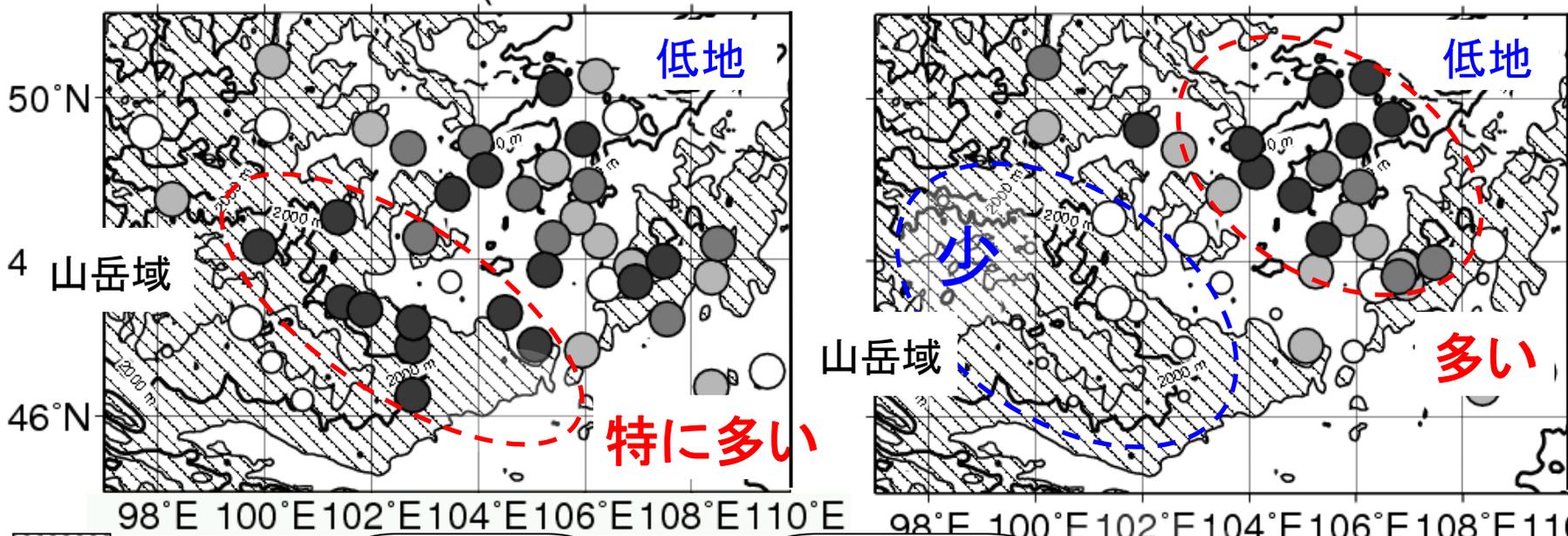


◎ 雲の日変化が顕著な日の降水の地域分布

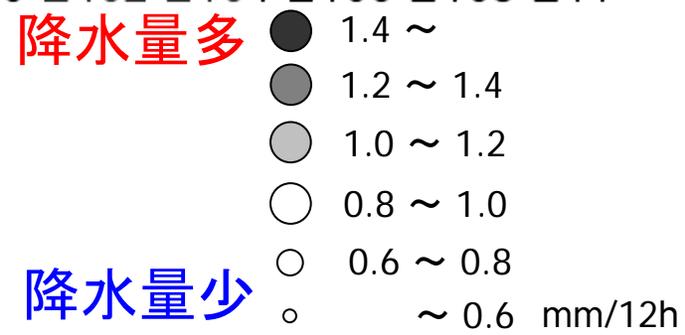
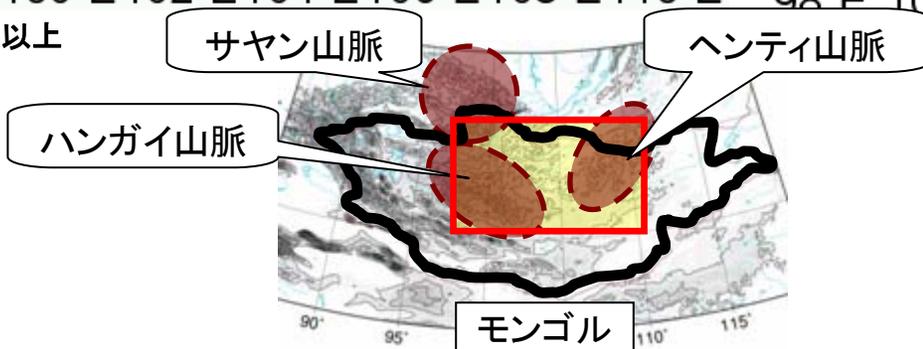
(154事例平均)

昼間(09LT-21LT)

夜間(21LT-09LT)



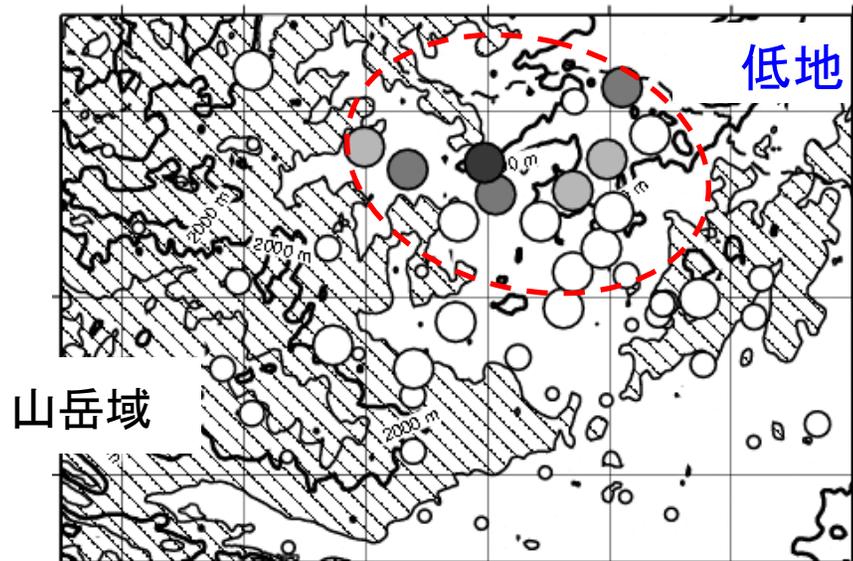
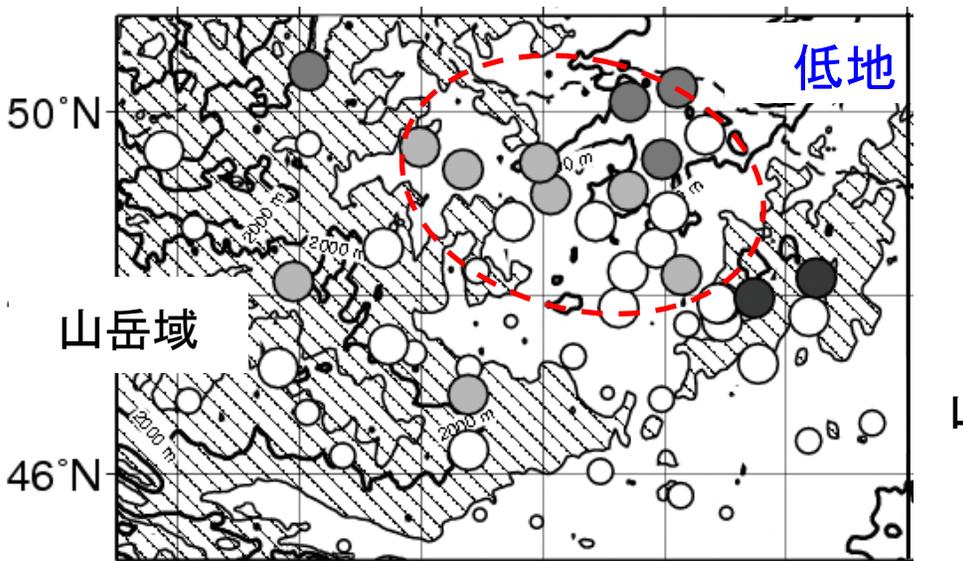
1500m以上
contour 500m



◎ 雲の日変化が見られない日の降水の地域分布 (313事例平均)

昼間(09LT-21LT)

夜間(21LT-09LT)



