

科学研究費補助金研究成果報告書

平成24年 6月 5日現在

機関番号：12102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21880013

研究課題名（和文） 灌漑水田主体地区における水収支観測に基づいた配水モデルの構築

研究課題名（英文） Development of water distribution model based on the water balance observation in the irrigated paddy area

研究代表者

谷口 智之 (TANIGUCHI TOMOYUKI)

筑波大学・生命環境系・助教

研究者番号：00549123

研究成果の概要（和文）：

近年、人口増加、それに伴う食糧増産、さらに気候変動の影響も加わり、水資源の評価とその有効利用が国際的な課題となっている。このような問題を予測するための水循環モデルの開発を目指し、本研究ではその基礎資料となる用水管理と水田管理を詳細に観測し、その実態を明らかにした。さらに、明らかになった管理実態をもとに、開発中の水循環モデルに用水配分過程を考慮した配水モデルを組み込んだ。

研究成果の概要（英文）：

Assessment and effective use of water resources affecting population growth, increasing food production and climate change are an international important issue. Developing water circulation model to predict these issues is needed. In this study, the actual condition of irrigation and paddy field managements that are fundamental data to develop the model was clarified. Based on the conditions, the distributed water sub-model was incorporate into the developing water circulation model.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業土木学・農村計画学

キーワード：用水配分, 用水管理, 水田管理, 減水深, 分布型モデル

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、人口増加、それに伴う食糧増産、さらに気候変動の影響も加わり、水資源の評価とその有効利用が国際的な課題となっている。そのような影響を評価するため、現在、世界各地で様々な水循環モデルが構築さ

れている。しかしその一方で、世界の水利用量の約70%を占めている農業水利用、特に水田水利用の影響を考慮したモデルはほとんど存在しない。

(2) 応募者らはメコン河流域を対象に水田

水利用を考慮した分布型水循環モデルを開発し、水田水利用と流域水循環との相互影響を評価する手法を構築してきた。しかし、本モデルでも、水田水利用の中で最も複雑な現象のひとつである用水の配水過程や還元水の反復利用、ならびに、水田管理の状態を十分に再現できているとは言えない。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、灌漑主体水田地区に適用可能な配水モデルの構築を目指し、その基礎資料である用水配分と水田管理（モデルの中で用水量に応じて変動する値）の実態を明らかにする。

(2) 用水配分量を決定する際に最も重要な要素の一つである減水深（水田消費水量）について、その期別変化を把握するとともに既存の測定方法の精度を検討する。

(3) 把握した情報をもとに、水循環モデルのサブモデルである配水モデルの構造を検討する。

3. 研究の方法

(1) 国内の灌漑水田地区を対象に、詳細な水収支（特に用水配分）観測を行い、そこでの水管理実態を明らかにした。

(2) 研究対象地域内の水田約 3,000 筆について、春作業（代かき、田植え）と秋作業（刈り取り）の進行状況を現地踏査で把握し、各作業の年による時期の変化とその影響要因を明らかにした。

(3) コンクリート枠で囲まれた実験水田複数筆において、一般的な 2 種類の減水深測定方法で詳細な計測を実施し、浸透量（測定された減水深から蒸発散量を除いた量）の期別変化と各測定方法の精度を検討した。

(4) 得られた成果をもとに、前述の分布型水循環モデルに配水モデルを組み入れた。

4. 研究成果

(1) 配水モデルの基礎データとなる水田灌漑地域内での水管理の実態を調査した。配水容量は各用水路によって異なるため、配水率（各日の観測値を各水路の配水容量で除した値）を指標として各水路の取水状況を比較した。配水率は、値が大きいほど幹線用水路から支線用水路への分水工が開放されていることを示し、この値が頻繁に変化する支線

用水路では、分水工を頻繁に開閉していると考えられる。各支線用水路への配水率の期別変動を確認したところ、配水容量が大きい水路ほど小さく、配水容量が小さい水路ほど大きい傾向が見られた（図 1）。配水容量が大きい幹線用水路では、受益水田数、ならびに、関係する農家数が多いことから、たとえ各農家が取水ゲートを管理する権利があっても、極端なゲート管理（例えば、自分の水田の湛水が確保できたから取水ゲートを閉じるなど）を控えていると考えられる。その結果、配水容量が大きい用水路では、用水需要とは無関係に灌漑期間を通じて安定した配水量が維持されている可能性が高いことが示された。

このことから、配水モデルでは各水田の用水需要（例えば、蒸発散量の増減）に応じて細かく配水量を変化させるよりも、安定的に用水を供給する方が現実の水管理を表現できることが明らかになった。

