

大規模灌漑システムにおける配水の適時性と適量性に関する考察  
 Consideration on Timeliness and Quantitative Suitability for Water Distribution  
 in a Large Irrigation Scheme

○ 久保成隆\*・松原佑介\*・飯田俊彰\*・木村匡臣\*

Naritaka KUBO, Yusuke MATSUBARA, Toshiaki IIDA, Masaomi KIMURA

**1. はじめに** 農業水利システムにおける伝統的な課題は、限られた水資源を如何に効率的に、かつ公平に分配するかである。最近はそれに加え、如何にすれば農業水利システムの利便性を向上させられるかと言う新しい課題が加わっている。農業水利のサービスが研究課題に上っているのである。水量的に余裕のある水利システムでは、利便性を追求してより望ましい水質や水温を求め、それらを水量で代替する場合がある。高温障害を避けるための掛流し灌漑などはそれに当たる。農業水利サービスにおいて、利便性を追求する際の指標として適時性と適量性を挙げることができる。適時性は水利利用のタイミングに関する合致度で、適量性は水の利用可能量に関する合致度である。通常、水量に十分な余裕がない場合や、中間貯留量を増加させる施設や装置がない場合には、両方を同時に追求することは難しい。本研究では、水量的に余り余裕がなく、灌漑用水利用において適時性と適量性を要求される状況で、水路内貯留量を活用することで両方の要求に対して、どの程度対応できるかを愛知用水を対象として数値シミュレーションにより検討する。本報告ではそれに用いた数値モデルの紹介と、そのモデルを活用してのこれまでの解析結果の一部を紹介する。

**2. 研究の方法** 愛知用水農業用水専用区間をモデル化して、数値シミュレーションにより各分土工で所定の時間帯に取水を行う場合の取水可能量と、各分土工で所定の水量を取水するのに必要な時間を検討することで、適時性と適量性という両側面から利便性を検討する。

**水路系の概要** 愛知用水二期事業では、従来の開水路型式の支線の多くをポンプ圧送によるパイプライン方式に変更した。また水路内貯留量を増やす目的で水路壁の嵩上げとチェックゲートを従来の上流水位一定自動制御方式から上下流水位自動制御方式に変更した。愛知用水の全長は 100km を超えるが、モデル化した部分は農業専用区間で、桜鐘チェックから末端の美浜チェックまでの約 30km の幹線区間である。この区間中にチェックが 12 基、サイホンが 11 箇所、トンネルが 45 箇所、分土工が 56 基、余水吐が 4 基、設置されている。

**数値シミュレーション** 幹線区間中の通常水路とトンネル区間は、開水路区間（リチと呼ぶ）であるので 2 step Lax-Wendroff 法で計算した。チェック、サイホン、分土工などはリチを接続する内部境界条件として定式化し、Newton-Raphson 法で収束計算を行った。境界条件の種類は、①流量境界、②単独サイホン、③単独分土工、④単独チェック、⑤分土工+サイホン、⑥余水吐+チェック、⑦分土工+チェック、⑧チェック+サイホン、⑨分土工+余水吐+チェック+サイホンの 9 種類である。またチェックには上流水位一定自動制御方式と上下流水位自動制御方式がある。図 1 に水路縦断面図と空の水路内を流下する用水のシミュレーション例を示す。

**解析条件** 供給条件は桜鐘チェックを上流流量境界とし、 $10.424\text{m}^3/\text{s}$  を 8:00 から 17:00 まで供給し、17:00 から翌日の 8:00 まで供給を停止するパターンを繰り返した。ただし初期条件は空の水路で、1 日目の最後と 2 日目の最後で流況が同一になるよう 1 日目の供給時間を調整した。なお  $10.424\text{m}^3/\text{s}$  は、全分土工での取水流量の合計の  $10.261\text{m}^3/\text{s}$  と調整流量の  $0.163\text{m}^3/\text{s}$  の和である。分水条件は 56 箇所の分土工（近接するもの同士を併わせると 51 箇所）で 2 通りの取水ルールに基づき決定した。

\*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo キーワード 農業水利サービス、非定常流シミュレーション、上下流水位自動制御ゲート、用水到達