1500m以上

contour 500m

降水量の地域分布に
顕著な差は見られない。

- 降水量多
- 1.4 ~
 - 1.2 ~ 1.4
 - 1.0 ~ 1.2
 - 0.8 ~ 1.0
 - 0.6 ~ 0.8
 - ~ 0.6

降水量少

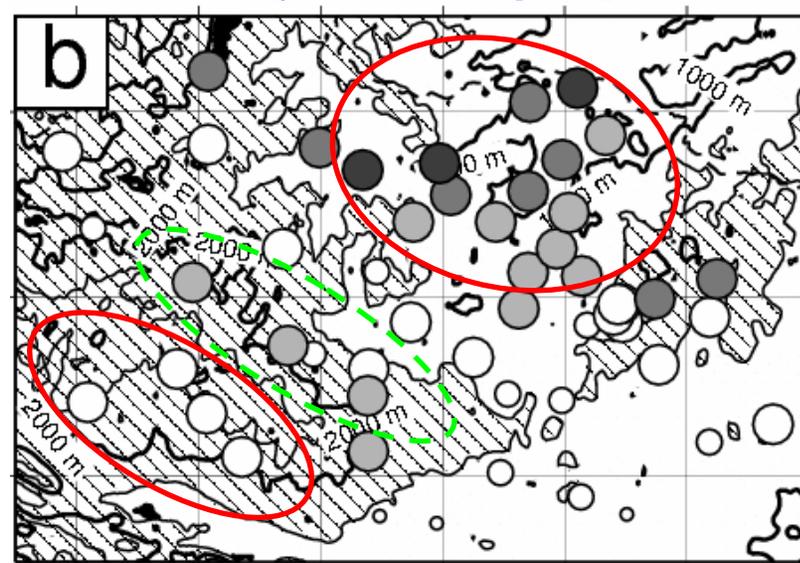
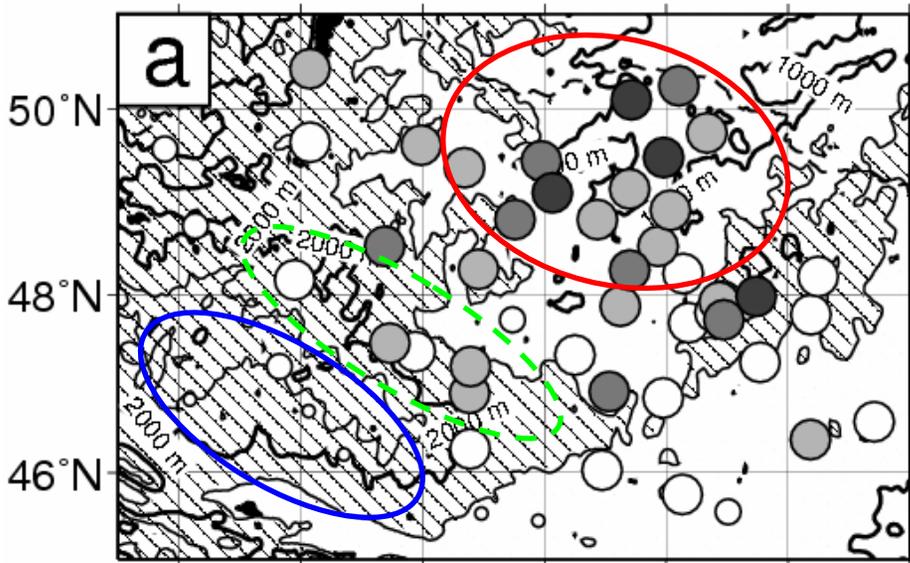
mm/12h

◎ 日積算降水量の地域分布

(日変化事例:154, その他の事例:313)

雲の日変化が顕著な事例

その他の事例



98°E 100°E 102°E 104°E 106°E 108°E 111°E

1500m以上

contour 500m

- ・ ハンガイ山脈の北東斜面と南西斜面で差がある。
- ・ どちらも低地が多い。



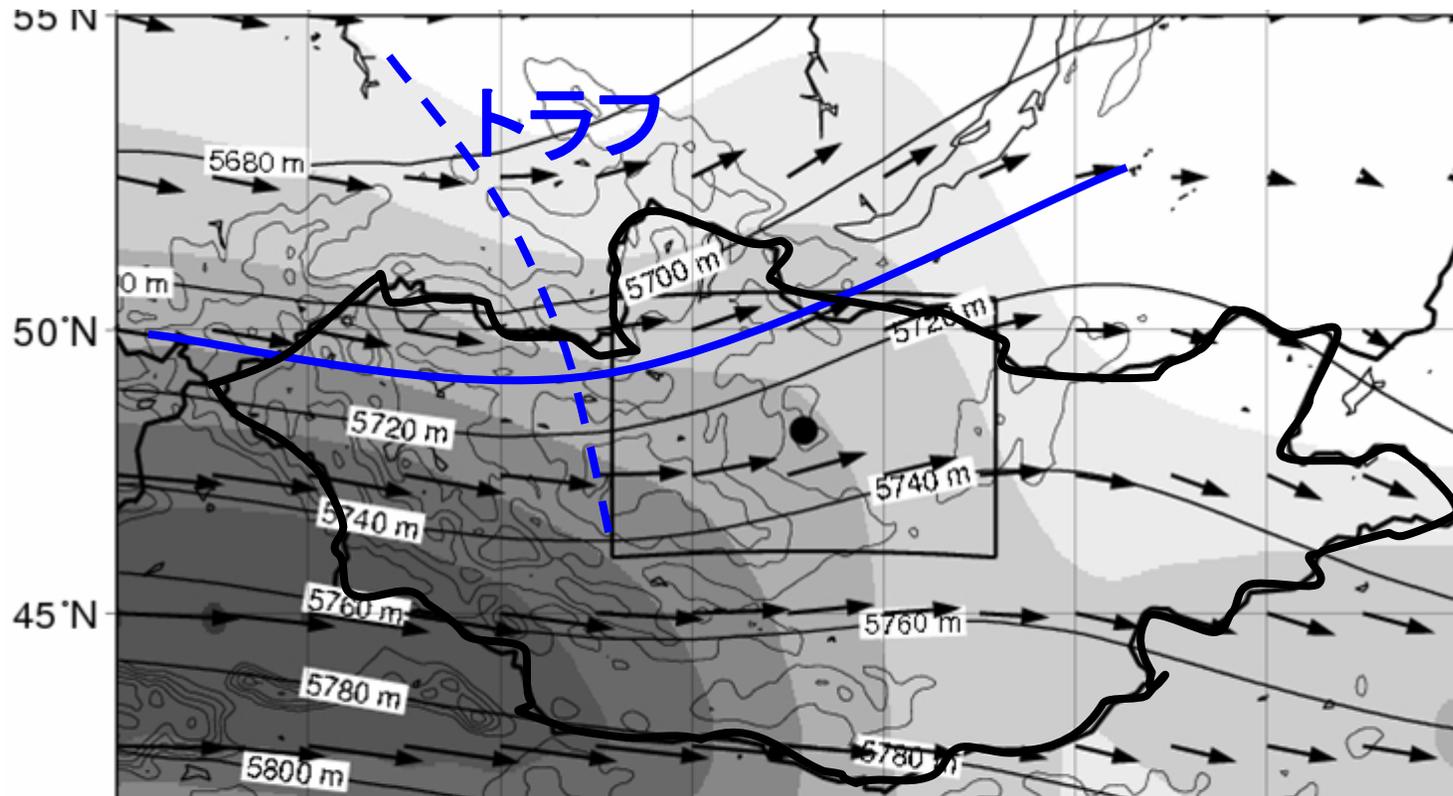
- 雲の日変化が顕著な日

- 昼間は山岳域で降水量が特に多い.
- 夜間は低地で降水量が多い.
- 昼夜の積算降水量はハンガイ山脈の北東斜面で降多く、南西斜面で少ない. 全体としては、低地で多い.

- 雲の日変化が顕著でない日

- 降水量は低地で多い.
- ハンガイ山脈の南西斜面で降水量が多い.
- 日降水量の地域分布は、雲の日変化の顕著な日と似ている.

- 雲が顕著な日変化をした日（降水量が多い81日）
500hPaの風と高度のコンポジット



雲が日変化した事例は、
総観規模のトラフと関連がありそう。

日変化する降水

モンゴル

昼間：山岳部，夜：低地

低地が多い。
山岳部でやや多い。

トラフ場

小さい

12時間
降水量

日降水量

総観場

局地循環による
水蒸気の輸送
(Iwasaki et al., 2006)

夏の日本

昼間：山岳部，夜：低地

山岳部で降水が多い。
低地で少ない。

リッジ場

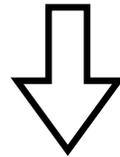
大きい



- ◎ 少ない水蒸気
- ◎ 水平規模の大きな山岳
- ◎ 総観規模のトラフ

モンゴルの
ポイント

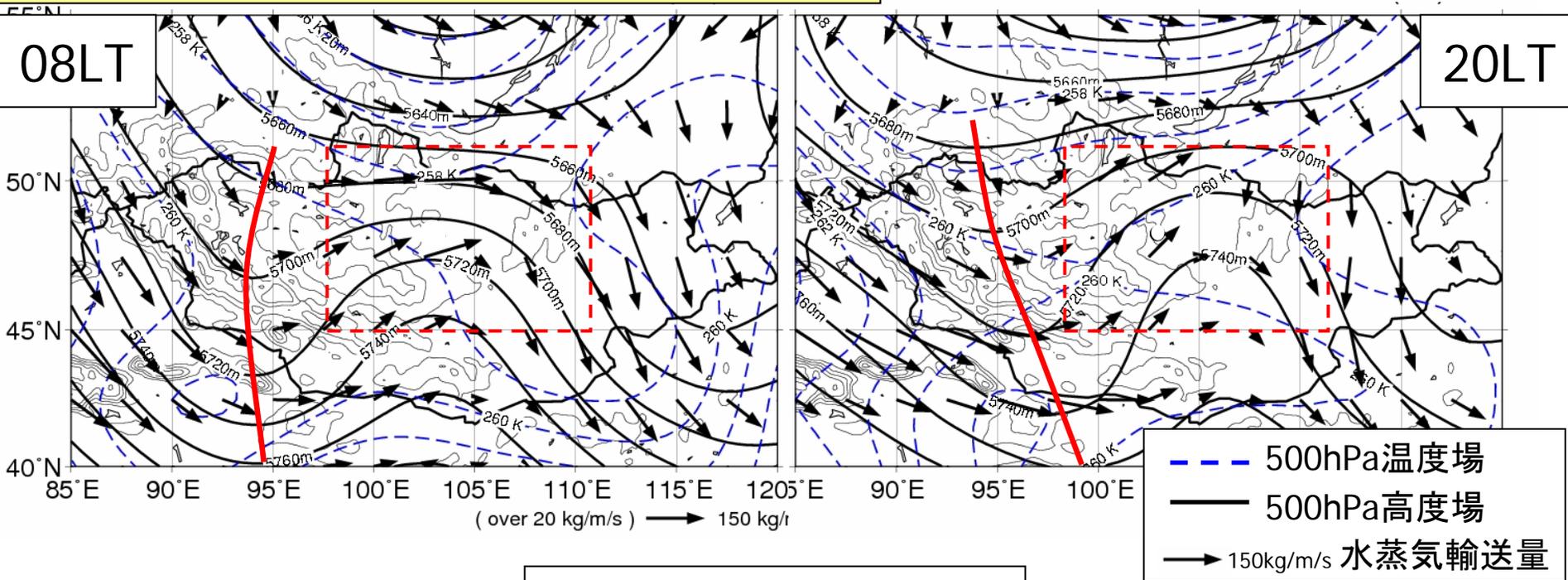
雲が日変化した事例の
コンポジットはトラフ場であるが....
各事例を見ると,
すべてのトラフにおいては
雲や降水の日変化が起こっていない.



