

中国における日射量の長期変動と地表面水収支の関係について

早坂忠裕¹、河本和明¹、徐 健青²、石 広玉³

1 総合地球環境学研究所、2 地球フロンティア、3 中国科学院大気物理研究所

本研究では、中国における日射量データの精度に関する解析と、そのデータを用いた長期変動について研究を行ってきた。日射量のデータは、その精度が問題になるが、GEBA(Global Energy Balance Archive)の方法によるチェックや衛星雲データからの計算値との比較の結果、一部のデータを除いて中国の気象官署で得られた日射量データは信頼できると思われる。その結果を受けて、現在、日射量の変動と地表面蒸発量との関係を調べている。以下に現在までに得られた結果を記す。

最近、グローバルスケールでの地表面日射量の長期変動が注目を集めているが、これは、1950年代末から1990年初め頃までは10年間で数 W/m^2 の割合で日射量の減少が見られ、その後増加に転じたという現象である。しかしながら、このような日射量の減少に対応する気温変化はなく、少なくとも1980~1990年の10年間には地表気温は上昇している。その矛盾の説明としては、大気中の水蒸気の増加によって地表面から蒸発する水分量が減少した可能性が指摘されている (Wild et al., 2004)。実際の地表面からの蒸発量を正確に推定することは難しいが、気象官署等での PAN 蒸発量はやはり同じ時期に減少しているという報告もある (Roderick and Farquhar, 2002; Ohmura and Wild, 2002)。もちろん、PAN 蒸発量と実際の地表面からの蒸発量は異なるものであるが、地表面や他の気象要素の状況が変わらなければ一般には日射量の増減は日射量と相関があるものと考えられる。

中国のほぼ全域をカバーする65箇所の日射計データを解析したところ、中国でも1990年頃までは日射量が減少している所が多く、その後は一部の領域では増加に転じ、一部では依然として減少していることがわかった。中国全体で平均すれば図1に示すように減少の後、1990年頃からは増加傾向が見られる。しかも、その変動は1960年過ぎから1990年頃までの約30年間に $15 W/m^2$ の減少という大きな値になっている。なお、図中の破線は65箇所の観測データのばらつきを標準偏差で表したものである。

これらの中から、黄河領域の15箇所についてプロットしたものが図2である。図中の赤い四角で示したものが15箇所の平均であるが、この領域でも概ね中国全体と同じような変動があったことが分かる。西安 (Xian) では、

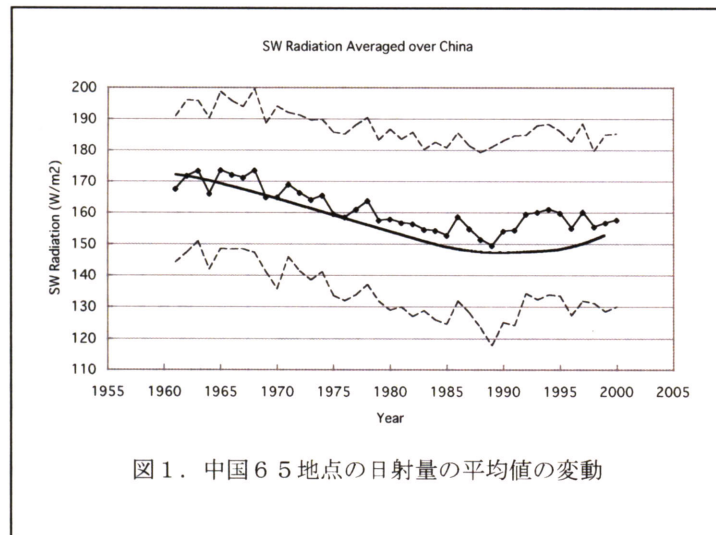


図1. 中国65地点の日射量の平均値の変動

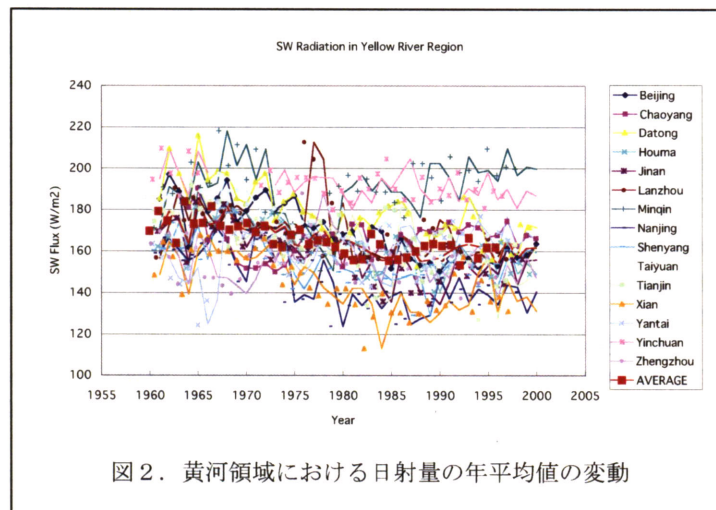


図2. 黄河領域における日射量の年平均値の変動

1960年頃から1990年頃にかけて約20 W/m²も日射量が減少している。

日射量の変動の原因については、雲量、雲の光学的厚さ、水蒸気量、エアロゾルの光学的厚さなどが考えられ、放射計算による定量的な解析を行なった結果、雲の光学的厚さとエアロゾルの光学的厚さの変動が鍵を握っていると考えられる。雲量、雲の光学的厚さ、水蒸気量、エアロゾルの光学的厚さの平均値に対して、日射量の各パラメーターに対する感度を調べ、実際の変動幅からその影響がどの程度あるのかということ調べた。その結果、たとえば夏季の北京の場合には、エアロゾルの変動による影響は最大10 W/m²、雲の光学的厚さの変動による影響は最大20 W/m²程度になると見積られた。これらに対して、水蒸気による変化は1 W/m²程度であることが示された。

