

# 黄河領域の降水量と水収支の経年変動

谷田貝亜紀代（総合地球環境学研究所）

## 1. はじめに

2003年10月28日に愛知県蒲郡市で行われたRR黄河プロジェクトの会合では、本年1月に開催された黄河プロジェクトの国際WSで発表した内容(Yatagai, 2003a)と基本的に同じ内容を、今回は日本語で発表した。内容は、報告者の大学院時代の仕事(Yatagai and Yasunari(1994,1995 and 1998))に最近のECMWF長期再解析データを利用した、より詳細な広域水循環の経年変動に関する話(Yatagai, 2003b)を加えたものである。よって詳しくは、6.に示す文献を参照いただきたい。

## 2. 黄河地域の気候

中国の気候について地理的によくまとめられ、かつ引用される英語の文献に、Domroes and Peng (1988)がある。この本によれば、黄河流域の気候地域は、高原部と黄土高原と平原部にわけられる。そこで今回の報告および現在行っている水収支の評価は、図1に示すように、3つの地域に分けて行っている。

黄河中・下流域は、チベット高原の東北に位置し、偏西風循環と、モンスーン循環の両方の影響を受ける地域である。特に夏季には南からのモンスーン気流が平均場で40Nあたりまで北上するだけでなく、太平洋高気圧の張り出しをはじめ、循環場によってはそれ以北まで水蒸気は輸送される(図2を参照)。また、北西、南、チベット高原を越えてくる風の影響を受けるというだけでなく、降水変動の支配要因には、主として北の偏西風の循環(蛇行・トラフの位置など)と、エルニーニョ現象と何らかの関連があるとされる(インド)モンスーンおよび太平洋高気圧の位置という、支配要因があることが報告されている。

## 3. 黄河地域の降水量の経年変動

黄河中流域の黄土高原降水量は、インドモンスーン降水量と有意な正の相関をもつほか、エルニーニョの年には降水が少ないことが報告されている。また、黄河下流域を含む中国華北・東北の一部では、統計的に有意な気温の上昇傾向と降水量の減少傾向がみられ、砂漠化を加速させているか、あるいは土壌の変化という意味での砂漠化との相互作用が考えられ、今後詳しい調査が必要とされる(Yatagai and Yasunari, 1995)

このように、降水量の経年変動の支配要因という意味でも、(チベット南の南アジアは世界有数の多雨域となっており、その地域と降水変動の関連が見られるため、)黄河領域をチベット高原の影響を受けた中緯度の乾燥地域としてとらえ、モンスーンシステムとの対比のほか、中緯度の乾燥地域として東西の違いを比較しつつ評価することも重要であると考えられる。(Yatagai, 2003b)

## 4. 黄河地域の水蒸気輸送

黄河地域の水蒸気輸送は、これまで夏季(雨季)についての研究例はあるが、他の季節の報告や通年の大気水収支場という点での報告は少なかった。そこで、図2には、黄河流域を含む、中緯度

の乾燥地域の1,4,7,10月の水蒸気輸送場を示した。これらをもとに、大気側の水収支を計算した例を図3に示す。乾燥地域では、領域のとり方で、水収支の評価が大変異なることが古くから指摘されている。図3では、気象学でよく用いる1000km四方程度のBOXによる結果を示したが、Yatagai (2003b)では、これらBOXの大きさによる見積もりの違いと誤差について、報告した。

他の3地域と比較すると、黄河中流域(図3c)は、各月ごとの雨量と蒸発散量がほぼ等しく、降ったら降っただけ蒸発する地域であると見ることができる。(中央アジアでは、雨季は春季であるが、蒸発は夏に多い。これは湖水や土壌水分などによって貯留されている量があることを示している。(詳しくはYatagai(2003b))

## 5. 黄河地域の広域水循環と気候変動

図4に、Xie Pingping氏作成の、本プロジェクトのための降水テストプロダクト(詳しくは、謝・谷田貝,2003,当報告書内)により、作成された降水データを図1の領域で平均したものを示す。古くから、黄河流域(中国華北・黄土高原)では、7月の降水量が最大で、季節的には夏季(6-8月)の降水量が大部分を占めることが指摘されてきた。確かに、夏季(図中緑の線)降水量は年降水量(図中黒線)の50%以上を占め、経年変動傾向は類似している。一方で、気象学的には、要因を限定しやすい7月の降水量変動と循環場との対応をみるといった解析が多々行われてきた(Yatagai, 2003a)。(たとえば梅雨時では、様相や支配要因はさらに複雑になるほか、降水量だけでなく、たとえばモンスーンオンセットの時期や梅雨前線の北上といった問題まで考慮する必要がある)。しかしながら、「黄河」の水収支といった問題と気候変動を評価する場合には、通年でのbudgetや支配要因を評価していく必要がある。そこで現在は、ERA40データや、最近の高解像度の客観解析データと、本プロジェクトによる降水データを用いて、経年変動の評価と解析を行っている。