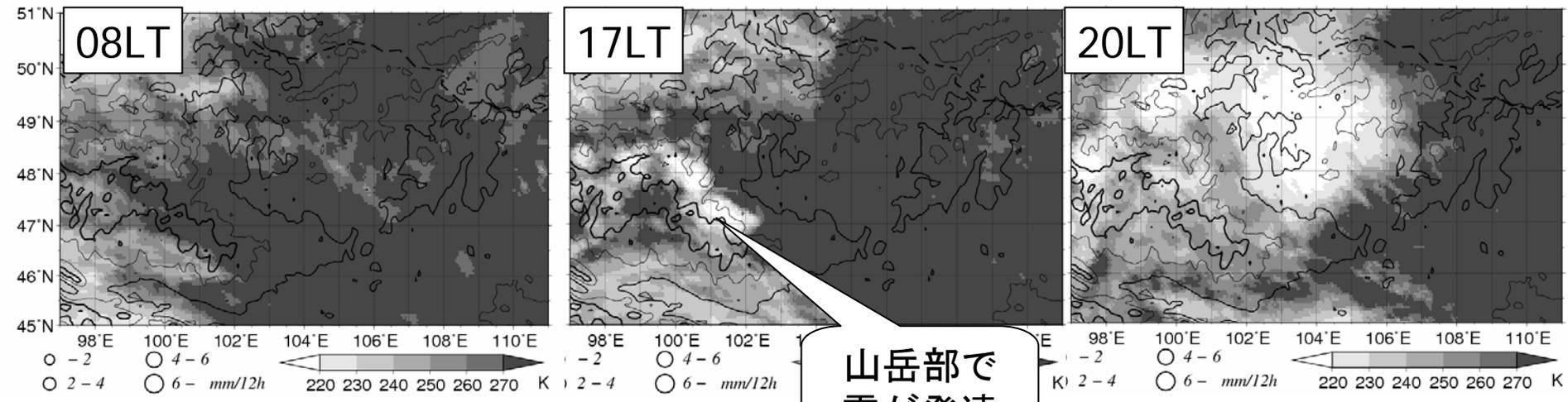
日変化の変調が加わるトラフと
変調が加わらないトラフが存在.

事例1 : 日変化が変調するトラフ

(2000. 7.31)



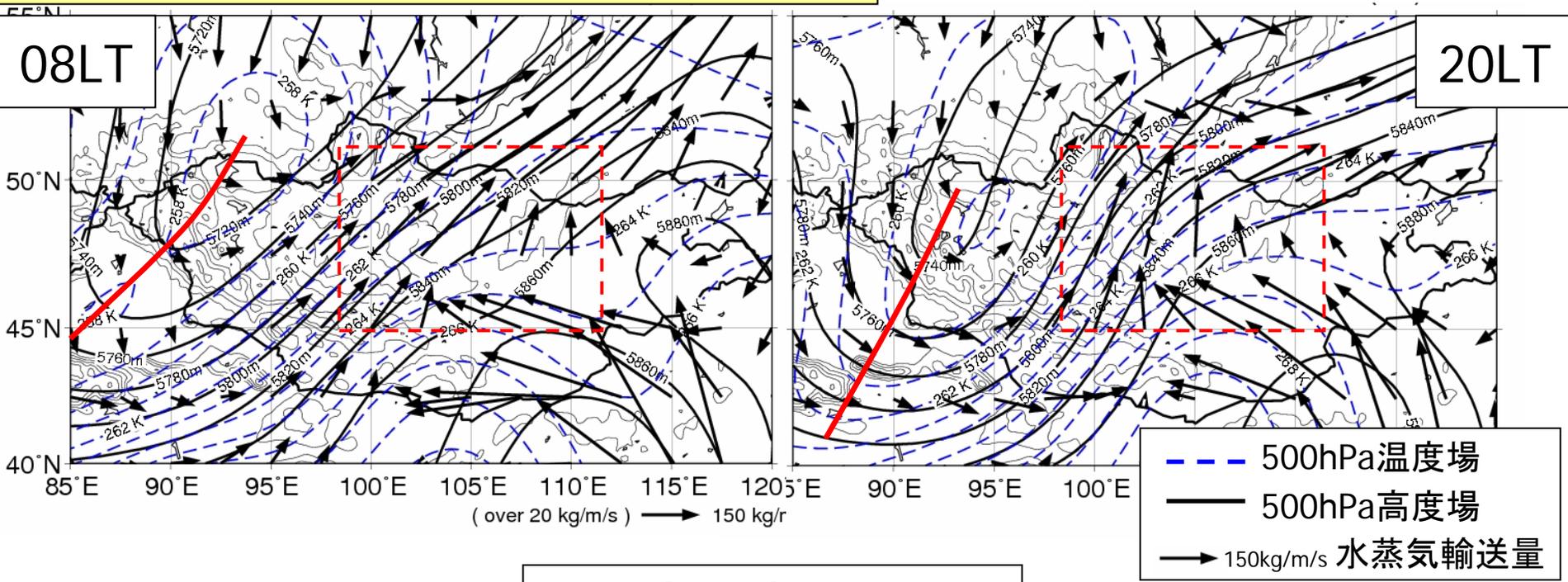
輝度温度(GMS)



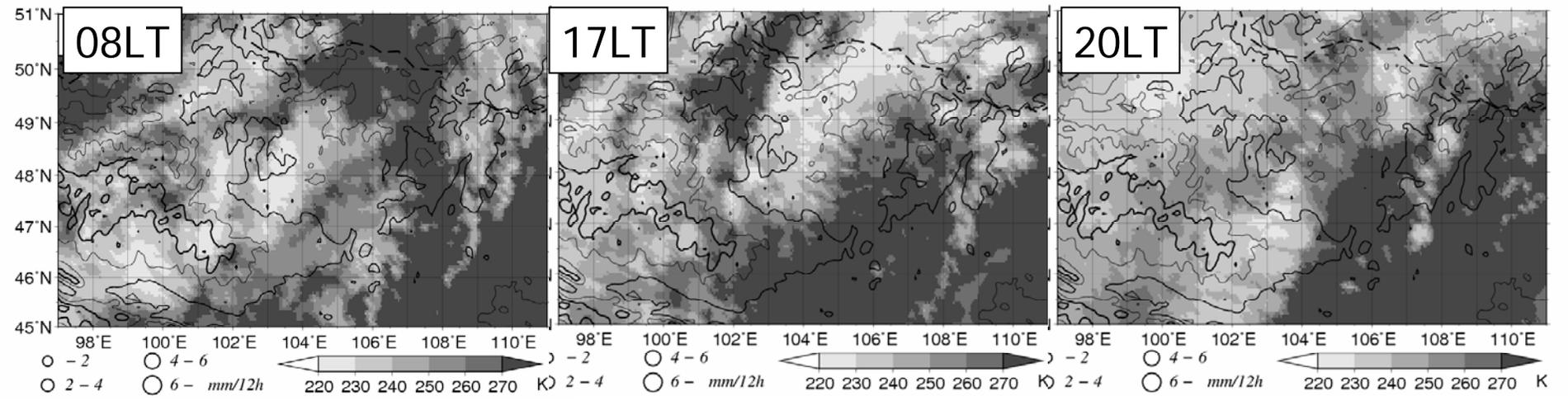
山岳部で雲が発達

事例2 : 日変化が変調しないトラフ

(2000. 7. 5)



輝度温度(GMS)

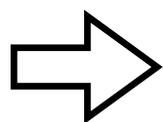


1) 雲・降水の日変化が起こるトラフ

浅いトラフ. 水蒸気輸送が少ない. 上空に寒気

2) 雲・降水の日変化が起こらないトラフ

深いトラフ. 多量の水蒸気輸送. 暖気・寒気移流



トラフと降水の日変化が、
どのように関連しているのか？

日射の効果を調べる数値実験

降水が起こる時間と場所を決める要素

(1) トラフの通過のタイミング

(2) 日射の周期

の関係を調べる.

<対象事例>

事例1 : 雲が日変化する事例 (2000年7月31日)

