

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：21401

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B））

研究期間：2019～2022

課題番号：19KK0171

研究課題名（和文）トンレサップ湖の消長に関わる水田主体流域管理技術の開発と農村インフラ輸出への展開

研究課題名（英文）Development of basin-scale water management technologies of paddy dominant watersheds using seasonal vicissitudes of Tonle Lake and its reverse import as rural technology infrastructures

研究代表者

増本 隆夫（MASUMOTO, Takao）

秋田県立大学・生物資源科学部・教授

研究者番号：80165729

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,200,000円

研究成果の概要（和文）：熱帯や温暖地の巨大湖沼を対象に、環境指標、熱収支解析、領域気候モデル、分布型水循環モデル等を組み合わせた「ネオ診断法」を開発した。ここでは、湖内熱収支や環境指標（安定同位体）から水田主体流域の農業水利用と湖周辺水資源の相互関係を明らかにし、加えて基礎的なデータが不足している水田主体流域の灌漑管理指針を示した。具体的には、トンレサップ湖や八郎湖で、大気安定度を考慮したバルク係数モデルを用いた潜熱量や湖内熱収支の推定、湖の消長にかかる流入・流出成分の水素・酸素同位体比の時空間変動特性評価、WRFとDWCM-AgWUのカップリングによる湖面積変化と気象・水環境変化評価、流域灌漑方策の提案等を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

提案した環境指標と水循環モデルを組合せた診断法を利用することで、未解明であった巨大湖の熱・水環境の過程や周辺地域における降水の起源が明らかにされた。ここでは、水循環モデルへのWRFモデルの組み込みや地下水動態過程の導入により、任意の流域、任意の時点・メッシュでの農業水利用に関する様々な情報等の推定が行える。さらに、一連の方法により、灌漑開発、水資源開発、極端現象の増大等に対する影響予測が可能となり、対応策として水田主体流域における洪水防止・地下水涵養機能等の利活用、それに基づく流域管理や水資源管理の方法や技術が提案される。加えて、データが極端に少ない流域における「流域灌漑方策」の展開につながる。

研究成果の概要（英文）：We have developed a "neo-diagnostic method" for huge lakes in tropical and humid regions, combining environmental indices, heat balance analysis, a regional climate model, and a distributed water circulation model. The method clarified the interrelationships among water circulation, agricultural water use in paddy-dominated watersheds, and water resources around the lakes, viewing intra-lake heat balance and environmental indicators (stable isotopes), and provided irrigation management guidelines (basin irrigation measures) for paddy-dominated watersheds, where basic data are lacking. Specifically, we estimated the latent heat and heat budget in Tonle Sap and Hachiro lakes using a bulk coefficient model that counts atmospheric stability and evaluated the spatiotemporal variability of hydrogen and oxygen isotope ratios of inflow and outflow components for the expansion and decrease of lake surface and for climatic and water environment changes by coupling the WRF and DWCM-AgWU models.

研究分野：農業水文学

キーワード：分布型水循環モデル 領域気候モデル 湖内熱収支 同位体分析 流域灌漑方策 リモートセンシング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

流域の水循環を検討する上で基礎となる水文・気象データがカンボジアでは極端に不足している。中でも乾季と雨季で湖面積が大きく変化するトンレサップ湖や周辺の農地主体流域では、未解明の諸問題（湖内の熱収支、農業水利用と湖の関係、周辺農業開発の影響等）が存在している。一方、カンボジア政府は水資源気象省の1部局灌漑技術センターを「水と作物研究所」に強化新設するとして、日本、まさに研究グループに、最新の水文・灌漑・農村工学技術の導入とその技術開発の一端を担うことを要請してきた。また、海外共同研究者らが八郎潟を尋ねた際には、干拓で湖面積が1/5に減少した八郎湖と毎年5倍に湖面積が消長するトンレサップ湖における水・熱循環を比較検討すれば革新的成果になるとの結論になった。特に、開発するカップリングモデルをカンボジア発の技術として、干拓事業価値・効果の評価に活用できればカンボジア産「農村インフラ輸出」技術と成り得ると考えた。