## 6. 文献

- Yatagai (2003a) An assessment of the impact of climate changes on the hydrological budget over the Yellow River Domain. *Proceedings for the First International workshop of the Yellow River project (Jan.2003, Kyoto)*, 16-17.
- Yatagai (2003b) Hydrological Balance and its Variability over the Arid/Semi-Arid Regions in the Eurasian Continent Seen from ECMWF 15-year Reanalysis Data, *Hydrological Processes*, **17**, 2871-2884.
- Yatagai and Yasunari (1994) Trends and decadal-scale fluctuations of surface air temperature and precipitation over China and Mongolia during the recent 40 year period (1951-1990). *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 937-957.
- Yatagai and Yasunari (1995) Interannual Variation of Summer Precipitation in the Arid/Semi-Arid Regions in China and Mongolia: Their Regionality and Relation to the Asian Summer Monsoon. *J. Meteor. Soc. Japan*, **73**, 909-923.
- Yatagai and Yasunari (1998) Variation of Summer Water Vapor Transport over and around the Arid Region in the Interior of the Eurasian Continent. *J. Meteor. Soc. Japan*, **76**, 799-815

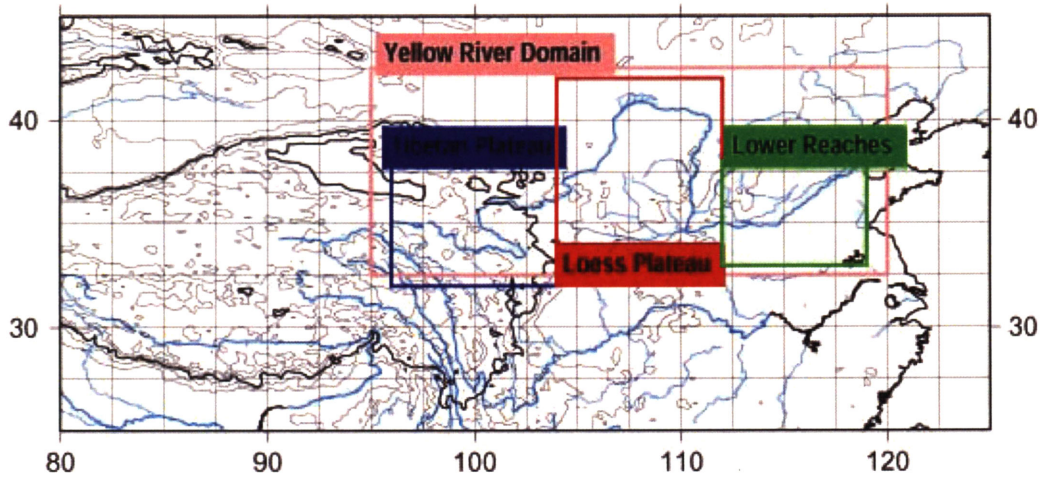
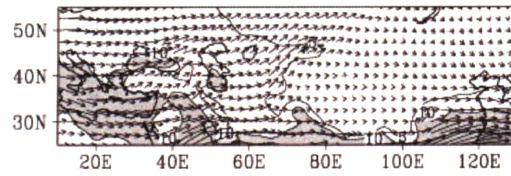
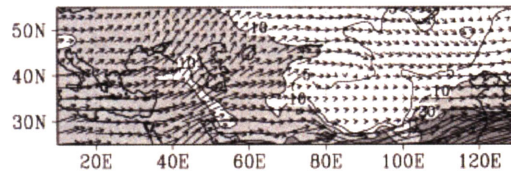


図1 黄河流域の地形とおおまかな領域区分。太実線は3000m、細実線は1000mごとの等高線。

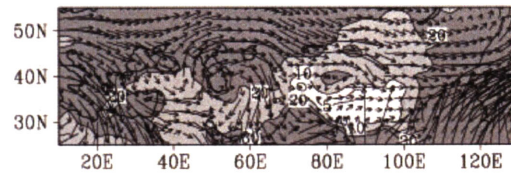
(a) ERA15 Mean January Precipitable Water and Water Vapor Flux