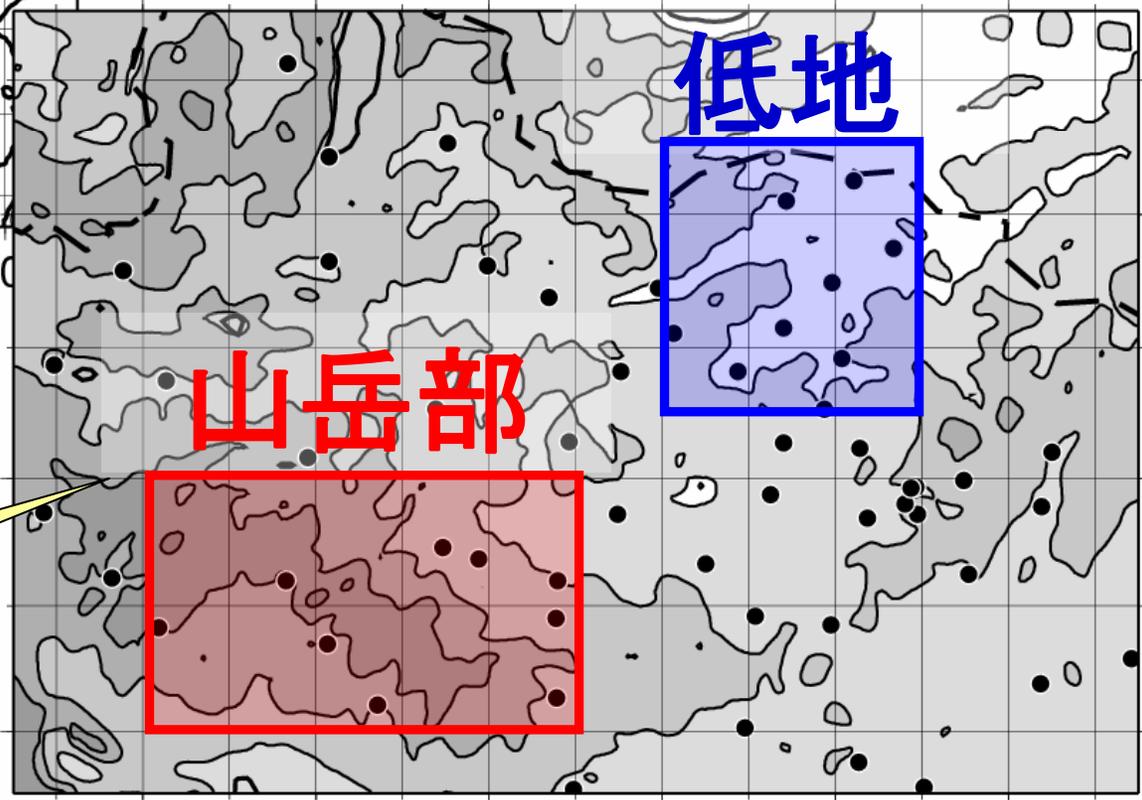
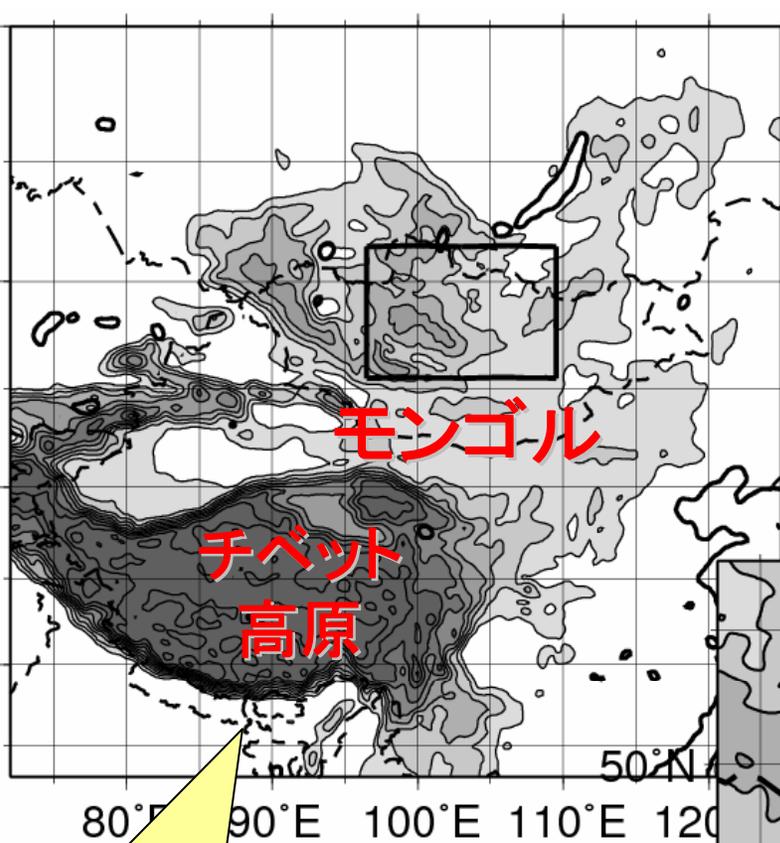
事例2 : 雲が日変化しない事例 (2000年7月5日)

計算領域

二重ネスティング (two-way)



1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000
Altitude (m)
98°E 100°E 102°E 104°E 106°E 108°E



外側の領域
格子間隔25km
格子数200 × 180

内側の領域
格子間隔5km
格子数192 × 142

事例1 (雲の日変化が明瞭)

トラフの通過 軸通過

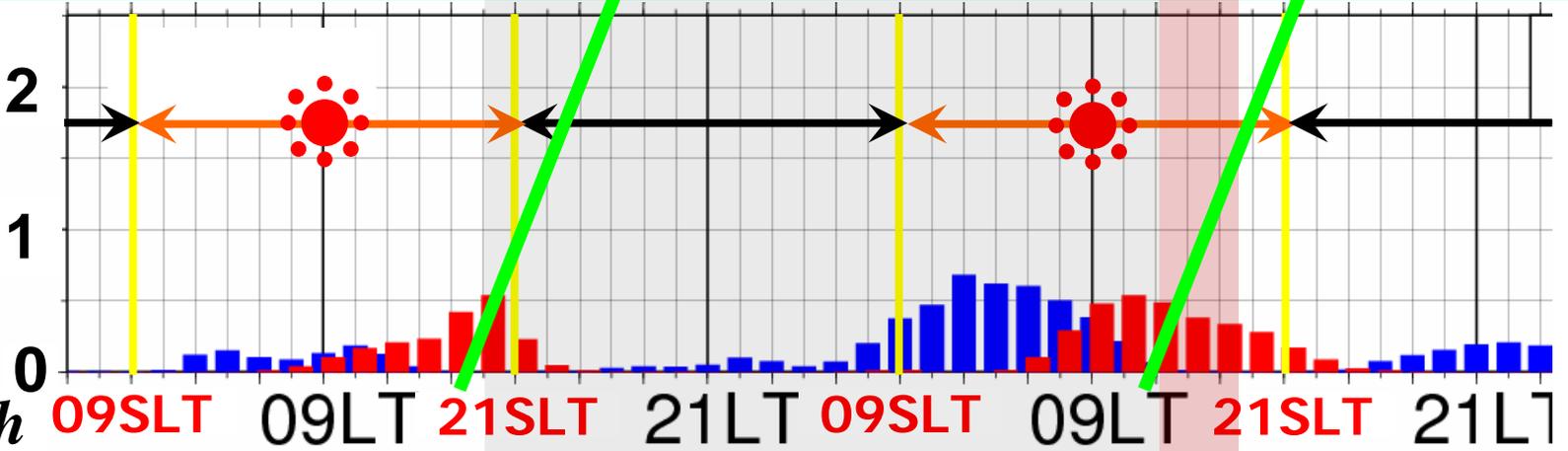
D6HR
太陽時を
6時間
遅らせた
実験



CTRL
実際の
太陽時を
用いた
実験



A6HR
太陽時を
6時間
進めた
実験



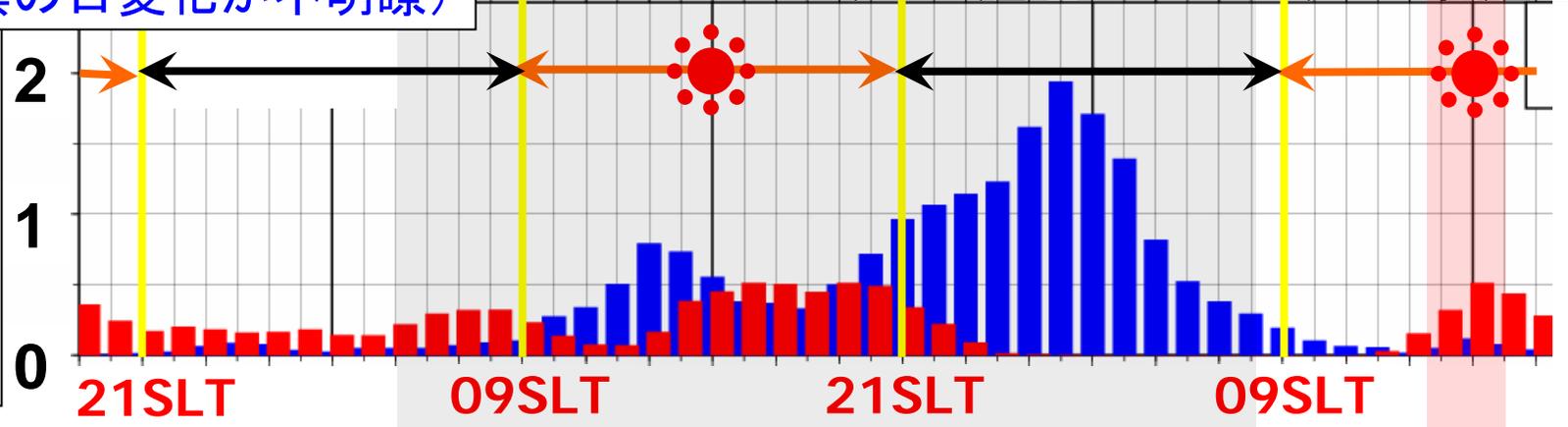
mm/h

事例2 (雲の日変化が不明瞭)