2. 研究の目的

トンレサップ湖や周辺農地の水循環に焦点をあて、カンボジア国水資源気象省と展開してきた共同研究を進展させ、分布型水循環モデルと領域気候モデルを組み合わせた「カップリングモデル」を開発することで、未解明の湖内の熱収支や水循環機構、人為的で複雑な農業水利用の過程、湖と農業水利用の関係、さらに将来の湖の周辺農業開発の影響等を解明する。また、新たな結合モデルを利用して、極端現象（洪水や渇水）に適応する水田地帯の持つ洪水防止・地下水涵養機能を積極的に利活用した水田主体流域管理技術の開発や極端に観測データの少ない地域における新たな流域灌漑方策の提案へと展開する。さらに、水資源気象省が企画する「TSCセンターの研究所化」の活動の支援を行い、実現に大きく貢献する。

3. 研究の方法

(1) 新しい診断法の開発のため、未解明の現象が多いメコン河流域トンレサップ湖周辺流域（未開発かつ新規灌漑開発が盛んだが水文気象データが極端に不足している流域）を選定する。対象域の農業水利用、水資源、氾濫に関し、トンレサップ湖畔総合水文気象観測塔（写真1、2014年に全センサー更新）の観測データが存在する15年間の解析期間を設定する。さらに、関連データ（灌漑・水資源、土地計画等）や水文・気象、氾濫データを集め、必要に応じて現地観測（流量観測等）を行う。



(a)6月(渇水時) (b)11月(氾濫時)
写真1 水文、気象、氾濫に関する長期連続観測((a)(b))

(2) 湖内熱収支の検討するため、15年間の観測データを整理し、湖内熱収支の検討、問題点やネオ診断法で検討すべき課題の抽出、解決の方向を示す。トンレサップ湖畔水文気象観測塔の継続観測用に衛星によるデータ収集システムを追加設置し観測強化を計る。一方、研究分担者が整備・観測してきたブルサット気象観測タワー、雨量計ネットワーク、ラジオゾンデによる高層大気の中層観測、超音波風速計による地表面エネルギー・水蒸気の乱流フラックス集中観測（2013）等の貴重なデータを継続利活用する。それらのデータは、湖内熱環境、カップリングモデル等の検証に利用する。湖内熱収支の検討を深化させる。

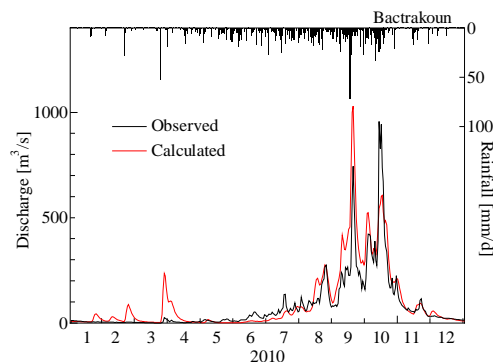


図1 トンレサップ湖に流入するブルサット川における分布型水循環モデル(DWCM-AgWU)の適用

(3) 環境指標としての利用項目を安定同位体と水質について決定する。湖及び周辺流域の水サンプリング地点・回数等の計画を立て、海外共同研究者が実施する。水質に関し観測塔地点で2014年から湖内濁度および他の水質要素の連続観測を開始済みである。また、現地調査時には水サンプルを持ち帰り、総合地球環境学研究所の共通利用機器ならびに島根大学での導入機器（研究期間途中に整備）で分析を行う。現地調査の際には、同位体解析のため、降雨補足器の設置（3箇所）ならびに湖と周辺流入河川の水サンプリングを実施する。一方、海外共同研究者グループが、降水（3点）とメコン河川（2点）、湖支川のブルサット川（1点）での定期サンプリングを行う。