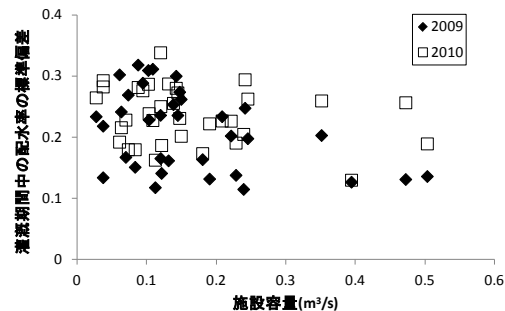


図 1 施設容量と配水率の関係

(2) (1) で検討した幹線用水路を上、中、下流部に分割し、ブロック毎の期別の配水率を検討した。どのブロックにおいても、春先の代掻き、ならびに、中干し後の再湛水という一般的に用水需要が高いとされている時期において積極的に取水が行われていた。また、初期湛水時期に注目すると、上流部では、通水当初から積極的に取水するわけではなく、代掻き直前に取水量を増やしていることがわかった。その一方で、中流部では通水当初から積極的に取水し、5月に入るとすぐ（他のブロックではまだ積極的に取水している時期）に取水量を減らすという、他のブロックとは異なる水管理がなされていた。中流部では、上流部の取水前に初期湛水を確保することで、計画的に春作業を行っていると考えられる。つまり、地域内では取水するタイミングをずらし、取水の競合を避けていると言える。

配水モデルの視点から考えると、日ごとに蒸発散量を推定し、そこから配水量を決定す

ると、受益地内でのすべての水田で用水需要が集中してしまう。そのため、現実の水管理で見られるような上下流での取水のタイミングのズレを表現することはできない。そこで、各水田に貯留効果を持たせることで、用水需要のピーク期間に幅を持たせる（平準化させる）処理が必要であることが明らかになった。

(3) 春作業の代かき、ならびに、田植えの進行については、調査を実施した3年間でほとんど差が見られなかった。湛水・代かきは、通水開始直後から増加し、4月28日から5月2日をピークに減少した。一方、田植えは4月中にはほとんど行われず、5月上旬の10日間程度で8割以上の水田で完了した。各年の降水量を比較すると、通水が開始する4月24日から田植えが開始された5月1日までの2009年、2010年、2011年の積算降水量はそれぞれ、45.5mm、47.5mm、19.0mmであった。一方、代かき期間中の灌漑水量は約20mm/dであり、年による変動はなかった。以上のことから、本地区で田植えが開始される5月1日までの積算供給水量は159～186mmと試算できた。これまでメコン河流域を対象に構築したモデルでは、田植えを開始するために必要な積算供給水量を150mmと設定していたが、本地区の田植え開始日についてもこの値を適用すれば、田植え開始時期を推定できることが明らかになった。一方、メコン河流域では30日で設定していた田植え進行期間は約10日間と短かった。これは兼業農家が連休に集中して田植えを行うためであると考えられた。また、2010年4月は記録的な低温（月平均10.7℃、過去10年間の平均12.9℃）であったため、田植え前の稚苗の生育が不良であったが、その影響は田植え進行に影響しなかった。兼業農家は代かきを行えるだけの湛水が確保されれば、その他の気象条件の影響を受けず、田植えを実施していることから、田植え開始日の推定には降水量と灌漑水量だけを考慮すればよいことが確認された。

(4) 秋作業（刈り取り）については、2010年がほかの2年よりも1週間程度早く刈り取りを開始・完了した（図2）。コシヒカリの場合、一般に刈り取り適期は出穂からの積算気温が800～900℃と言われている。本地区の出穂期は8月1日前後なので、8月1日からの積算気温が850℃を超えた日を確認したところ、2009年から順に9月5日、8月31日、9月2日となった。現状のモデルでは、生育

日数を固定し、田植え開始日からの日数で刈り取り開始日を決めているが、出穂日からの積算気温を考慮することで、各年の気温の違いによる刈り取り開始日の変動をモデルで再現できることが明らかになった。特に、気候変動による水循環や作物栽培への影響を予測する際には、この要因を考慮することでモデルの推定精度の向上が期待できる。また、メコン河流域では30日で設定していた刈り取り進行期間は、本地区では約2週間で完了していることが確認された。