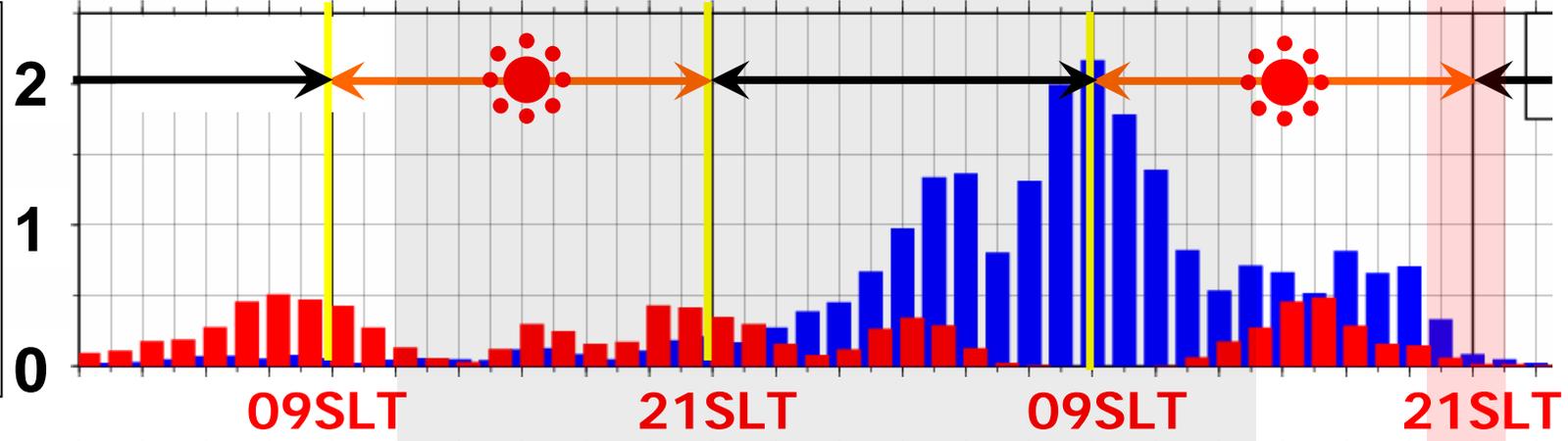
トラフの通過

トラフの軸通過

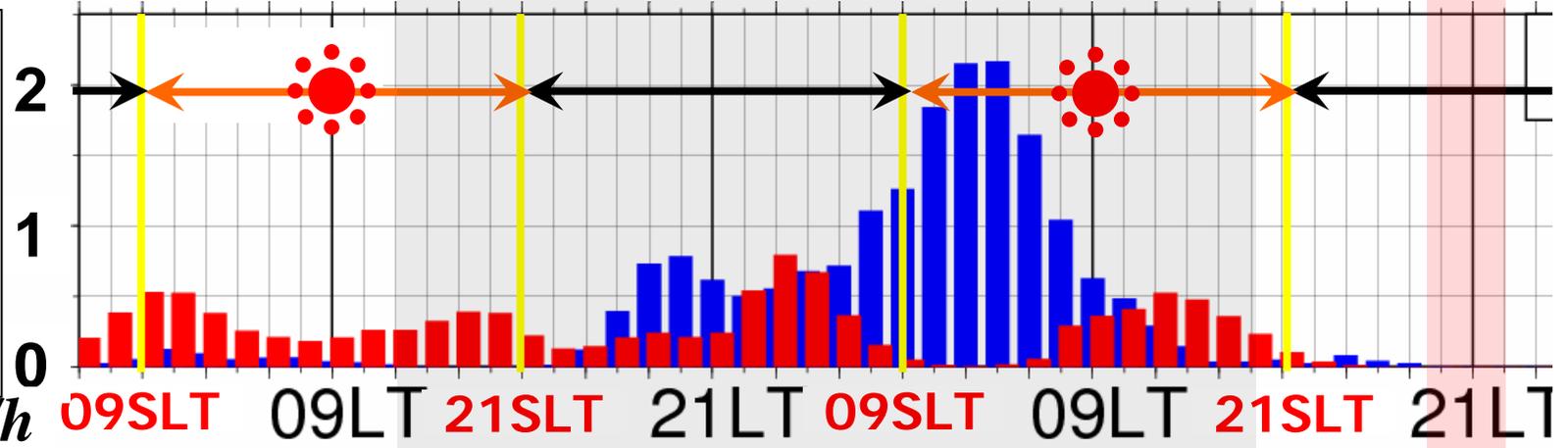
D6HR
太陽時を
6時間
遅らせた
実験



CTRL
実際の
太陽時を
用いた
実験



A6HR
太陽時を
6時間
進めた
実験



mm/h

まとめ

- ◆ モンゴルの雲の日変化が顕著な日には、
山岳部は、昼間に降水量が多く、夜間は少ない。
低地では夜間でも降水量が多い。
- ◆ 降水の日変化は、トラフの降水に日周期が変調する。
- ◆ 日周期の変調を受けるトラフと、受けないトラフが存在する
- ◆ 日周期の変調は、水蒸気移流のさい浅いトラフで起こる。
- ◆ 降水のタイミングは、トラフの位置でなく、日射によって決まる。

ありがとうございました.

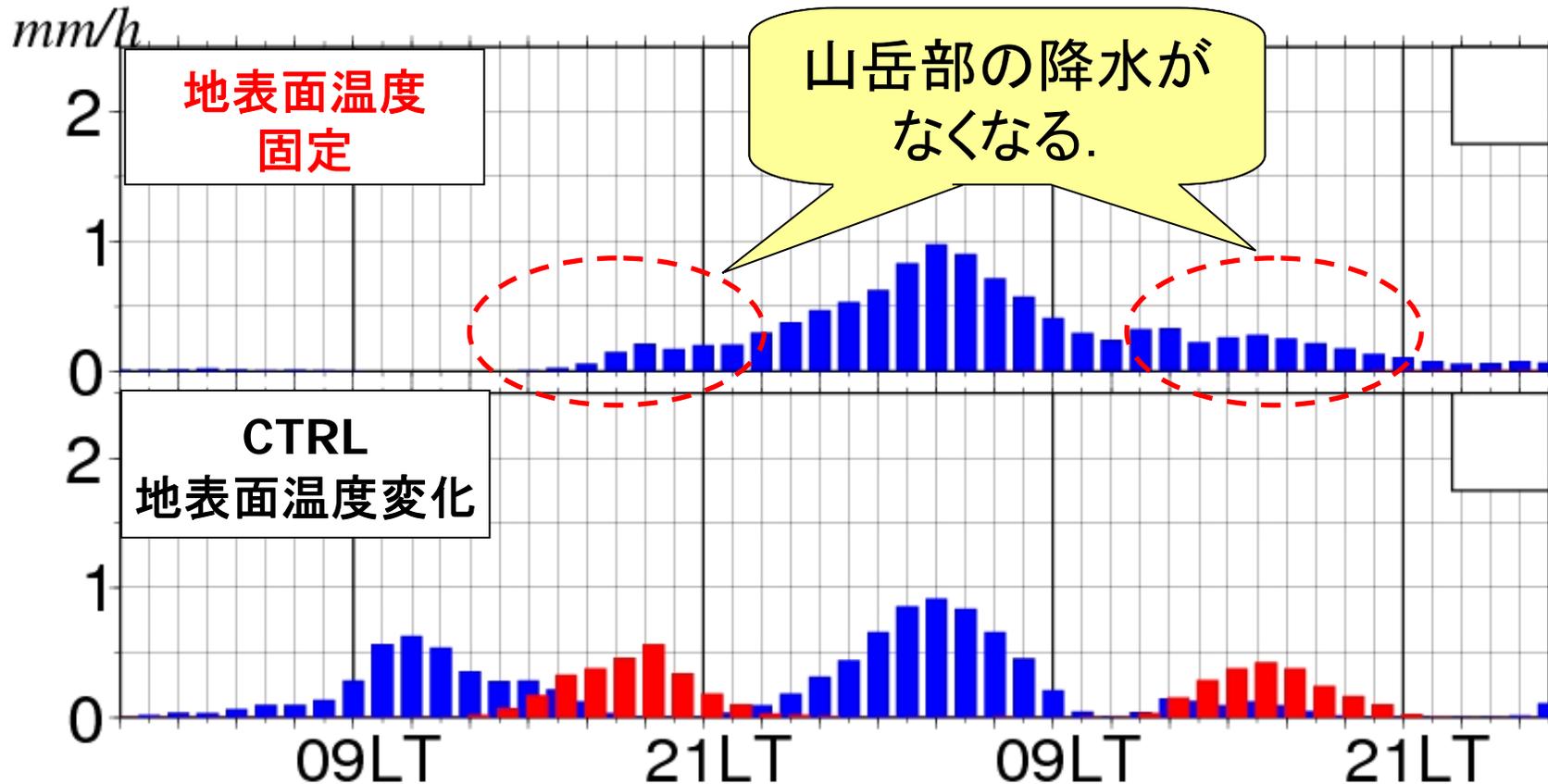
Conclusion (2)

- ◆ 日周期の変調は、水蒸気移流や暖気移流が小さい浅いトラフの降水に加わる。この時、降水が起こるタイミングは、トラフの位置よりも、日射の周期によって決まる。
- 総観規模のトラフは1000kmの水平規模で降水を発生させるが、日周期がトラフに変調することで、数100km規模の降水の地域分布を決める。
- 総観場のトラフと、それに変調する日変化の両方を考慮するが、モンゴルにおける流域規模の水循環において重要となる。

地表面温度を固定した実験

～日射の山岳加熱効果を調べる～

- 雲が日変化した事例(2000.7.31)