(4) 分布型水循環モデル (DWCM-AgWU) について、地下水流動解析部、氾濫水の地下涵養過程、領域気候モデル (WRF) の改良とカップリングの各基本アルゴリズムと原モデルへの組み込み法を検討する。さらに、分布型水循環モデルと環境指標からのアプローチを統合し、ネオ診断法を開発するため、その考え方について方針決定する。着実かつ段階的に開発を進め、ネオ診断法のプロトタイプを作成を目指すとともに、同診断法を完成させる。当診断法を利用した湖・周辺流域における熱収支、水循環、農業水利用等の素過程、湖と周辺灌漑の関係等の解析を行う。同時にネオ診断法を用いた水田主体流域管理法の開発や提案を行う。具体的には、水田主体流域において水田や農業用施設の持つ洪水防止機能や地下水涵養機能を利用した流域管理法を開発する。

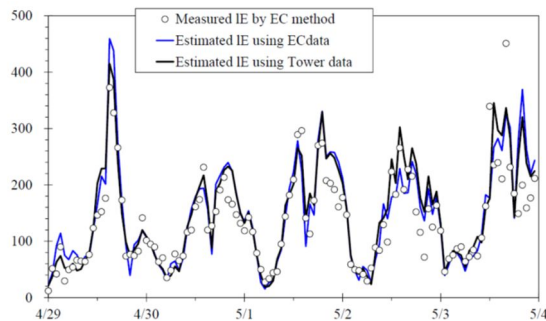


図2 2013年プレモンスーン期(検定期間)の時間単位の潜熱量 IE の比較

(5) 気候変動実験における各種 GCM の結果も入手し開発してきたバイアス補正法により 1~5km のダウンスケールデータを作成する。結果は下記の流域灌漑方策の提案に利用する。データが極端に少ない流域において、「流域灌漑方策」を提案し、各種データの模擬発生を行った疑似観測データでもって将来の灌漑開発の方式を検討する。外共同研究者の要望にも応える活動を行い、特に水資源気象省技術支援センターの研究化への協力要請に対しても支援を行う。

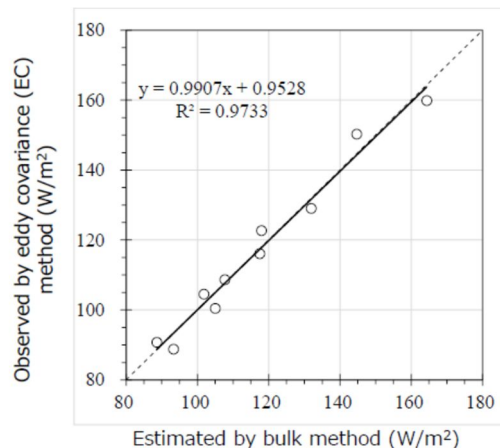


図3 2013年プレモンスーン期、ポストモンスーン期の日単位の潜熱量 IE の推定

4. 研究成果

(1) 利用した各種データの詳細は後述するが、まず研究全体の基礎モデルとなる DWCM-AgWU モデルを流域面積 5,970km² のトンレサップ湖流域の支川の一つである、プルサット川流域に適用した。カンボジア水資源気象省等から7地点の雨量データおよびプルサット気象官署地点における日最高・日最低気温、日平均風速、日平均湿度を入手した。日平均風速、日平均湿度については、前述のチョンクニアス総合水文気象観測塔のデータを使用した。Vealveng の流量観測値との比較を行ったが、流域上流の観測降水量2点や独自に観測開始した雨量観測点2点を加え、推定精度は大きく向上した(図1)。

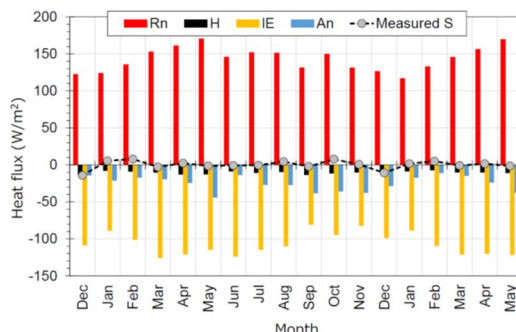


図4 2011年12月~2013年5月のトンレサップの熱収支(移流熱量 A は S と Rn-IE-H の差として表される)

(2) 信頼性の高い潜熱量を得るため、渦相関 (EC) 法により現地で測定された乱流フラックスのデータを利用した。雨季直前の 2013 年 4/29~5/3 (プレモンスーン期) と雨季直後の同年 11/17~11/21 (ポストモンスーン期) の合計 10 日間の観測地である。

