

黄土高原上流域における水収支に関する基礎的研究

鳥取大学大学院 学生員 ○黄 金柏

鳥取大学工学部 正会員 檜谷 治

鳥取大学工学部 正会員 梶川勇樹

1. はじめに

黄土高原の広域は半乾燥地であり、砂漠化する可能性が高いため、早急に防止対策を講じることが求められている。そこで、植生対策が検討されているが、その前に、黄土高原における年間の水量の把握が重要となる。しかし、黄土高原では年間の降水量が少なく、降雨発生も一様ではないため、利用可能な水量の推定が難しい。そこで、本研究では黄土高原上流域における水収支特性の把握を目的とし、黄土高原上流域における小流域を対象として、年間水収支の推定を試みた。

2. 試験流域の概要

本研究で対象とした流域は、図-1 に示す Liudaogou と言われる流域であり、黄土高原上流域の地形と水文の代表性を有した流域である。2006 年の流域内住民数は 533 人であり、灌漑農地の面積は 20.6ha であった。本研究で水収支について検討した流域は、Liudaogou 全域ではなく、この流域の上流側に位置する 2 つの小流域 (B1 流域, B2 流域) を対象とした。図-2 に B1 流域および B2 流域の概略図を示す。

3. 試験流域における水収支特性の概要

試験流域では、冬季あるいは 12 月から翌年 3 月までの間、表層土が凍結するため、地表から 100 cm までの土壌の水収支は平衡状態が保たれていると考えられる¹⁾。特に、冬季には地表流の発生がなく、流域下流端における地下水の流出も凍結する。図-2 に示す農家の井戸で 2004 年から深層地下水の変動を観測したが、その結果により現地流域では深層地下水の年間変動は平衡状態に保たれていることが分かった(図-3)。よって、試験流域における水収支の主な時期は 4 月から 11 月末までと考えられる。図-4 に基本的な年間水収支プロセスを示す。

4. 水の総収入量

流域の年間総収入水量は、流域内に発生した総降雨量である。試験流域 (B1, B2) の面積は 1.017 km² であり、この地域の多年平均降雨量は 400 mm であるため、年間総収入水量は $4.07 \times 10^5 \text{ m}^3$ となる。

5. 各支出水量の推定

(1) 地表流の流出量：2006 年に試験流域に発生した地表流の流出量を、擬河道網と Kinematic wave 理論を用いて構築した流出モデルにより推定した²⁾。地表流の流出計算期間は 2006 年 5 月 21 日から 11 月 10 日までとした。B1 流域に生じた地表流の総量は $2.76 \times 10^4 \text{ m}^3$ であったが、この流域下流端のアースダムにより止められており、結果流出はしなかったものと考えられる。B2 流域(図-5)に生じた地表流の総量は $3.29 \times 10^4 \text{ m}^3$ であったが、少量の地表流が ($2.15 \times 10^3 \text{ m}^3$) B2 流域下流端にある貯水池により貯留さ

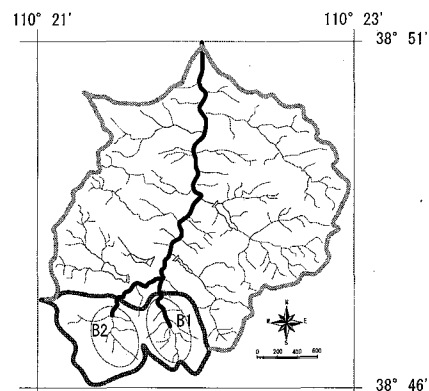


図-1 Liudaogou 流域の位置

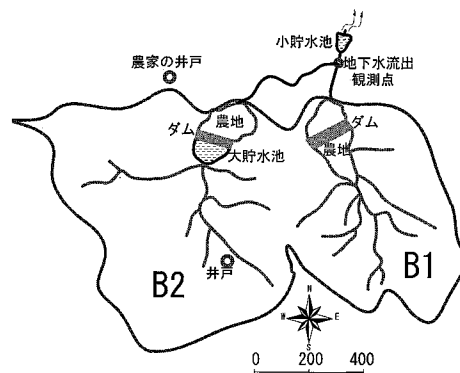


図-2 試験流域の概略図

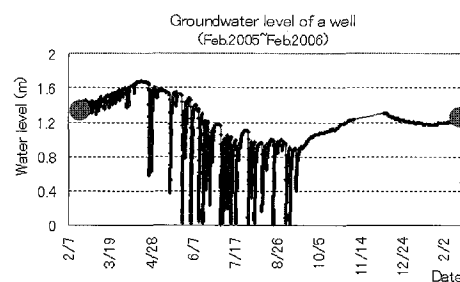


図-3 深層地下水の変動

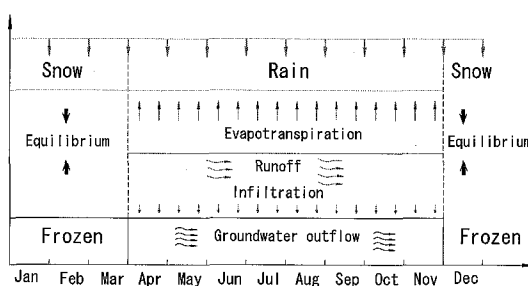


図-4 年間水収支プロセス

れ、大部分の地表流が雨季に貯水池両端の人工河道によって放流された。そのため、試験流域における 2006 年の地表流総流出量は $3.07 \times 10^4 \text{ m}^3$ と推定された。なお、計算期間内の B2 流域の総降雨量は $1.89 \times 10^5 \text{ m}^3$ であり、地表流の流出率は 17.4% と推定された。