温度の日変化がないと、降水の地域分布が変わる。
→ 日変化が降水地域分布を変える。

日射の効果調べる数値実験

D6HR

CTRL

A6HR

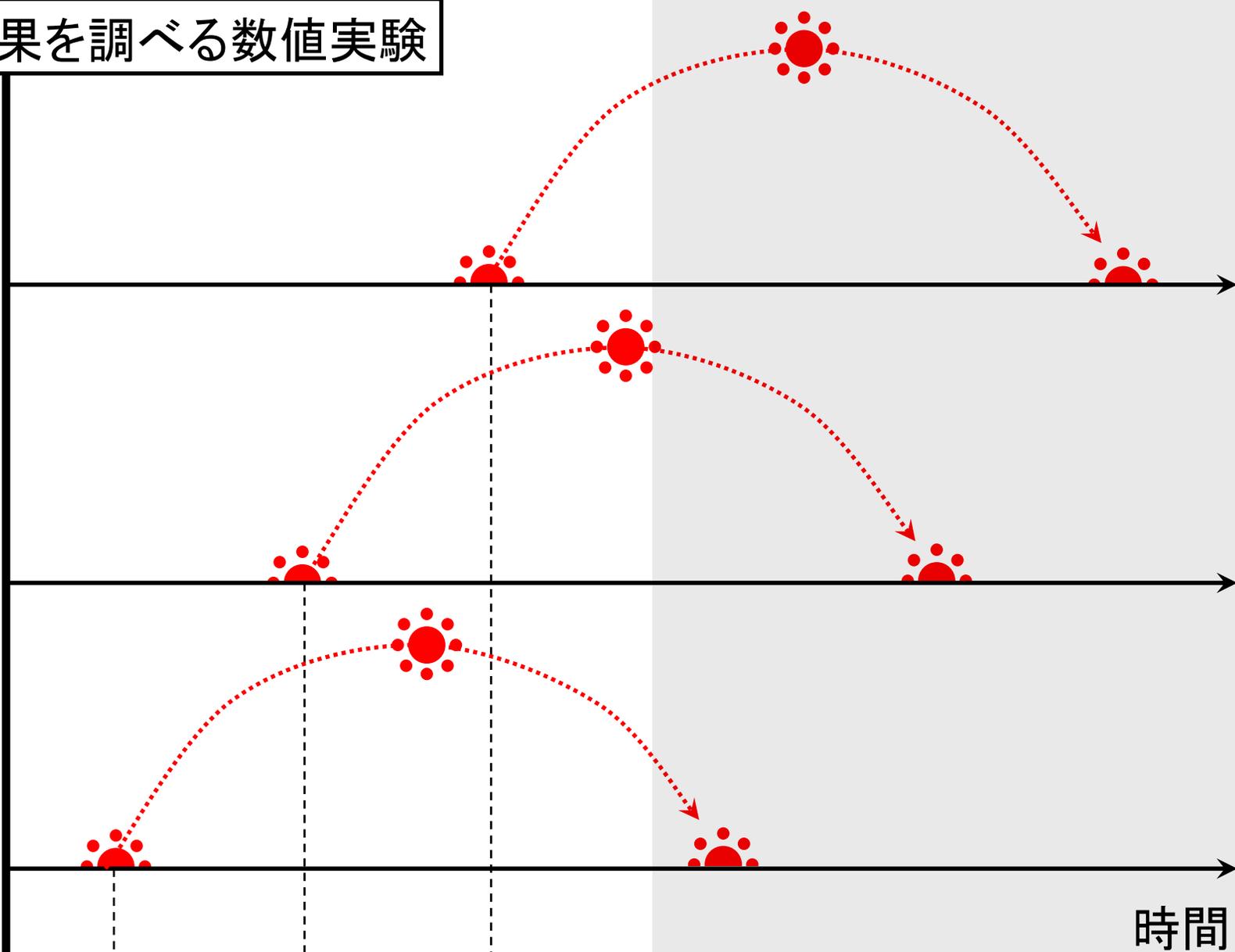
同じ
初期値

6時間

6時間

同じ時間に
トラフが通過

時間



中高緯度のモンゴルでは、

◎ 夏季でも偏西風帯

⇒ 降水の地域分布は、総観規模擾乱による影響が大きい。
(Chen et al., 1991; Yatagai and Yasunari, 1995, 1998)

一方で、

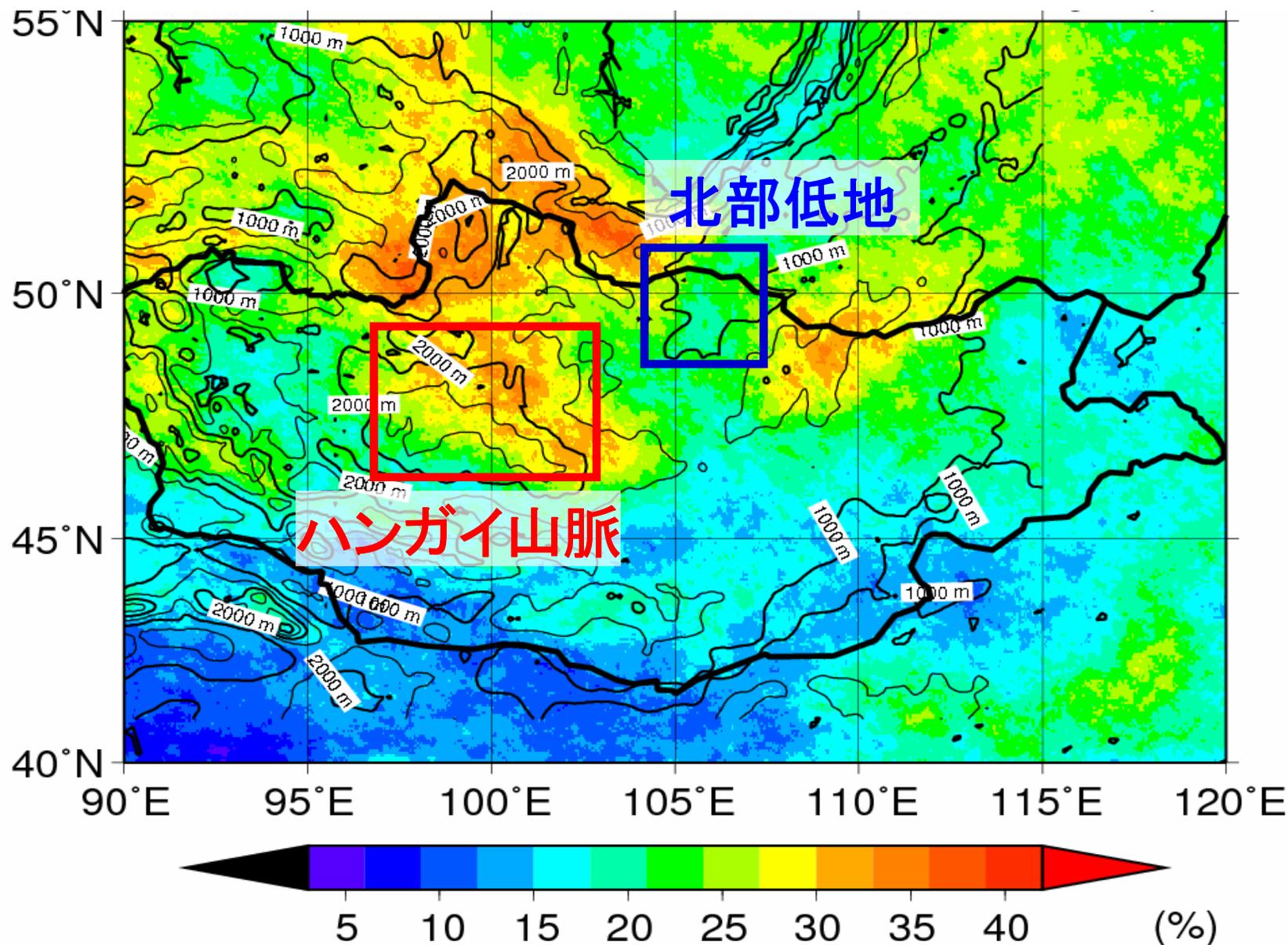
夏季の衛星画像を見ると、モンゴルでは明瞭な日変化が見られる。

⇒ 雲の日変化から推測される降水の日変化が、流域規模の降水の地域分布を決めている可能性が考えられる。

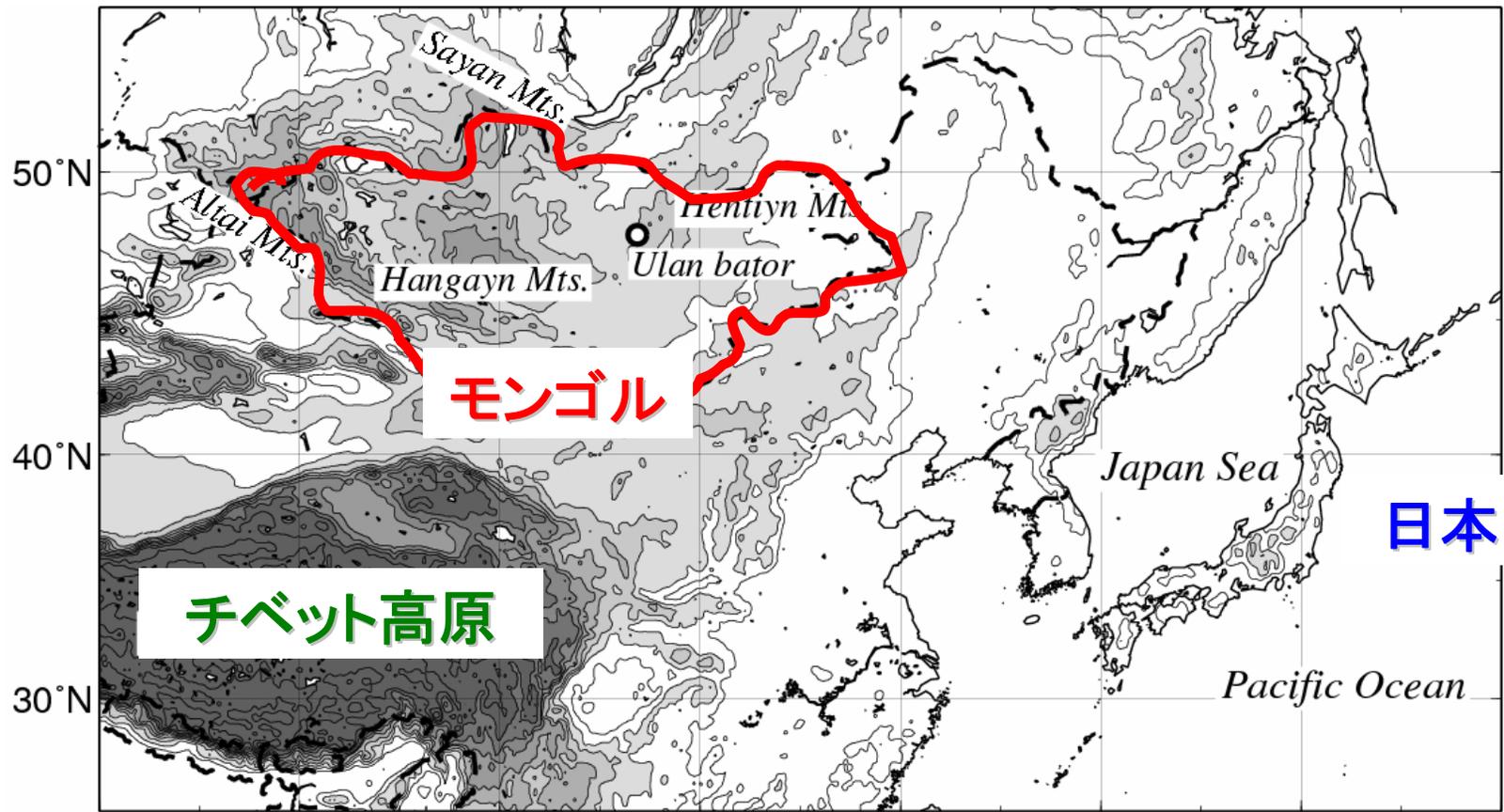
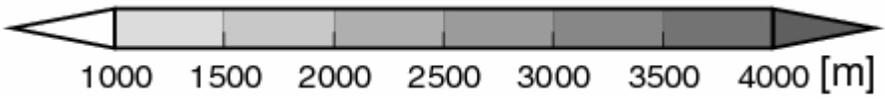
★ モンゴルにおいて、降水の日変化の研究は少ない。

[モンゴルの降水観測は日2回]