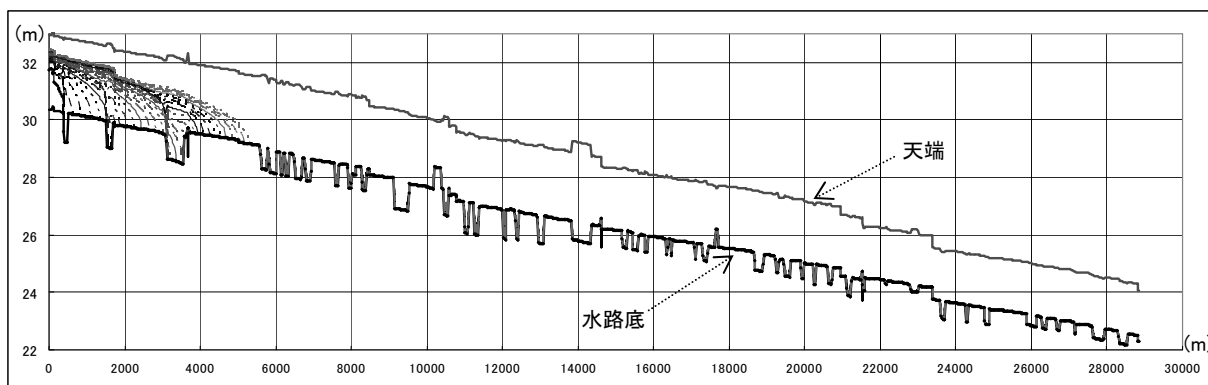


図1 愛知用水農業用水専用区間の縦断図と送水開始直後の水面形

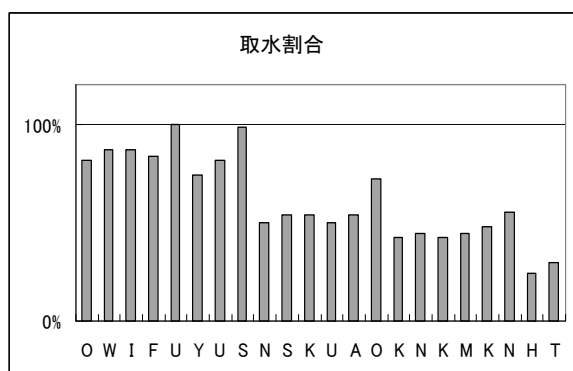


図2 規定時間内での支線水路取水割合

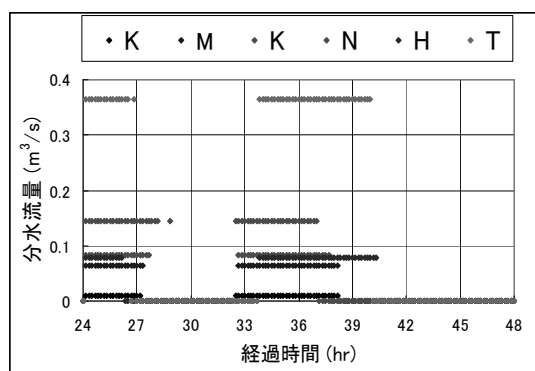


図3 計画量取水に必要な取水時間

- ① 8:00～17:00 まで計画流量で取水。ただし水路内の貯留水深が規定値以下となると取水を停止する。よって計画取水量を取水できるとは限らない。
- ② 8:00 から取水を開始し計画取水量が取水できるまで取水を続ける。途中で取水を中断する場合あり。よって取水終了までに長時間を要する。また1日での取水不足量は翌日に持ち越さない。なお今回のシミュレーションは実際に愛知用水の管理規定に基づいて行ったものではない。

### 3. 結果および考察

① 取水時間帯を重視した場合 図2に下流域に位置する22基の分水工での取水割合を示す。なお、上流側の29基の分水工では計画取水量を100%取水できている。全体としては下流側の分水工ほど取水割合が低い。一つのチェックの影響圏内では下流に位置する分水工ほど取水割合が大きい。

② 計画取水量を重視した場合 図3に下流域に位置する6基の分水工での取水時間帯を示す。なお上流側の28基の分水工では所定時間帯(9時間の取水)での取水になっている。また下流側23基の分水工のうち、3基の分水工でも所定の時間帯で取水可能である。これらは比較的上流側でチェックの直上流に位置している。

4. まとめ 今回の解析条件では、同時に全分水工での適時性と適量性を満たせない。その理由は下流域に位置する分水工は、幹線区間供給停止後のチェック上流側貯留水を、翌日の用水が到着する前に取水し尽し、用水到着まで一旦取水停止を余儀なくされるためである。それを回避するには、①水路内の貯留量を増す、②水路横に中間貯留池を設置する、③用水供給の開始時期を早めて用水到着時間を早める、等が考えられる。これらは今後の課題である。

なお本研究は、科学技術振興機構問題解決型サービス科学研究開発プログラム「農業水利サービスの定量的評価と需要主導型提供手法の開発(代表:飯田俊彰)」の一環として行った。研究遂行に当たって水資源機構と愛知用水土地改良区から多大なご協力を頂いた。ここに記して謝辞とする。