

CS 73

地球規模でみた世界主要河川の流域水収支

東京大学生産技術研究所 正員 ○ 沖 大幹
東京大学生産技術研究所 正員 虫明 功臣

1. はじめに

気候変動が流域水循環に及ぼす影響を考慮するためには地球規模の水循環過程におけるその流域の水収支の特徴・位置づけを知ることが基本的に重要である。しかしながら、流域平均の年降水量と年流出量とについてさえ世界の主要河川について系統的に調査した例は少なく、現在でも宮本武之輔の『治水工学』に示された値が引用されていたりする。世界中の多数の雨量観測点や流量観測点のデータを収集して処理することは従来多大な労力を必要としたが、現在では各種の情報が比較的容易に入手・解析できる。これは計算機能力の増大や自記記録測器の開発普及のみならず、全世界的な経済発展によって多くの国で継続的な観測が維持されるようになってきたこと、さらには近年の‘地球環境問題’に象徴されるように国際協力の重要性が認識されることによってデータが広く公開されるようになりつつあるからである。本研究では現在入手可能な河川流域水収支に関するデータを用いて年間水収支、特に降水量に対する蒸発量の割合をグローバルな水循環の視点から明らかにする。

2. 世界の河川水収支データ

まず、NGDC(National Geophysical Data Center)が作成・編集した全球5分メッシュデジタル標高データ(ETOPO5)を平均して全球2.5°(約300 km)メッシュの地表面地形データを作成し、さらにもとのETOPO5のコンターマップや世界地図を参照しながら2.5°の各メッシュを河川流域に分類した。ここでは流域面積が100,000 m²以上の70河川を識別している。これらの河川で全陸地面積の約55%を占めている。

降水量についてはやはりデジタルデータで配布されている0.5°メッシュの月降水量(Legates and Willmott, 1990)を平均して使用した。この降水量分布は主に1920年～1980年の地上観測データを収集し、quality checkによって全球24,635地点を選んで経度緯度0.5°メッシュに内挿したものである。海洋上については航海日誌の天気概況と降水量との相関関係から算出している。風の影響や雨量計の濡れ、そして雨量計での蒸発などによる降水量観測の過小評価や雪の移動による増減などの効果を補正しているため得られた全球的な降水量は従来の推定値よりも大きめであり、全球平均で1,123 mm year⁻¹、陸上平均で820 mm year⁻¹、海洋上の平均で1,251 mm year⁻¹となっている(Legates, 1989)。

河川流量についてはGRDC(Global Runoff Data Centre)のデジタルデータを利用した(松山, 沖, 1992)。各河川でもっとも流域面積の大きい観測地点での値をその河川の代表値とし、水収支の算定にあたってはこの代表観測地点での流出高が2.5°メッシュで表現された流域内全体にあてはまるものとした。資料期間は河川によって大きく異なり、短いものでは3年間分しかなかったり、あっても欠測ばかりだったりするが、地点によっては100年間以上の月流量がある。

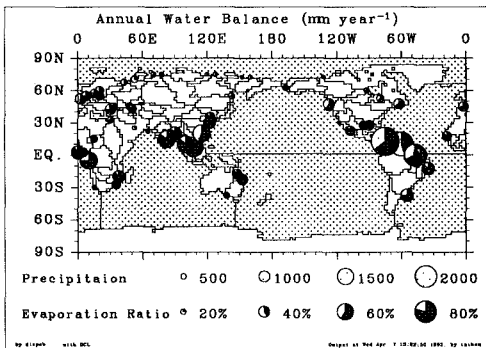


図1: 世界の主要河川の年間水収支。円の大きさが降水量、その内の黒く塗りつぶした部分が蒸発量を示す

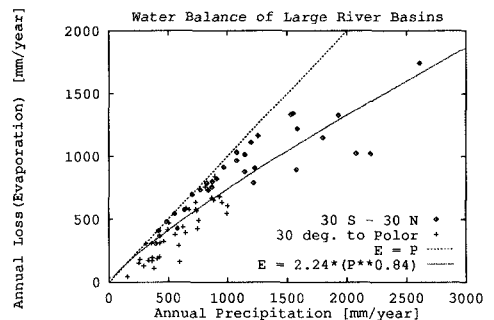


図2: 世界の66の主要河川の水収支をもとに年降水量に対して年蒸発量をプロットしてある。低緯度と中高緯度とは区別されている

3. 世界の河川水収支算定結果

各種デジタルデータを2.5°メッシュに統一して重ね合わせ、データの有効な66の河川流域について年間水収支を算定した結果が図-1である。各河川流域の河口位置に記した円の大きさが降水量を示し、黒い部分が流域水収支から算定