◎ 領域別に見た雲 (Tbb<250K) の出現頻度の時間変化



◎ モンゴルの位置・気候

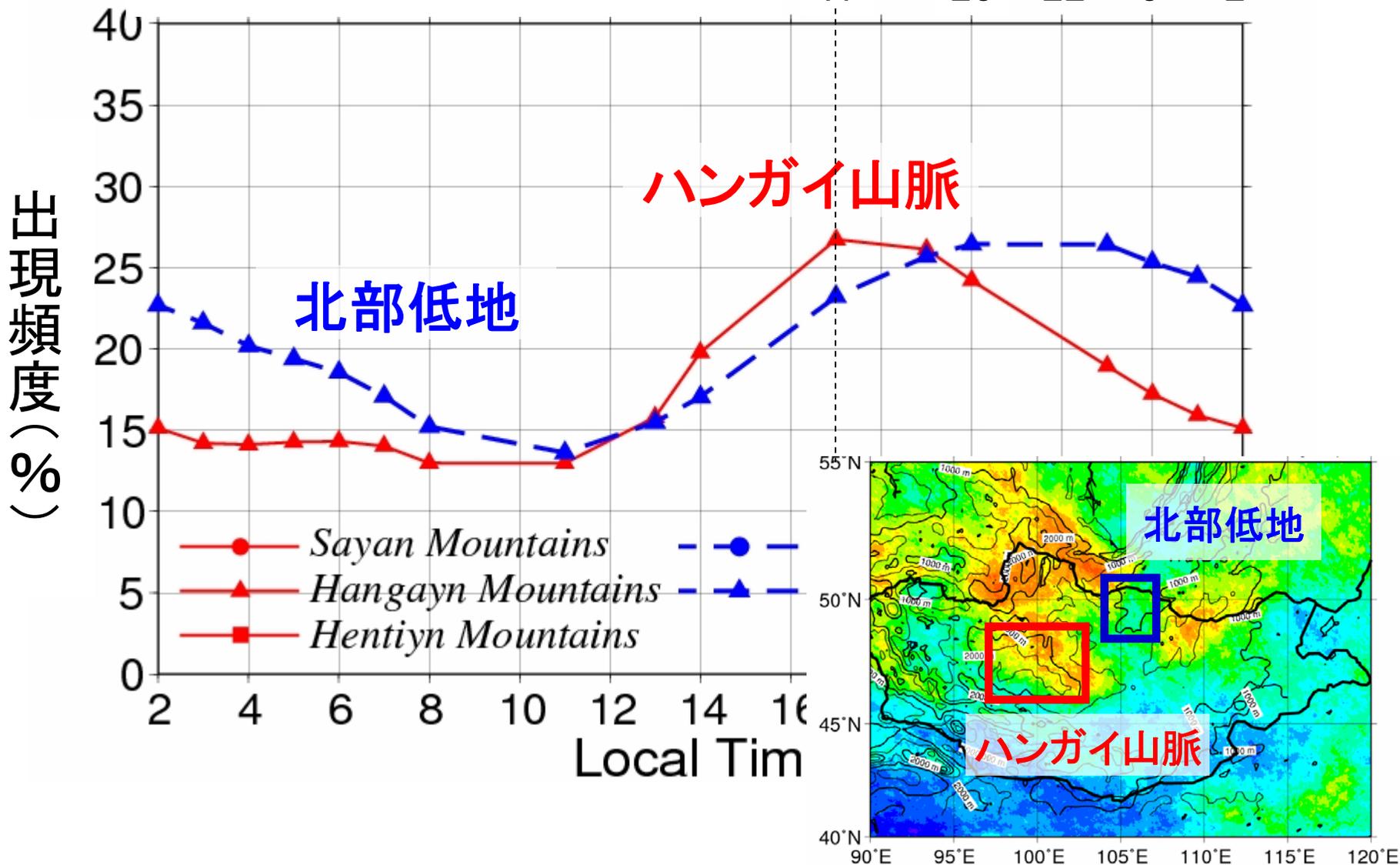


- ・ 年降水量 : 南部で100mm以下, 北部で200~300mm.
- ・ アジアの中でも降水量が少ない.
- ・ 夏季降水量(6月~8月) : 年降水量の約70%

(Yatagai and Yasunari, 1995)

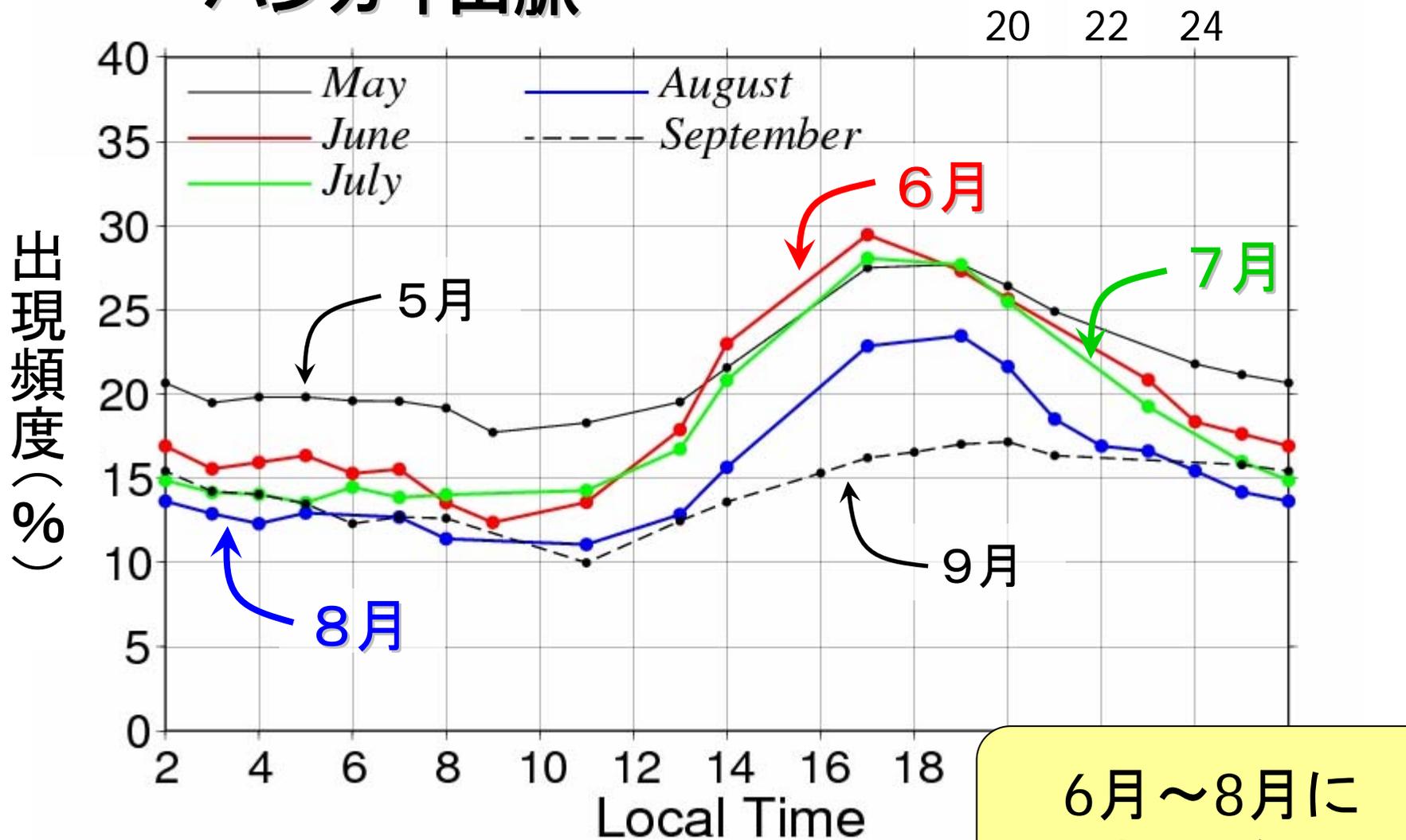
◎ 領域別に見た雲 (Tbb<250K) の出現頻度の時間変化

— 1997-2002 JJA — 17 20 22 0 2



◎ 月別に見た雲 (Tbb<250K) の出現頻度の時間変化 (1997-2002)

— ハンガイ山脈 —



6月～8月に
日変化が顕著

日射の効果調べる数値実験

＜太陽の運行(太陽時)をずらした感度実験＞

CTRL : 実際の太陽時を用いた実験.

D6HR : CTRLより太陽時を6時間遅らせた実験.

A6HR : CTRLより太陽時を6時間進めた実験.

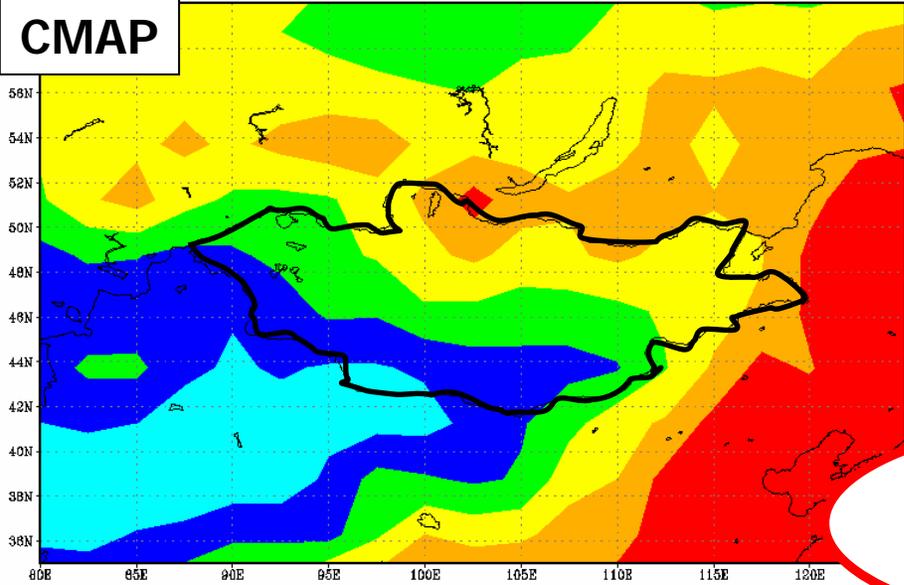
※初期値は同じ値を用いる. 

