

## インドネシア，バリ島におけるAWD適用による影響予測に関するシステムダイナミクスモデルの構築

### Development of a system dynamics model to predict impacts of AWD application in Bali, Indonesia

○栗原加奈<sup>\*</sup>，朝倉歩<sup>\*</sup>，大倉芙美<sup>\*\*</sup>，加藤亮<sup>\*\*\*</sup>

○Kana Kurihara<sup>\*</sup>，Ayumi Asakura<sup>\*</sup>，Fumi Okura<sup>\*\*</sup>，Tasuku Kato<sup>\*\*\*</sup>

#### 1. はじめに

米の生産は気候変動の影響に脆弱であり，特に水田は温室効果ガスの主要な排出源となっている。中でも，東南アジアにおける米生産は，気候変動，食料需給どちらの観点においても世界的な影響が大きい。インドネシアのバリ島では，稲作だけでなく，棚田の景観が観光資源として地域経済に貢献しているが，その持続可能性は水資源に依存している。AWD(Alternate Wetting and Drying)は，水田の灌漑管理技術として，メタン排出削減，節水，収量改善などの効果が期待されるが，労働コストの増加や技術導入の不定着といった課題が残されており，長期的な影響の定量的評価が不足しているのが現状である。農家がAWDを選択し，政府が積極的に経済支援を行うためには，AWD導入による社会経済システム全体への長期的な導入影響予測を提供し，シナリオベースで総合的な判断を支援する必要がある。システムダイナミクスモデル(System Dynamics Model)は，様々な構成要素からなる社会システムの動的な挙動や時間経過に伴う影響予測ができるモデルであり，意思決定の支援ツールとして注目されている。水資源の管理に関して，SDMを使用した例は多いが，AWDなどの農業水利技術について，SDMを使用した例は限られる。また，従来の水文学的モデルは水システムの物理的な特徴を把握するのに有用だが，複雑な社会経済システム内での動的な発展プロセスや人間の行動変化を捉えるには限界がある。そのため，AWDの影響を総合的に評価するには，水資源の物理的な変化と社会経済的要因の相互作用を統合的に評価する枠組みが必要となる。特に，土地利用の変化は流出量や水資源利用に大きな影響を与える可能性があり，AWD導入の影響を評価する上で不可欠な要素である。本研究では，SDMの枠組み内で水文学的プロセスを表現し，AWDの社会経済的影響，土地利用変化による流出特性の変化，及び水資源への影響を統合的に評価することで，AWDの長期的な影響を明らかにし，持続可能な農業管理に向けた意思決定を支援することを目的とする。

#### 2. 研究の方法

SDM内で水文学的なプロセスを構築するにあたり，対象流域はインドネシア国バリ島のスンギ川流域とした。スンギ川流域は，バリ島中央部に位置する南北に長い河川流域である。主にタバナン県を流れ，同県内の約4,200ヘクタールの水田に灌漑用水を供給してい

---

<sup>\*</sup>東京農工大学大学院農学府，<sup>\*\*</sup>国際農林水産業研究センター，<sup>\*\*\*</sup>東京農工大学連合農学研究科  
Keywords:システムダイナミクスモデル，間断灌漑，社会水文学

る。これらの水田では、スバックと呼ばれる農民集団による水管理組織によって灌漑が行われている。スンギ川流域の2011年、2019年の土地利用状況を表-1に示す。2011年と比較して、2019年では棚田の割合が15.6%減少し、住宅地の割合が2.2%増加し、都市化が進んでいる(図-1, 図-2)。

表-1 土地利用率

	土地利用率(2011)	土地利用率(2019)
住宅地	11.50%	13.70%
森林	11.50%	6%
棚田	61.70%	46.10%
低木・灌木	5.48%	5.82%
畑地	12.80%	3.60%
河川地及び湖沼	1.92%	0.01%
その他	0%	22.80%

システムダイナミクスモデリングは、複雑なシステムをフィードバック制御や非線形ダイナミクスを用いて解析し、全体の挙動を把握する手法である。まず、因果ループと呼ばれる概念モデルを作成し、この動的仮説は、ストック図とフロー図を使用して定量化及びシミュレートされる。意思決定においては、要素間の因果関係と、それらの連鎖が成すフィードバックに着目するとともに、複数のプロセス間に存在する相互依存性を踏まえた全体的な視点に基づいて行う必要がある。モデル内の土地利用及び水資源セクタにおける主要な要因とその関連は、図-3のようになる。AWDは棚田の上段に導入され、AWDを上段に導入した際の影響について考察する。

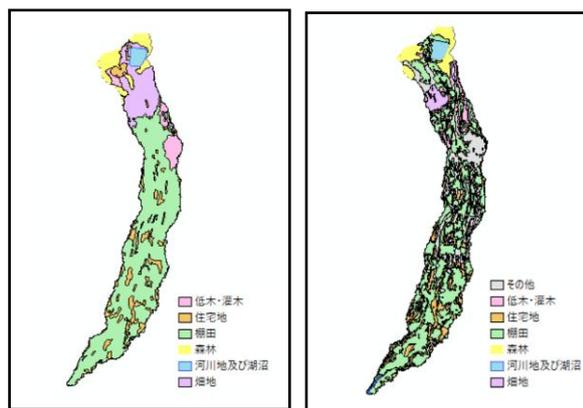


図-1 土地利用図(2011)

図-2 土地利用図(2019)

対象流域内の棚田における上段・中段・下段の割合に関して、表-2に示す。棚田の特徴をより正確に表現するため、上段・中段・下段の区分を考慮したモデルを作成する。

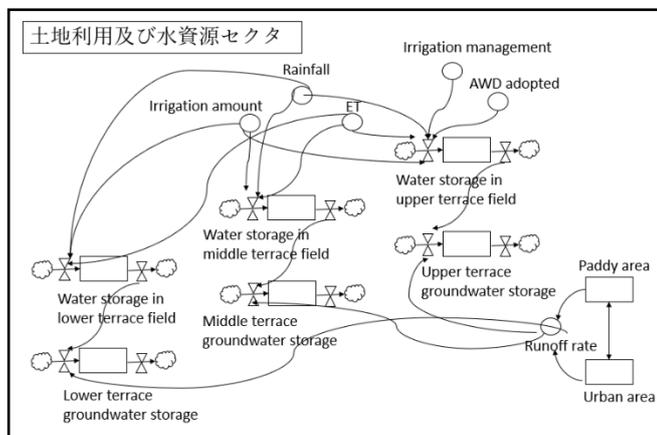


図-3 土地利用及び水資源セクタにおけるシステムダイナミクス

対象流域内の棚田における上段・中段・下段の割合に関して、表-2に示す。棚田の特徴をより正確に表現するため、上段・中段・下段の区分を考慮したモデルを作成する。

表-2 棚田の割合

	割合(2011)	割合(2019)
棚田上段	57.70%	61.90%
棚田中段	32.20%	24.60%
棚田下段	10.10%	13.50%

### 3. 今後の展望

SDMの構築にあたり、気候変動シナリオを組み込み、将来的な降水量や気温の変化が流域の水循環や水資源利用に与える影響を評価する。さらに、現地調査を実施し、必要なデータを収集することで、モデルの精度を高め、より実態に即したシミュレーションを行う。