

**自然環境適応型灌漑の実態分析**  
**～カンボジアのメコン川氾濫原を対象として～**  
 Analysis of irrigation system adaptive to natural environment  
 ~ Flood plain of Mekong River, Cambodia ~

○池園 京佳\*、久保 成隆\*、飯田 俊彰\*、木村 匡臣\*  
 Kyoka Ikezono\*, Naritaka Kubo\*, Toshiaki Iida\*, Masaomi Kimura\*

**1. はじめに** カンボジアは熱帯モンスーン気候に属し、明確な雨季と乾季が存在する。東南アジア最大の河川であるメコン川の下流域に位置し、毎年雨季に洪水が発生するため、メコン川及びトンレサップ湖の氾濫原一帯は冠水してしまう。これらの氾濫原では厳しい自然環境に適応した地域特有の灌漑方法が発達しており、タムノップを用いた灌漑システム（タムノップ型灌漑システムと呼ぶ）はその代表例である。このシステムは、水田地帯の四方を囲う土堤（タムノップ）とそれに付帯するゲート、水路等から構成される。雨季にはタムノップ内部で雨季作を行い、その間ゲートを閉め洪水が内部に流入するのを防ぐ。収穫後はゲートを開いてタムノップ内部に洪水を流入させ、満水になるとゲートを閉めて内部で水を貯蓄する。乾季にはタムノップ外部で減水稲の栽培を行い、水が足りなくなると再びゲートを開き外部の水田を灌漑する。つまりタムノップが雨季の洪水期には堤防の機能を、乾季には貯水池の機能を果たしているのである。このような自然環境適応型灌漑の実態を解明・分析し、灌漑システムの安定性等の評価を行うことは、同地域における有効な灌漑方法や水利開発事業を検討していく上で重要だと考えられる。



Fig.1 カンボジア地図  
 Map of Cambodia

**2. 現地調査による実態の解明** タムノップ型灌漑が行われている2つの地域（Por Tatres と Batheay）において、2015年夏から2017年春にかけて4回（雨季と乾季2回ずつ）現地調査を実施した。各地域のWarter Masterへの詳細な聞き取りにより、タムノップ型灌漑における作付け方法、土地利用状況形態、システムの運用方法等の実態を明らかにできた。その一例として、Fig.2に2016-2017年におけるPor Tatresの土地利用形態を示す。

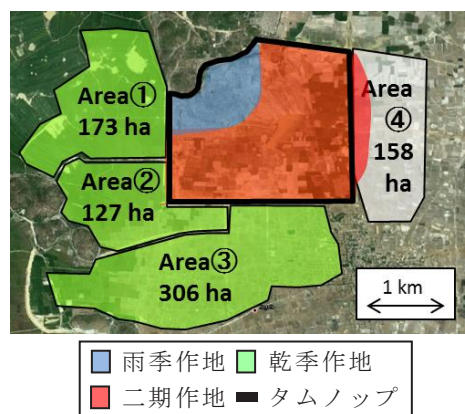


Fig.2 2016-2017年 Por Tatres 土地利用  
 Land use map of Por Tatres, 2016-2017

調査の結果、地域と年度により、作付け時期、作付面積、二期作の有無、灌漑方法等が大きく異なることが明らかになった。これは、氾濫原における稲作とタムノップ型灌漑の方法が、その地域の洪水の規模・到達時期・減水時期に大きく支配されているためと考えられる。そこで、現地調査で得た情報を参考にして、タムノップ型灌漑が行われる地域の水文・地理的条件と作付け・灌漑方法との関係性について推測を立て、Batheayの2005-2006年と2006-2007年の実測データを用い水収支解析による検証を行った。

\*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：水収支・水循環、水資源開発・管理

### 3. 水収支モデルの作成

解析に用いた Batheay の水文データを Fig.3 に示す。洪水期からの貯水池内水位の観測データがある 2006-2007 年について、洪水水位のピーク直後に貯水池機能が開始したことを確認できた。貯水池機能開始後、貯水池内水位の傾きが急になる箇所が灌漑開始時期にあたり、その後の貯水池内水位の減少量に 2 年間で大きな差が生じたのは、乾季の降水量の違いによるものと考えた。また、貯水池内水位が急激に減少する約 7 m がこの周辺の標高であると推測した。