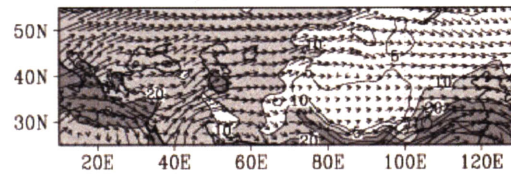
(b) April<sup>200</sup>



(c) July<sup>200</sup>



(d) October<sup>90</sup>



200

図2 ECMWF15年再解析(1979-1993)による平均的な水蒸気輸送(矢印)と可降水量(等値線と陰影)。(a)1月(b)4月(c)7月(d)10月。

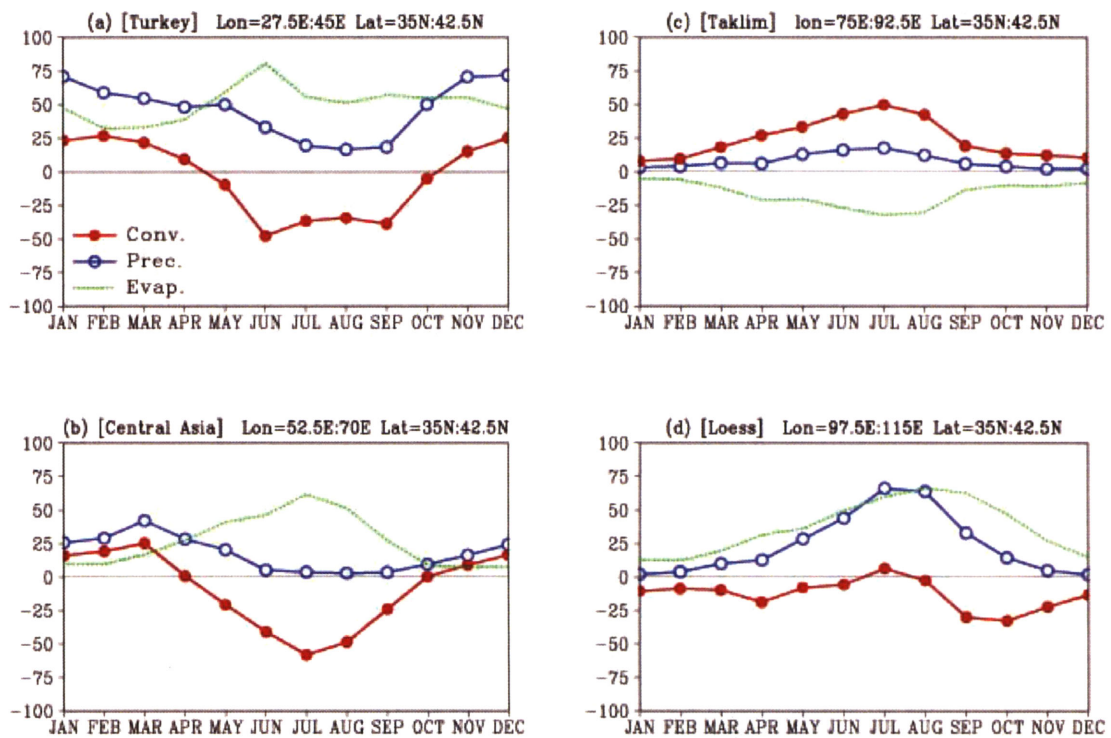


図 3. (a)トルコ,(b)中央アジア,(c)タクラマカン,(d)黄土高原における水収支の比較。領域は、各パネル上部に示す。赤：水蒸気収束、青：CMAP による降水量、緑：残差として計算した蒸発散量。

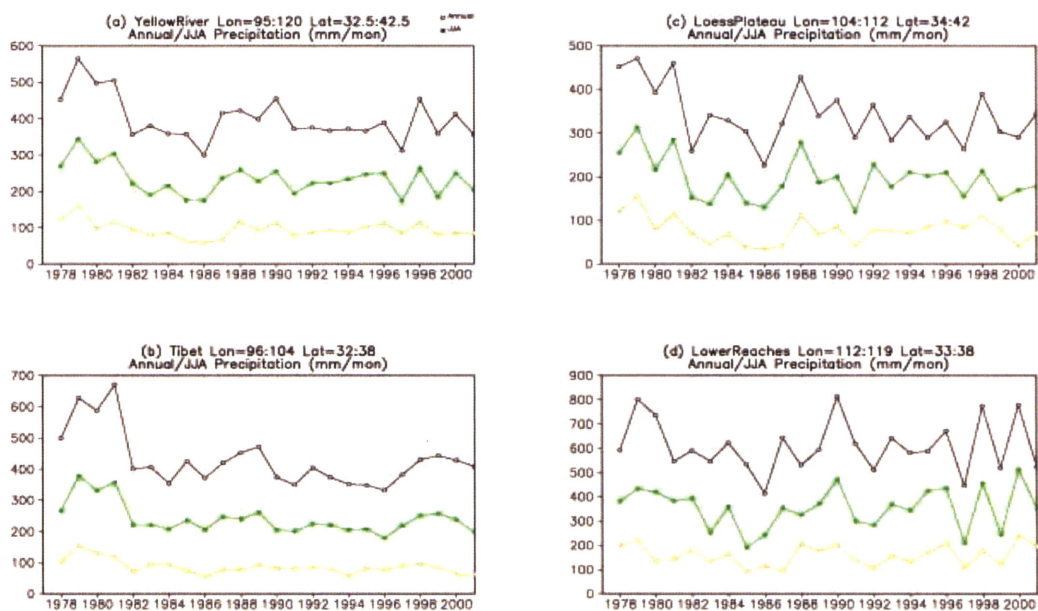


図 4. 図 1 に示す領域で平均した降水量 (Xie, 2002) の経年変化。(a)黄河領域,(b)チベット高原,(c)黄土高原,(d)下流域。黒：年降水量、緑：6-8 月降水量、黄：7 月降水量。