次に、潜熱量の推定法としてバルク法を用い、バルク輸送係数に大気安定度を導入して推定したが、潜熱量が過大評価となった。そこで、湖上空気塊の機械的混合効果が小さい、すなわち弱風時の大気安定度を新たに提案して推定を行い、時間単位の良い推定値がえられることが分かった(図2太青線)。さらに、観測タワーによる観測でも同様の推定が可能で、日単位の推定値も良好であることを明らかにした(図3)。

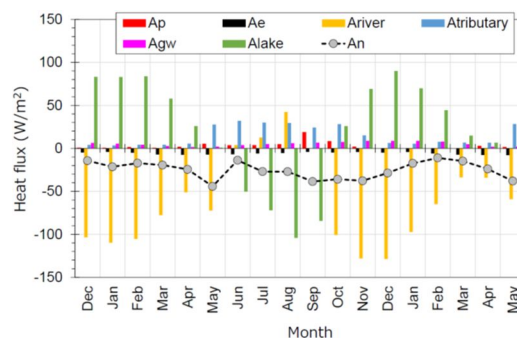


図5 2011年12月~2013年5月の移流熱量 An の推定値

観測タワーにおける観測値(欠測等の少ない 2011 年 12/1~2013 年 5/31 を抽出)を利用して、純放射量(観測値)、顕熱・潜熱量(上記修正バルク式を利用)、湖底で輸送される熱量(無視とす

る) 移流熱量から湖貯熱量を求めた(図4)。ここで、トンレサップ川や支川の流量は、2000~2006年における毎年の同月の流量は等しいと仮定し、地下水流入量はガウス関数による推定値とした。結果をみると、月毎の移流熱量変化は比較的小さく、図5や図6に見られるように、実測の貯熱量に一致するように河川移流熱量を推定可能であることが分かった。

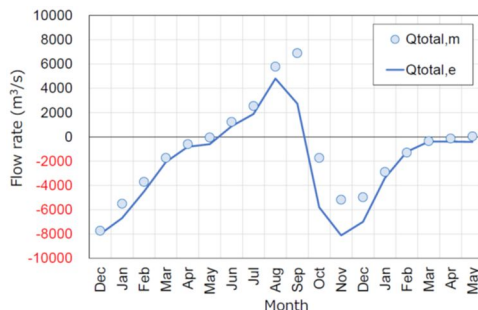


図6 2011年12月~2013年5月の推定総流量($Q_{total,e} = Q_{river} + Q_{tributary} + Q_{gw}$)の実測値との比較($Q_{total,m}$ は貯水変化量から算出)

(3) 水素安定同位体比および酸素安定同位体比を用いて水循環を評価するため、トンレサップ湖周辺の降水、地表水、地下水の一斉採水および定期採水を行い、トンレサップ湖流域での湖への流入・流出成分同位体比の時空間変動特性を評価し流域が広大な湖の消長に関わる水循環評価を行った。

採水地点を図7に示す。湖水1、河川水3(メコン本川・支流、湖支流)、降水3地点で2020年3月から2022年9月まで毎月の定期採水を実施した。なお、乾季の無降雨時期などサンプルがない月も存在する。また、乾季の2020年2月に湖水4、河川水9、地下水8地点で採水した。雨季の2022年9月に湖水4、河川水17、地下水8、水田利用される氾濫原7地点で採水した。

