

華北平原における蒸発散の研究について

総合地球環境学研究所 陳建耀

華北平原は一人当たりの水資源(320 m^3) がわずかに全国平均値(2112 m^3 , 人口は 2000 年の統計に基づく)の $1/6$ に過ぎない。さらに経済発展、人口増加に伴い水不足問題が深刻になっているだけではなく、塩分集積、地下水汚染、地盤沈下など水環境問題も顕著である。これらの問題を解決するため黄河からの取水(工業、農業、生活用水のため、“引黄”)がすでに実施され、下流域で取水量が年平均約 100 億 m^3 と推定される(図 1)。その内、大部分が農業灌漑用水として使われている。水収支 $DW \cdot \beta = (AE - P \pm H)$ (DW : 取水量、 β : 灌漑効率、 P : 降雨、 AE : 実際作物蒸発散、 H : 地下水位変化、土壌水分の変化が月単位または年単位で略される)による取水量 DW の推定及び時間(1980 - 2000 年)・空間(河南省と山東省を含む黄河下流域)的な変化の解明が黄河プロジェクト(RR2002)の目的である。それで、華北平原における蒸発散の研究が本プロジェクトに大変役に立つと考えられる。

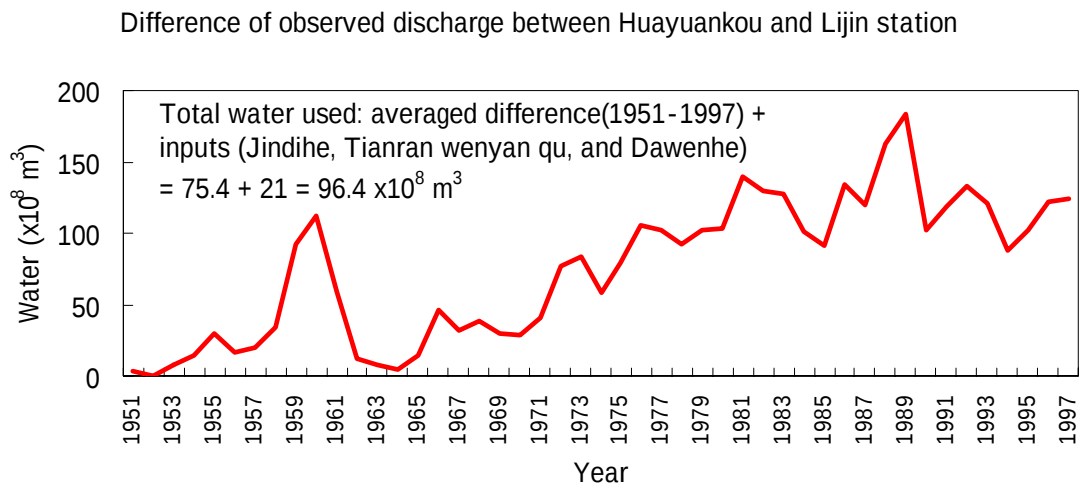


図 1 花園口と利津観測地点の実測流量の差によって推定された黄河下流域の取水量の変化

黄河に関する研究プロジェクトは 1950 年代から中国でいくつか実施され、研究成果が多数報告されている。それに伴う気象・水文などの観測は現在も継続されている。例えば、1979 年に山東省禹城県に建設された中国科学院禹城総合観測所では黄河下流域の水収支・Flux などの観測が現在も行われている。気象観測は基本的に県単位ごとに毎日行われ、観測項目は気温、降雨、湿度、大気圧、水蒸気圧などである。観測のデータは中国地面気象記録月報または月冊に収録される。これに加えて気象あるいは水文観測地点で土壌水分、pan

水面蒸発も測っている。

中国科学院禹城総合観測所では蒸発散に関する測定法が直接・間接 2 種類分けられ、水力蒸発器、Lysimeter、Bowen ratio と渦相関は直接法で、pan 蒸発値 (20cm の pan と E 601 pan 2 種類) に K_o ファクタをかける、あるいは気象データから経験・理論式による蒸発散の推定は間接法である。Lysimeter の測定値が基本的に基準として使われ、1986 年から 1996 年にかけて小麦、大豆、とうもろこしの全生育期にわたる蒸発散は図 2 に、各生育期の蒸発散と pan 蒸発(E601)の関係は図 3 にそれぞれ示される。同時期の降雨量を超える蒸発散は黄河からの取水あるいは地下水に補給される。水不足が例年 3 - 5 月にあり、同時期の K_o ファクタも最も高くなる。これらのデータ及び推定に基づいて華北平原における主な作物多年平均の蒸発散分布図、欠水量図 (図 4、5) が作られた。