3つの実験でトラフの通過時間はほぼ同じ.
太陽時のみが異なる.

- トラフが通過したときに雨が降るのか？
- 昼間雨が降るのか？

6. Discussion

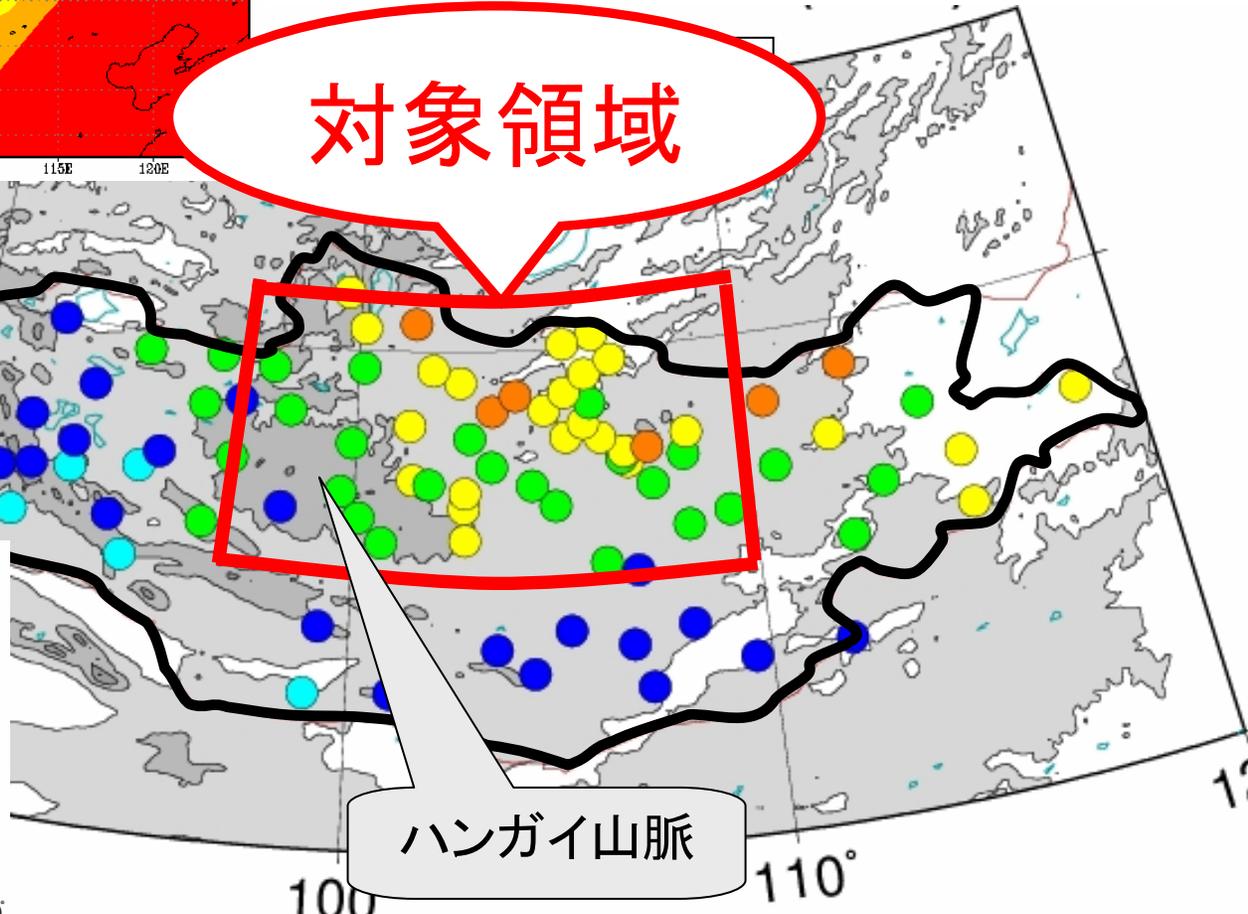
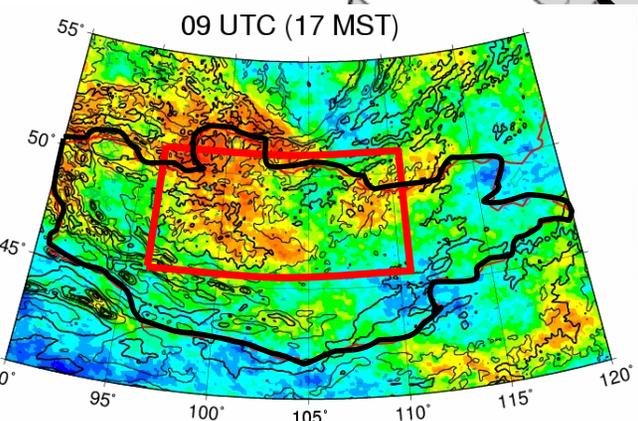
- ・ 熱帯や夏季日本では、局地循環により対流が発達することで、降水の日変化が発生する.
- ・ 熱帯の降水の地域分布は、日変化する降水で決まる.
- ・ モンゴルにおける日中の対流は、局地循環だけでは発達しない. (山岳の水平規模が大きい, 水蒸気量が少ない)
- ・ モンゴルが位置する中緯度から高緯度にかけては、夏季でも総観規模のトラフが通過する. 半乾燥域で山岳の多いモンゴルでは、日射が強く影響することで、トラフの降水に日周期の変調が加わる.



夏季(JJA)3ヶ月積算降水量 (1994-2003年の平均)

対象領域

アルタイ山脈



ハンガイ山脈

降水量

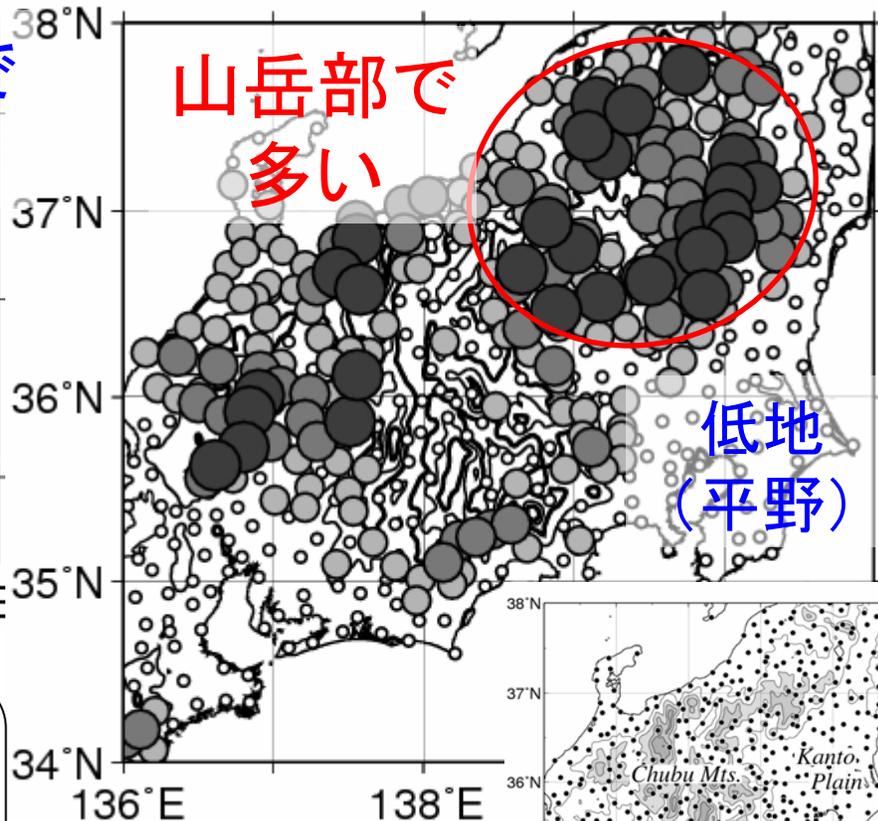
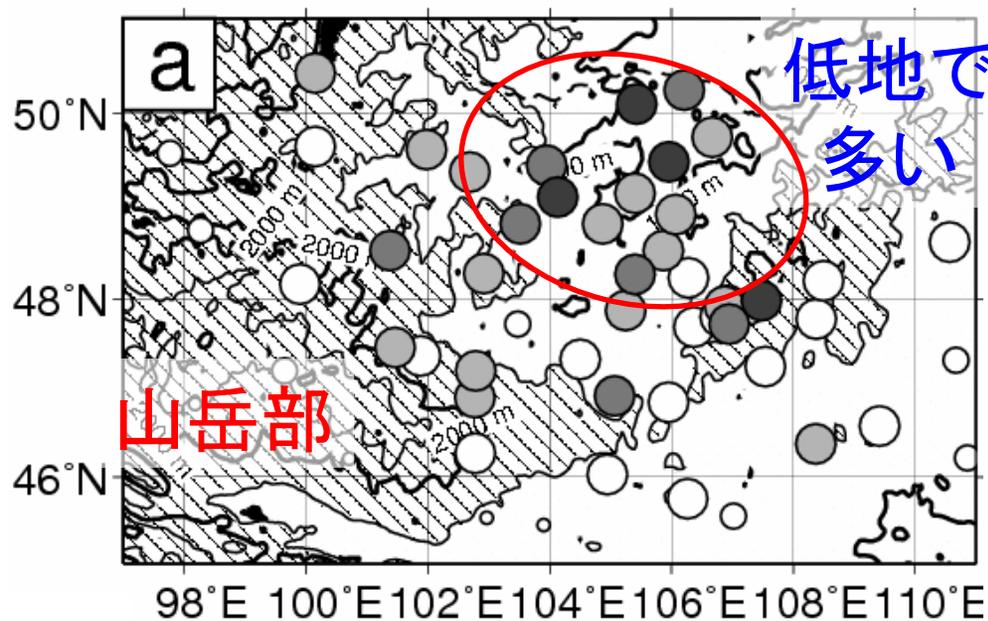


◎ 日降水量の地域分布 (雲の日変化が顕著な事例)

(モンゴル:154, 日本:93)

モンゴル

中部日本



日本では、
雲が日変化するときの降水は、
山岳斜面で多い。