水文気象データおよび ^{18}O の経月変化を図8に示す。2020~2021年の降水の ^{18}O は、3地点ともに乾季の終わりの4月がもっとも高く、雨季の終わりの雨量が多くなる9~10月低くなる傾向がみられた。空間変動幅と比較して、時間変動幅が大きく ^{18}O で約10‰であった。一方、2022年の明瞭な降水の ^{18}O は季節変動を示していない。同じ月の地点間の差は10‰程度あり、 ^{18}O の大小はPursat > Chong Khneas > Phnom Penhである。蒸発量/可降水量が大きいほど降水の同位体比は高くなり、2011年の湖西域Pursatの ^{18}O が高く推移するのには降水が湖からの水蒸気に影響されているからと考えられる。次に、 $d\text{-excess} = \delta^2H - 8\delta^{18}O$ は、水蒸気生成時に海水からどれだけ非平衡なプロセスを経たかの指標となり、降水起源の判別に用いられる。また、蒸発を受けた水の同位体比は高くなる。2022年の降水の $d\text{-excess}$ の大小はChong Khneas(10‰程度) > Pursat > Phnom Penhである。南西モンスーン期と北東モンスーン期においてや沿岸部や内陸部でのそれらの値に関する報告に対して、観測された2022年のPursatの $d\text{-excess}$ は前2年より低かったため、湖水蒸気起源の $d\text{-excess}$ についてはより詳細な検討が必要である。

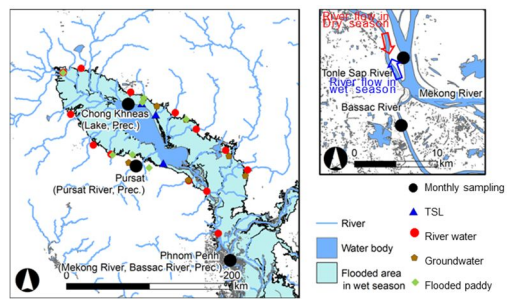


図7 同位体分析のためのサンプリング地点の概要

河川水については、メコン川の本川とその支流の ^{18}O は約-9‰と低く推移した。一方、湖支流のプルサット川は-9~-1‰(平均-7‰)と降水と連動した変動を示した(図8)。図9(b)(c)に示した一斉採水の結果から、乾季に採取した8の湖支流は全てメコン川よりも高いが、空間変動幅は4‰程度であった。雨季に採取した13の湖支流の同位体比は、通年で低いメコン川と同程度まで低下する支流も存在し、空間変動幅は ^{18}O で3.5‰前後で乾季と同程度であった。支流河川水の同位体比の高低に地域性や流域面積との関係は認められず、かつ雨季と乾季で空間変動幅は同程度となり、降水の影響よりも流域内の標高、土地利用による影響が大きいと判断した。地下水と氾濫原については、 ^{18}O は-8~-5‰と同程度であるが、蒸発の程度を示す ^{18}O と 2H の関係をみると、回帰直線(蒸発線とよばれる)に沿って氾濫原の水がプロットされ、地下水は河川水の回帰直線近

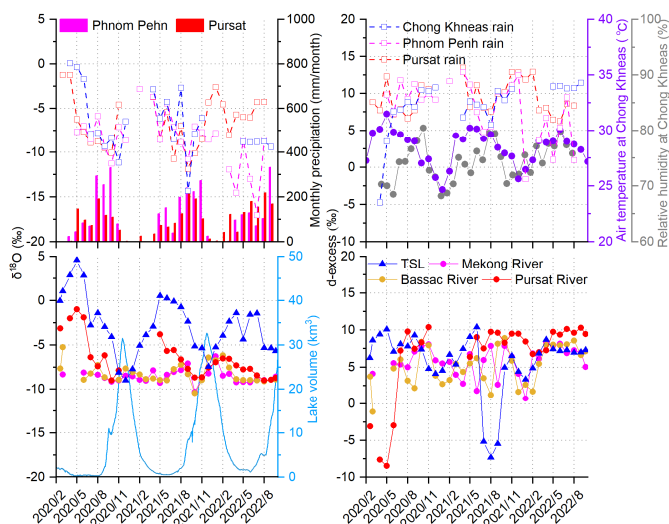


図8 トンレサップ湖周辺における降水量(左上)、気温(右上)、水位(左下)、湿度(右下)と、 ^{18}O の経月変化

くにプロットされている。回帰直線の傾きは小さいほど蒸発の影響が大きいと考えられ、降水が7.0~8.2、河川が6前後、雨季の氾濫原が5.6、雨季の地下水が6.5、乾季の地下水が6.1、湖が6.4であり、予想通りの結果となった。