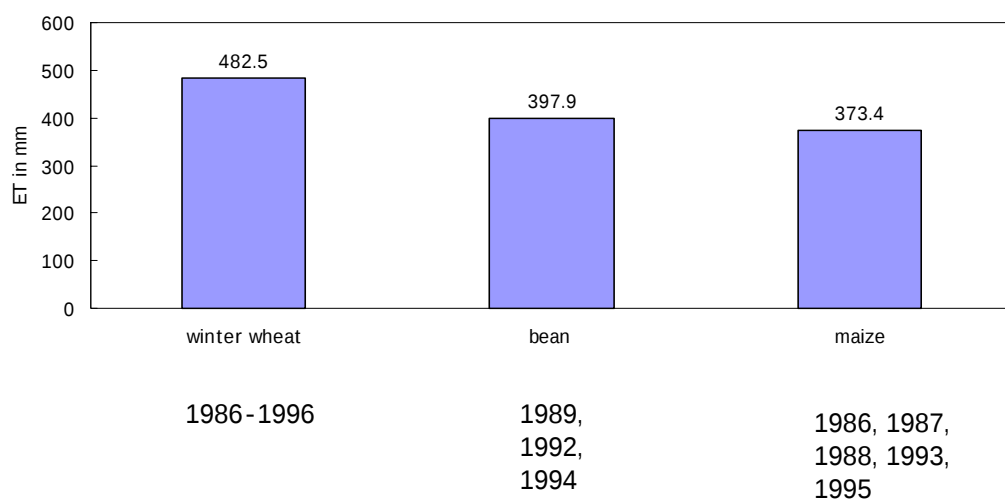


図 2 禹城総合観測所で全生育期にわたる各作物の蒸発散量の平均値

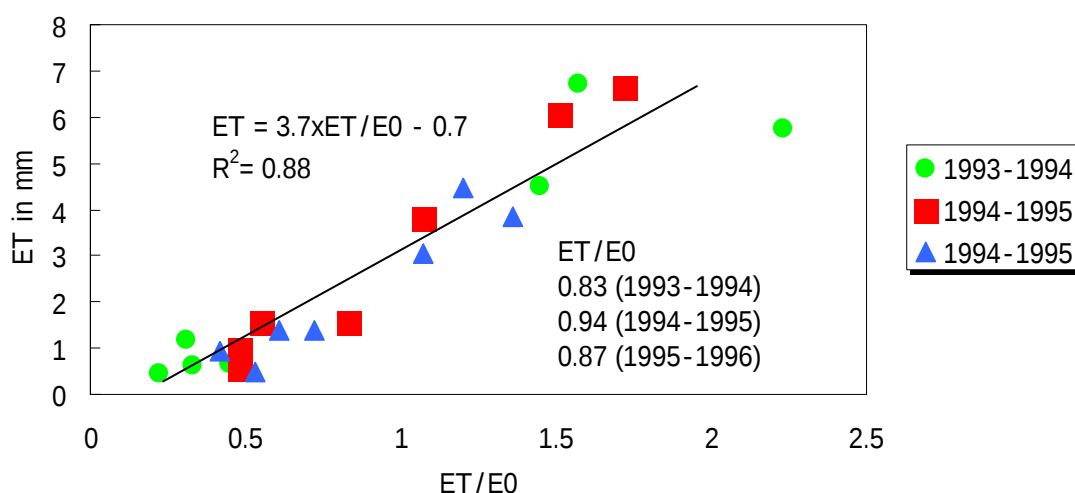


図 3 各生育期内蒸発散(ET)と pan(E601、E 0)の関係, $k_o = ET/E_0$



図 4 多年平均の作物需水量等値線（点線、mm）¹⁾

¹⁾ $ET = Kc \cdot 0.19(20 + T)^2(1 - R)$, T: 月平均温度 (°C), R: 月平均相对湿度 (%)

