

灌漑取水配分のモンテカルロシミュレーション Monte Carlo Simulation of Irrigation Water Delivery

丹治 肇* 桐 博英* 中矢哲郎*
TANJI Hajime KIRI Hirohide NAKAYA Tetsuo

1. はじめに

灌漑用水は、河川から取水され幹線水路を流下するにつれて、各支線水路に取水される。灌漑計画では、この値は最大期、普通期の2パターンの値で配分計画が立てられる。しかし、実際の水利用では、流量の制御に誤差が伴い取水と分水の値は分布をもつ。そこで、ここでは灌漑計画における取水配分に分布を考慮する方法を検討した。

2. 研究方法

取水量、分水量をここでは正規分布等に従う確率変量とみなす。正規分布等の分布系を与え、10,000個の乱数を発生させて、上流から下流に向かった取水をモンテカルロシミュレーションで計算する。乱数の発生には、統計ソフトのRを用いた。

表1 検討ケース

	Case1	Case2	Case3	Case4
幹線水路	N(9,0.45)	N(9,0.45)	N(9,0.0225)	N(9,0.45);MAX9.5
支線1	N(3,0.15)	N(3.225,0.15)	N(3.225,0.15)	N(3.225,0.15)
支線2	N(3,0.15)	N(3.225,0.15)	N(3.225,0.15)	N(3.225,0.15)
支線3	N(3,0.15)	N(3.225,0.15)	N(3.225,0.15)	N(3.225,0.15)

3. 結果と考察

簡単な条件として、図1に示す河川から9 m³/sの取水を行い、その後、3m³/sの取水を上流から順に3支線で行う。

検討ケースを表1に示す。幹線水路の取水は標準偏差を取水量の5%にとった。この場合、幹線取水量の分布は図2になり、 ± 2 SDの範囲に94.45%の値が含まれる。支線取水も同様に標準偏差を取水量の5%に設定した。支線取水量は図3に示す分布を取る。(横軸単位は

この場合支線取水も幹線取水も同型の正規分布を仮定しており、3本の支線取水を積み上げると幹線取水になるため、平均値では計画通りの配水になる。

次に、Case2では支線取水が平均値で目標値を満足す

るのではなく、全取水量の90%で目標値を満足させる場合を想定する。そのためには、平

*独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO キーワード：灌漑，分水，モンテカルロシミュレーション

河川

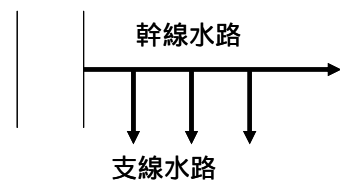


図1 検討モデル

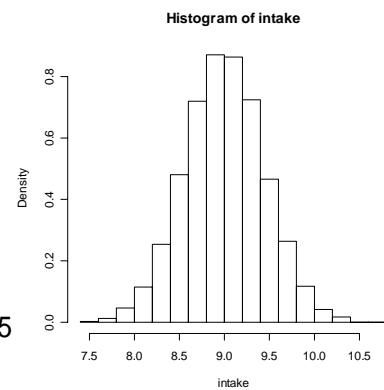


図2 幹線取水分布

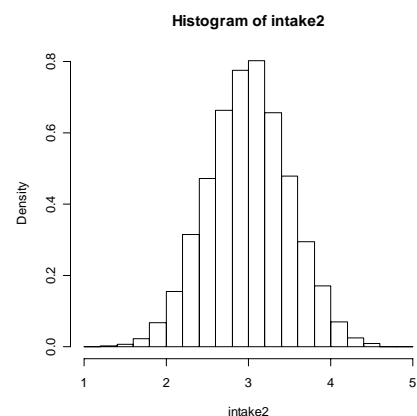


図3 支線取水分布

均を標準偏差の 1.5 倍移動すればよいので，支線取水が $N(3.225, 0.15)$ の分布に従えばよい．支線取水 1，2 の平均取水量は $3.226\text{m}^3/\text{s}$ になる．一方，支線取水 3 は上流の取水の影響を受けて，図 4 のようになり，平均取水量は $2.545\text{m}^3/\text{s}$ に止まる．