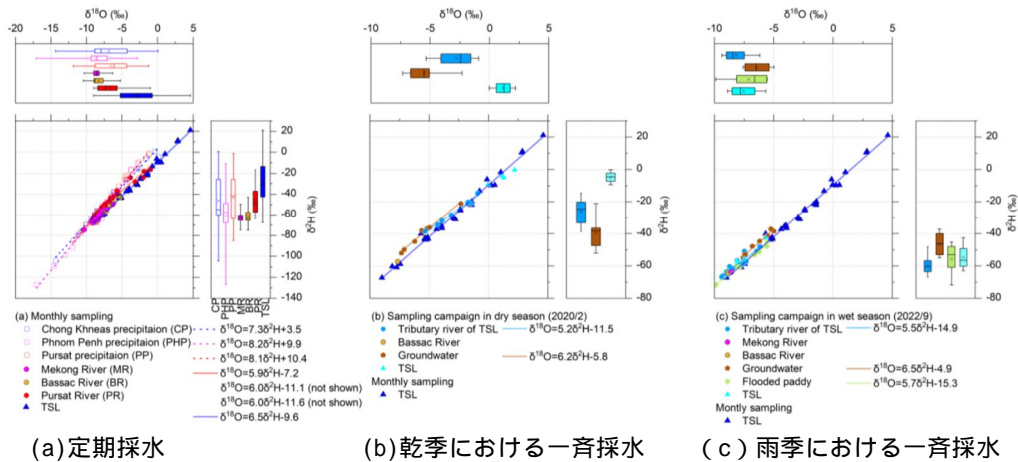


図9 ダイアグラムと箱ひげ図

湖については、同位体比変化にはヒステリシスがあり、i)メコン川からの逆流開始前までは蒸発によって同位体比は上昇し地表水より ^{18}O が5‰以上高くなる、ii)9月頃まではメコン川の逆流により同位体比が低下し、iii)逆流終了後もその他の流入により同位体比が低下した。これら、広大な湖流域では降水には時空間変動性が認められたがその他の流入成分の変動性は比較的小さい。湖流域では湖の流入成分が乾季では、湖支流 > 地下と同位体比から識別でき、水の同位体比を用いた湖の水収支評価が可能である。

(4) 湖周辺の農地と湖環境との相互作用に関して、様々な全球データセット、現地データ、現地機関提供データを活用し、これらを用いてトンレサップ湖周辺域の解析を行った。また、衛星観測データに基づくカンボジアの降水・土壌水分量・植生・氾濫域に関するリアルタイム水循環モニタリングシステムの構築も行った。特に、農事暦推定アルゴリズムの開発と検証に関しては、EVI データから農事暦（作付無し、1期作、2期作、3期作の別、およびそれぞれの作付日）を推定するアルゴリズムを開発し、カンボジア全域に適用して、2000年から現在までの農事暦の変遷と水環境（降水量、土壌水分量）との関係について解析した（図10）。

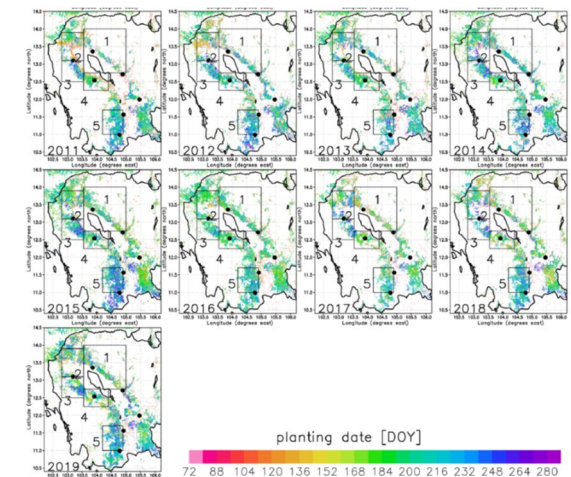


図10 各年における1期作の作付日の推定（2003～2019年のうち、2011～2019年のみ表示）

ネオ診断法については、コロナ禍でのカンボジアへの渡航が困難であったことから、代替で日本の湖干拓により、湖面積が1/5になった八郎湖流域を取りあげて WRF と DWCM-AgWU のカップリングならびに八郎湖流域での土地利用の大きな変化、すなわち八郎湖の干拓前前後、将来水田が畑地になった状態での気象や水循環の変化を検討した。多雪かつ洪水年の2022年、大渇水年の1994年ならびに小渇水年の2019年を対象として、特に冬季では積雪の増大によって水資源量の増加につながるものが干拓による環境へのプラスの効果ではないかとの推論を得た（詳細は省略）。