される蒸発量の割合を表している。熱帯付近では降水量の絶対値が大きく、蒸発率は50%前後であるのに対して亜熱帯域では降水量の大半が蒸発となり、ほとんど流出していない。さらに高緯度になると降水量自体が相対的に小さくなり、蒸発率も下がって流出率が30%程度となっていることがわかる。年降水量に対して流域水収支から算定される蒸発量の散布図を示したのが図-2である。プロットは30°S-30°Nの領域にある河川と30°よりも極側にある河川とが識別されていて、中高緯度河川流域では年降水量が1,000 mm以下に分布している。これに対して低緯度河川流域には乾燥地から熱帯雨林までを含むので年降水量の幅も広く、年降水量が約1,000 mm以下の場合には年降水量がほぼ全て蒸発しているが、それ以上になると年降水量が増えても年蒸発量はあまり増加しない傾向を示している。これは水の供給が蒸発量を規定している乾燥した流域と可能蒸発量で表される様な熱エネルギーの供給が蒸発量を規定している湿潤な流域との違いを明瞭に示しているものだと考えられる。

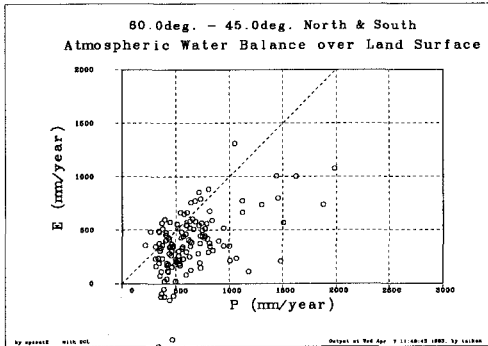


図3: 全球の5°メッシュごとの年降水量と年蒸発量。両半球60°-45°帯での例

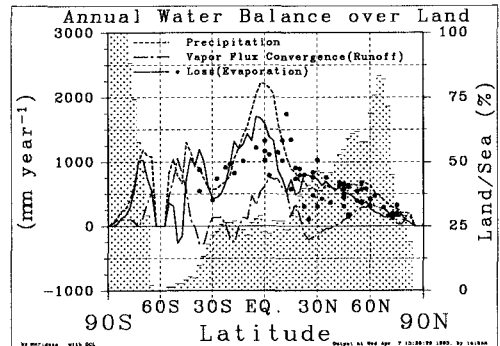


図4: 東西に平均した各緯度帯での平均年水収支。大河川の水収支から算定した年蒸発量もプロットされている

4. 大気大循環と流域水収支

ECMWF(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)で作成された4次元同化客観解析データに全球降水量分布を組み合わせ、大気水収支法(沖ほか, 1992)から年蒸発量分布を求めた。5°四方の領域平均での年降水量対年蒸発量の散布図を図-3に、各緯度帯について東西方向に平均化した陸面の水収支を図-4に示す(影の棒グラフは各緯度帯における陸面の割合を表している)。図-3では図-2と同様に1,000 mm year⁻¹付近で年蒸発量が頭打ちとなっている様子がわかる。図-4には比較のため流域水収支から求めた年蒸発量を河口位置の緯度にプロットしており、ばらつきは大きいものの大気水収支法から求めた年蒸発量とよい一致を示している。また日本(北緯30-40°)近辺の陸面では、東西平均的には年降水量は600 mm程度でそのほとんどが蒸発してしまっていることがわかる。逆に日本の平均年降水量(約1,700 mm)は図-4では熱帯に相当するが、平均的な年蒸発量(約700-800 mm)は北緯30-40°近辺の値である。すなわち年蒸発量は緯度的には陸面の平均的な値であるが降水量が熱帯なみに多いため結果として流出が極めて多くなっている点が日本の河川流域における年水収支の大きな特徴であると言える。

全球的な気候変動が日本の水資源賦存量に及ぼす影響を評価する場合にはこうした特徴を考慮する必要があるだろう。

謝辞: 本研究の一部は平成4年度文部省科学研究費奨励研究(A)[代表: 沖 大幹]によりました。そして、東京都立大学の増田耕一博士、東京大学気候システム研究センターの松山 洋氏には研究の全般について多大なご協力を得ました。また、本研究で用いたデータは文中に述べた機関及び研究者が収集・処理、編集・配布しているものです。ここに記して深く感謝いたします。

References

- Legates, D. R., 1989: A high-resolution climatology of gage-corrected, global precipitation. in *Proc. Inter. Workshop on Precipitation Measurement*, 519-526, St. Moritz, Switzerland, WMO/IAHS/ETH.
- Legates, D. R. and C. Willmott, 1990: Mean seasonal and spatial variability in gauge-corrected global precipitation. *International Journal of Climatology*, **10**, 111-127.
- 松山洋, 沖大幹, 1992: GRDC とそのデータについて. 水文・水資源学会誌, **5**, 65-70.
- 沖大幹, 虫明功臣, 増田耕一, 1992: 大気水収支法による地球規模での年河川流出量の算定. 水工学論文集, **36**, 573-578.