一方、日射量に比べると観測点の数は少ないが、中国の気象官署30点におけるPAN蒸発量およびポテンシャル蒸発量の平均値を図3に示す。近似曲線をあてはめると日射量平均値の値と同様に、減少傾向の後、増加に転じたように見える。しかしながら、これらの観測点の地理分布を見ると、図4に示すようにPAN蒸発量の長期変化の傾向は1970年から2000年の間に沿岸部では減少しているが、内陸部では増加している所も多い (Xu et al., 2005)。ちなみに、変化傾向は30年間の線形トレンドを見たものであり、大きな黒丸が統計的に信頼できる観測点である。この傾向はグローバルな傾向とは異なるものであり、その理由はよく分からないが、極めて興味深い結果である。

このように、人為起源エアロゾルが日射量に影響を及ぼし、その結果、地表面蒸発量などに影響するわけであるが、今後は長波放射量や水蒸気の変動などと併せて解析を行い、日射量の長期変動の要因解析とともに気候へ及ぼす影響も含めて研究をまとめたい。

参考文献

- Ohmura, A. and M. Wild, 2002: Is the hydrological cycle accelerating?, *Science*, 298, 1345-1346.
- Roderick, M. L. and G. D. Farquhar, 2002: The cause of decreased pan evaporation over the past 50 years, *Science*, 298, 1410-1411.
- Wild, M., A. Ohmura, H. Gilgen, and D. Rosenfeld, 2004: On the consistency of trends in radiation and temperature records and implications for the global hydrological cycle, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L11201, doi:10.1029/2003GL019188.
- Xu, J., S. Haginoya, K. Saito, and K. Motoya, 2005: Surface heat balance and pan evaporation trends in Eastern Asia in the period 1971-2000, *Hydrological Process*, 19, 2161-2186.

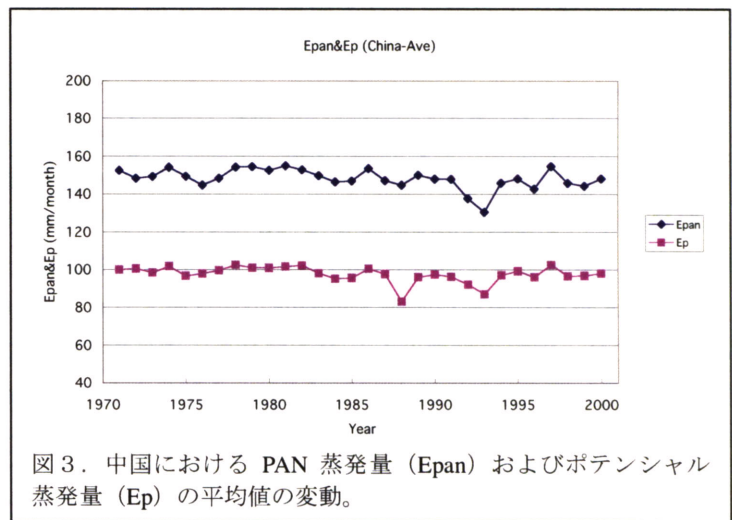


図3. 中国におけるPAN蒸発量 (Epan) およびポテンシャル蒸発量 (Ep) の平均値の変動。

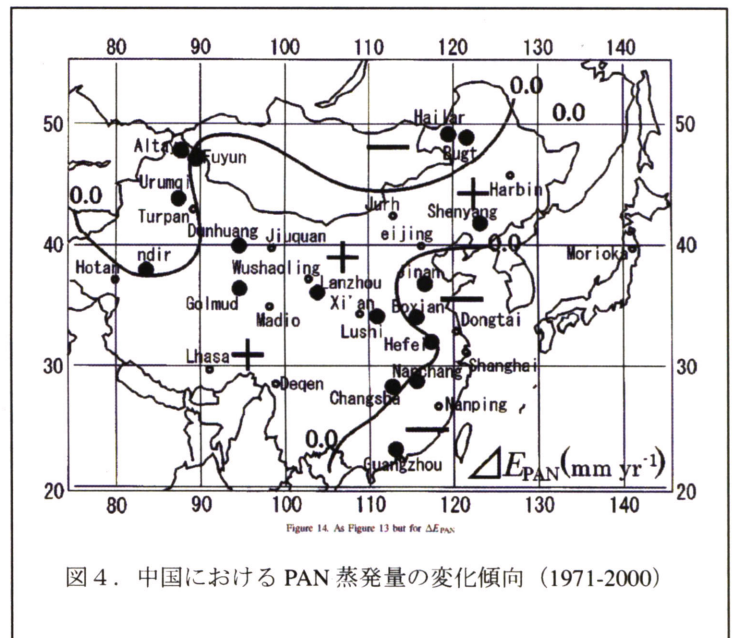


図4. 中国におけるPAN蒸発量の変化傾向 (1971-2000)