以上の推測を元に、(1)~(3)式に示す水収支モデル式を作成し、解析を行った。

$$H_n = H_{n-1} - w_p + r \quad (1)$$

$$H_n = H_{n-1} - w_p + r - \frac{A_{out}(w_c - r)}{A_n} \quad (2)$$

$$H_n = H_{n-1} - w_p + r \quad (3)$$

$H_n$ : n 日目の貯水池内水位(m)、 $r$ : 降水量(mm/d)、 $A_n$ : n 日目の貯水池表面積(ha)、 $A_{out}$ : 灌漑面積(ha)、 $w_p$ : 貯水池の蒸発量+浸透量(mm/d)、 $w_c$ : 水田の減水深(mm/d)である。 $A_{out}$  は観測年度の灌漑面積の 1400 ha とした。

解析結果を Fig. 4 に示す。計算値と実測値の概形はよく似ており、タムノップ型灌漑システムの水収支を再現できたといえる。つまり、洪水等の外部の水文条件から、その地域の作付け時期や灌漑可能面積等を推測する手法を検討できた。

### 4. 水収支シミュレーション

次に、作成した水収支モデルと 2007-2008 年から 2014 -2015 年の 8 年間の水文データを用いて、8 年間における水収支のシミュレーションを行った。

シミュレーション結果を Fig.5 に示す。2008 年以降のタムノップ外部の水田面積は 2700 ha ということが現地調査で明らかになったため、今回は全ての年において最大面積の 2700 ha 作付けすると仮定し計算した。その結果、灌漑が必要とされる 3 ヶ月以上灌漑が可能なのは最も貯水量の多い 2011-2012 年だけであり、その次に貯水量の多い 2013-2014 年は約 2 ヶ月半、他の年度では 2 ヶ月前後しか灌漑できないことが分かった。

しかし実際には、貯水量が不足している年にはポンプを使用し貯水量を増やす、作付面積を減らす等がなされる場合もある。今後は、このような観点から作付け・灌漑方法の違い等も考慮したシミュレーションを行うことにより、灌漑システムの安定性・脆弱性の評価及び有効な活用方法の提示を行うことが望まれる。

### 引用文献

SOMETH Paradis (2007) : Towards a paradigm for Water Resources Development for the Floodplain of the Tonle Sap Lake; Harnessing Floodwater for Paddy Rice Cultivation, 東京農工大学大学院連合農学研究科農業環境工学専攻博士論文

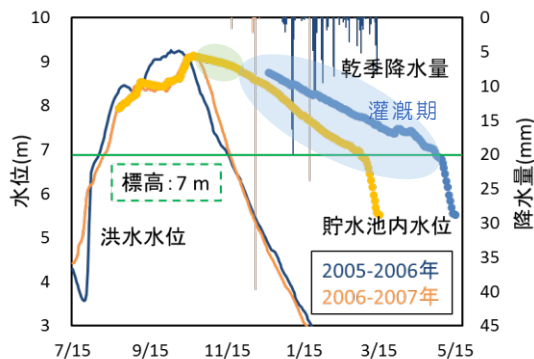


Fig.3 水文データ (Batheay)  
Hydrologic data (Batheay)

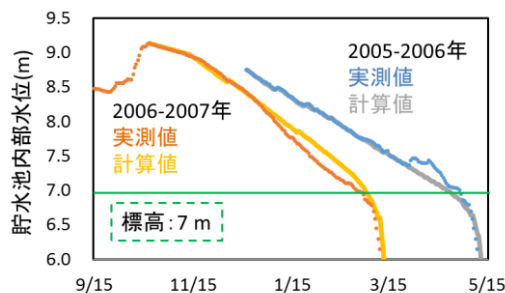


Fig.4 水収支解析結果 (Batheay)  
Results of water balance calculation (Batheay)

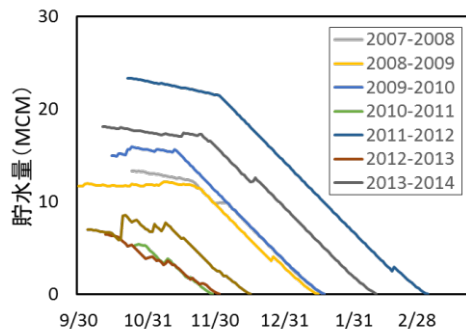


Fig.4 水収支シミュレーション結果  
Results of water balance simulation (Batheay)