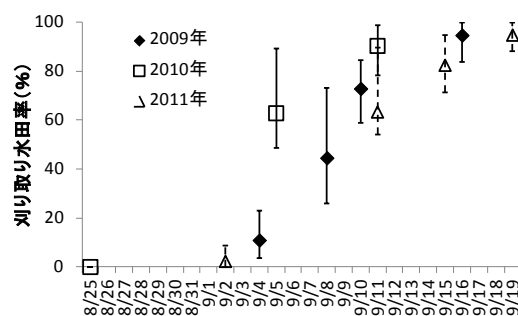


図2 水田の刈り取り進行

(5) 湛水位計で測定された対象4筆の浸透量の平均値は、中干し前が12.2mm/d、中干し後が22.8mm/dであった。また、浸透量は日々増減したが、特に中干し後に変動幅が増加した（中干し前は約10mm/d、中干し後は20～70mm/d）。さらに、隣接水田間で湛水位に大きな差がある場合、湛水面が低い水田では取水がなくても湛水位が上昇することが確認された。2筆の水位差と各筆の浸透量との関係を検討した結果、中干し後に有意な相関が得られた。一方、中干し前にはそのような関係は確認できなかった。コンクリート枠で囲まれた水田では、中干し前は畦畔と耕盤層によって各水田の湛水は独立性が保たれることで浸透量を測定できるが、耕盤層に亀裂が生じる中干し後は、耕盤下の土層を通じた隣接水田間での水移動が発生し、浸透量の測定に影響を及ぼすことが明らかになった。ただし、年による平均浸透量の差は中干し前後とも2.5mm/d以下と安定した。上記のような水移動が生じて、測定回数を増やせば、ある年に測定した値を代表値として用いることは可能であることが示唆された。

一方、水田内の特定の地点での減水深を測定するN型減水深測定器を用いた方法では、浸透量も日々増減し、同一水田内でも地点により変動の傾向は様々であった。また、その増減と隣接水田との水位差には関係が認められなかった。隣接水田間の水移動は耕盤に生じた亀裂を介して起きるため、その影響は

水田全体に一律に及ぶのではなく、地点によってバラつき、亀裂を含まない地点では隣接水田間の水位差の影響を受けなかったと考えられる。なお、日々の変動や地点によるバラつきがあるものの、水田②の2010年と2011年の平均浸透量の差は中干し前後とも1mm/d以下と安定した。このことから、本方法についても測定回数と地点数を増やせば、ある年の値をその水田の代表値として用いてよいことが確認された。

浸透量はモデルの初期入力値として設定されるが、その値は日々増減していることが示された。ただし、測定を複数回実施し、それを平均した値を代表的な浸透量と扱っても問題ないことが明らかになった。一方、中干しの前後で浸透量に明確な差が見られたことから、モデルで水田必要水量を推定するためには、浸透量の期別変化を考慮することが望ましいことが明らかになった。

(6)(1)～(5)までの結果を踏まえて、新潟県関川流域を対象に配水モデルを構築し、それを前述の水循環モデルと統合した。配水モデルでは、GISデータ(国土数値情報ならびに日本水土図鑑)をもとに各土地改良区(水田灌漑地区)の受益範囲、ならびに、受益内での用水系統を考慮し、用水配分過程を表現できる構造とした。また、水田に貯留効果を持たせることで、用水需要の集中を避ける構造とした。

ただし、本モデルでは依然として水田の田植えと刈り取りの進行、ならびに、浸透量の期別変化を十分に考慮できておらず、今後得られた成果を詳細に分析し、さらにモデルの精緻化を図る必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 吉田武郎, 増本隆夫, 工藤亮治, 谷口智之, 堀川直紀: 広域水田灌漑地区の用水配分・管理モデルの実装による流域水循環のモデル化, 農業農村工学会論文集, 査読有, 277, 2012, pp.9-19

[学会発表] (計3件)

- ① 谷口智之, 兼業化水田地域における
 水利用と農作業の農民行動 — 茨
 城県福岡堰土地改良区を事例として
 —, 平成23年度農業農村工学会大会

講演会, 2011年9月7日, 福岡

- ② 谷口智之, 分布型流出モデルにおける
 灌漑水量の推定方法の問題点, 水文
 水資源学会発表会(ポスター発表),
 2011年8月31日, 京都
- ③ 谷口智之, 佐藤政良: 兼業化進行水
 田地区における灌漑初期の用水配分
 と作付進行の実態—茨城県福岡堰土
 地改良区を事例として—, 水文水資源
 学会発表会(ポスター発表), 2010年9
 月7日, 東京

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷口 智之 (TANIGUCHI TOMOYUKI)

筑波大学・生命環境系・助教

研究者番号: 00549123