(2) 地下水の流出量：試験流域では、地下水の流出量には 2 つの項目を含んでいる。1 つは流域の下流端で発生している地下水の流出であり、もう 1 つが住民の生活用水である。

I. 試験流域の下流端には、比較的安定した地下水の流出があり、2004 年からこの地下水の流出の観測を行った。図-2 に観測地点を示す。観測結果より、試験流域からの地下水の流出流量は $1.01 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ であり、年間（4 月-11 月末）地下水の流出量は $2.09 \times 10^4 \text{ m}^3$ と推定された。

II. 流域内における住民の生活用水は、図-2 に示す B2 流域の上流側にある 1 つの井戸からである。2006 年の現地調査結果によると、住民 1 人当たりの生活用水量が $0.35\text{-}0.40 \text{ m}^3/\text{日}$ であることから、毎日の 533 人の生活用水量は約 200 m^3 となり、年間の生活用水量は $7.30 \times 10^4 \text{ m}^3$ と推定された。以上、I および II より、2006 年の地下水総流出量は $9.39 \times 10^4 \text{ m}^3$ となった。

(3) 蒸発散量：通常、蒸発散量は土壌蒸発、植物蒸散および地表貯留の 3 つの項目を含んでいる。観測結果によると、試験流域の年間地下水は平衡状態が保たれているため、年間の蒸発散量は総降雨量から地表流出量と地下水流出量を除いた量となる。その結果、蒸発散量は $2.82 \times 10^5 \text{ m}^3$ と推定され、年間総収入水量の約 70% を占めた。

以上、各結果による支出量と総収入量の関係を表-1 に示す。

6. 年間水使用量

試験流域における年間水使用量は、生活用水と灌漑取水量を合計したものである。灌漑取水量は図-2 に示す 2 つの貯水池からであるが、現地調査の結果により、大貯水池と小貯水池は灌漑用水量の 70% と 30% をそれぞれ占めていることが分かった。2006 年の現地観測結果によると大貯水池からの灌漑取水量は $1.38 \times 10^4 \text{ m}^3$ と推定され、これより小貯水池の取水量は $0.59 \times 10^4 \text{ m}^3$ と推定された。したがって、試験流域の年間灌漑取水量は $1.97 \times 10^4 \text{ m}^3$ となった。そこで、2006 年における試験流域での水の使用量を $9.27 \times 10^4 \text{ m}^3$ と算定した。

7. 水収支の考察結果

以上より、各支出量の関係を考察すると、試験流域における 2006 年水収支の推定結果は図-6 のようになる。図より、試験流域において年間水使用量が収入量の 22.8% を占めたこと、および年間蒸発散量が各支出量の中で支配的であったことが分かった。

【参考文献】 1) Jun Fan: Study on the Soil Water Dynamics and Modeling in Water-wind Erosion Crisscross Region on the Loess Plateau, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Science, S152.7, UCD631.43, pp.30-35, 2005. 2) 黄金柏ほか：黄土高原の小流域における雨水流出手法に関する研究，第 58 回土木学会中国支部研究発表概要集，2006。

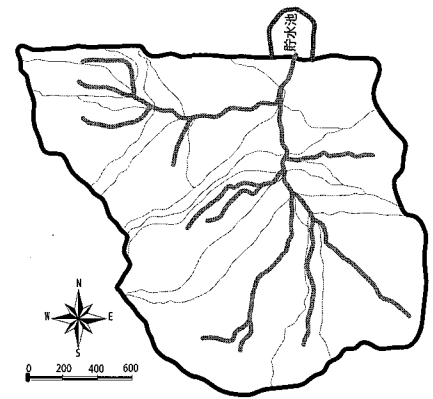


図-5 B2 流域のモデル化

表-1 各支出量と収入量の関係 ($\times 10^4 \text{ m}^3$)

収入量	蒸発散量	流出量		
		地表 流出	地下水流出	
			生活用水	流出
40.7	28.2	3.08	7.3	2.09
100 %	69.3 %	7.6 %	23.1 %	

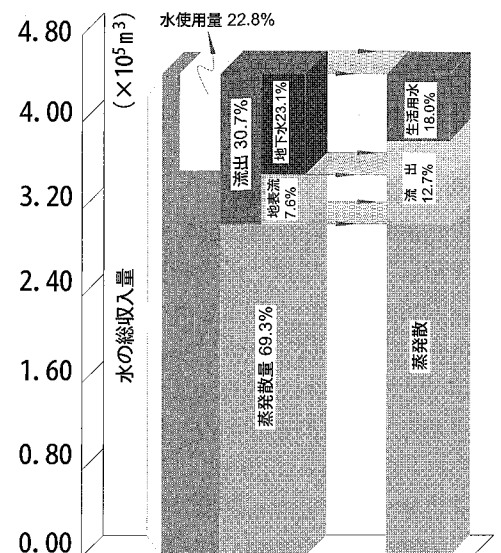


図-6 年間水収支