以上で，正規分布を仮定すれば，幹線取水と支線取水の分布が同型の場合には，平均値の検討は，従来法と同じになる．違いは，標準偏差の利用により，目標値を 90% で達成といった上流優先の割合の計量評価が可能になった点である．

Case3 では，流量の幹線取水の標準偏差を Case 1, 2 の半分にして流量の制御精度を向上させた．シミュレーション結果を図 5 に示すが，支線取水分布の分散が小さくなったが，平均値は変化しない．

実際の河川の流量分布は，低水の発生確率は高く，高水の発生確率は低い．また，河川流量が $9\text{m}^3/\text{s}$ より大きくなっても，幹線水路の容量の上限のため，取水できる量には制限がある．そこで，Case4 では幹線取水をまず積分分布で発生させたのち，上限を $9.5\text{m}^3/\text{s}$ に制限した図 6 の幹線取水を作成した．次に，この幹線取水を元に，取水操作のシミュレーションを行った結果，支線取水 3 は図 7 になった．平均取水量は $2.52\text{m}^3/\text{s}$ で $2.545\text{m}^3/\text{s}$ より，若干小さくなった．

4．謝辞

本研究は，農業用水に関する JST-CREST，環境省の地球環境総合研究費，文部科学省の RR2002，農林水産技術会議の水循環の各プロジェクトの支援を得た．

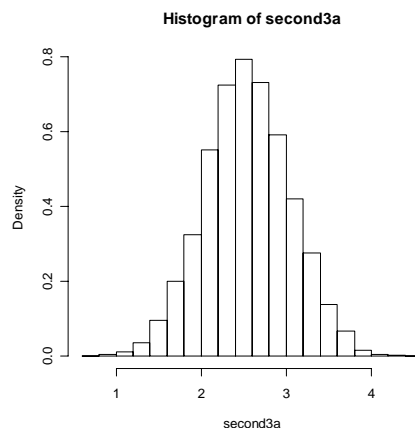


図 4 支線取水 3 分布

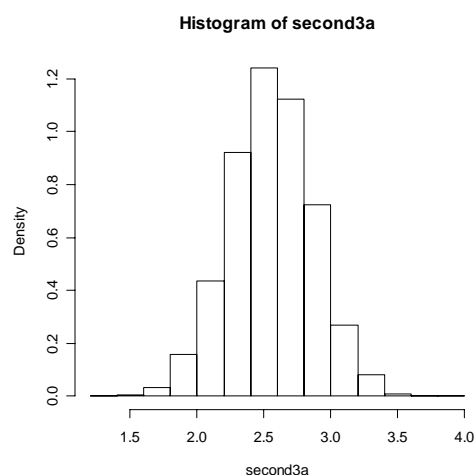


図 5 支線取水 3 分布

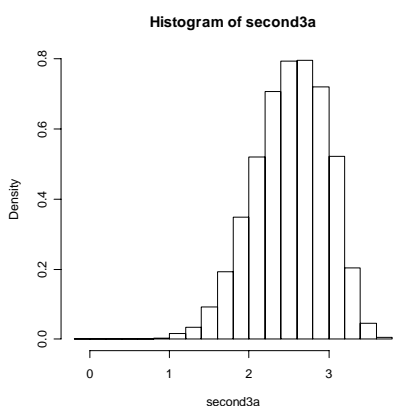


図 6 幹線取水分布

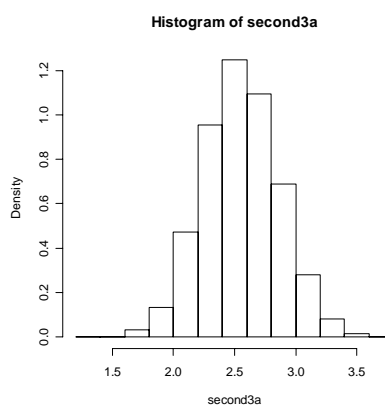


図 7 支線取水 3 分布