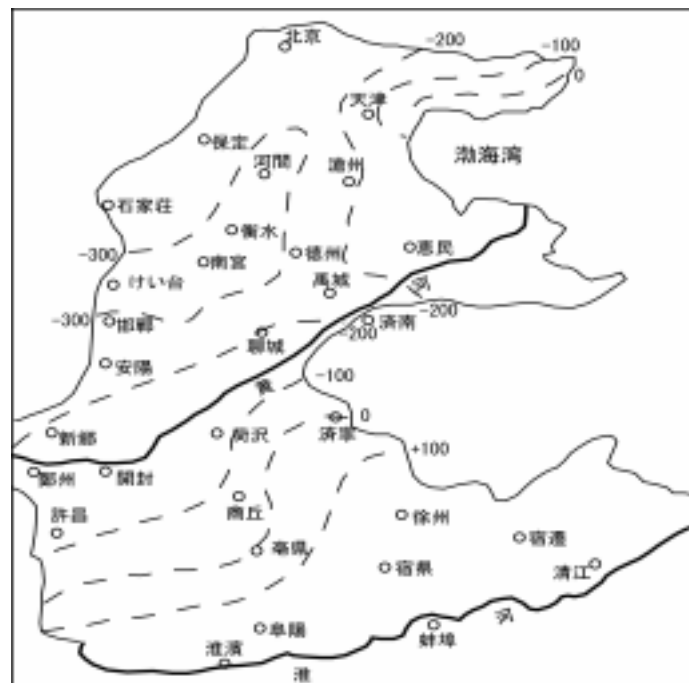


図 5 多年平均の欠水量等値線（点線、mm）, 多年平均降雨量と作物需水量の差

一方、Penman 式に基づいて 1961-1980 の気象データを利用した計算結果が水

利部農田灌漑研究所によってまとめられ、月単位（一月から十二月まで）で全国において作物の需水量および各作物多年平均需水量・欠水量の等値線図が作られた（図 6、7）。

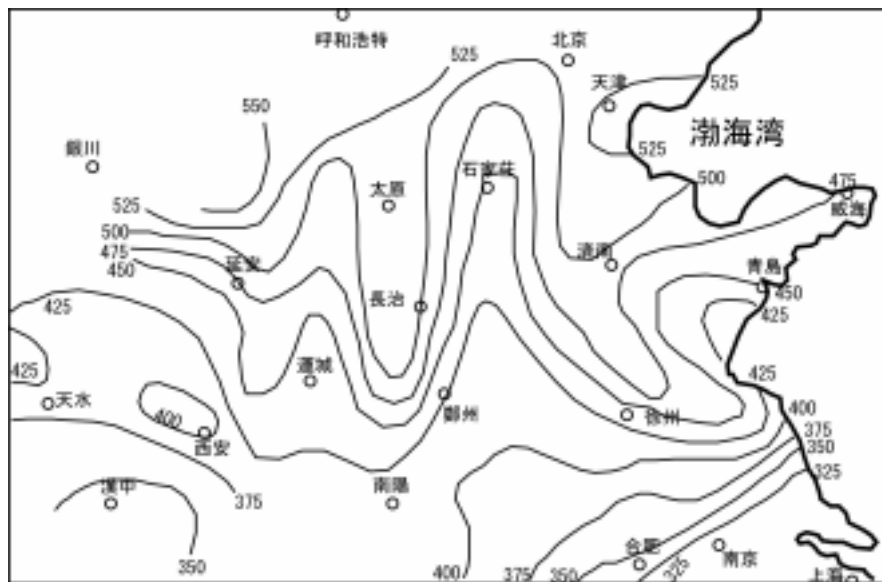


図 6 多年平均冬小麦の需水量等値線、mm

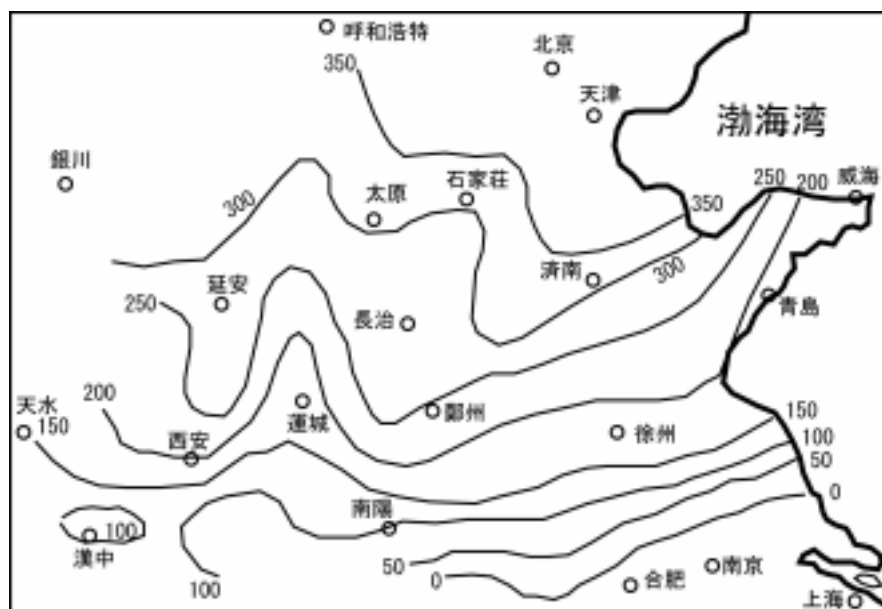


図 7 多年平均冬小麦の欠水量等値線、mm

違う方法で計算された需水及び欠水量が相違ですが、華北平原そして黄河下流域における水不足量がたいたい年平均 200-350mmであることが過去の研究により分かった。