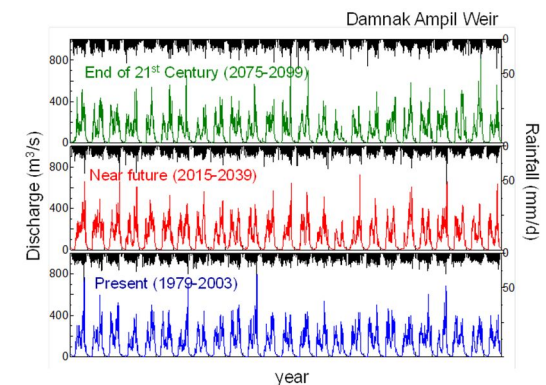


図11 流域灌漑方策による長期擬似観測データ作成（プルサット川全流域）

国内の内戦等から基本データが全く存在せず、現在でも天水農業が主体のカンボジア国におけるカスケード型灌漑施設や流域計画を例示し、極端にデータの少ない地域の灌漑計画を立案するための新たな考え方、「流域灌漑方策」を提案し、その適用結果を示した。水循環解析に基づく気候変動影響評価法を用いれば、流域灌漑用の長期議事観測データの模擬発生（図11）が可能であるとした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 増本隆夫	4. 巻 6(2)
2. 論文標題 農作物の洪水被害リスク評価法の開発と保険ビジネスへの展開について	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 90-95
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yumi Yoshioka, Hidekazu Yoshioka	4. 巻 16(1)
2. 論文標題 Spatiotemporal variability of hydrogen stable isotopes at a local scale in shallow groundwater during the warm season in Tottori Prefecture, Japan,	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 25-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/hrl.16.25	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yuji Ito, Kazuro Momii	4. 巻 35
2. 論文標題 Potential effects of climate changes on evaporation from a temperate deep lake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hydrology: Regional Studies	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejrh.2021.100816	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 伊藤祐二, 平嶋雄太, 宮本英揮, 初井和朗	4. 巻 150
2. 論文標題 熱収支ボーエン比法による蒸発散量算定へのArduino とCMOS 温湿度センサーの適用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土壌の物理性	6. 最初と最後の頁 115-123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34467/jsoilphysics.150.0_115	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kumiko Tsujimoto, Kotaro Ono, Tetsu Ohta, Koemorn Chea, E-Nieng Muth, Sanara Hor, Lyda Hok	4. 巻 19
2. 論文標題 Multiyear analysis of the dependency of the planting date on rainfall and soil moisture in paddy fields in Cambodia, 2003-2019	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 635-648
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10333-021-00863-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumiko Tsujimoto, Kotaro Ono, Tetsu Ohta, Koemorn Chea, E-Nieng Muth, Sanara Hor, Lyda Hok	4. 巻 464
2. 論文標題 Quantifying the GCM-related uncertainty for climate change impact assessment of rainfed rice production in Cambodia by a combined hydrologic - rice growth model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecological Modelling	6. 最初と最後の頁 109815
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecolmodel.2021.109815	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 辻本久美子・太田哲・藤井秀幸・小松満	4. 巻 151
2. 論文標題 1~36GHz帯のマイクロ波に対する湿潤土壌の誘電特性: モデルとその検証	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土壌の物理性	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 辻本久美子	4. 巻 150
2. 論文標題 土壌水分の衛星広域観測と湿潤土壌誘電率	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土壌の物理性	6. 最初と最後の頁 62-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34467/jssoilphysics.150.0_23	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 増本隆夫	4. 巻 第63号
2. 論文標題 気候変動による降雨パターンの変化と水利用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ARDEC	6. 最初と最後の頁 16-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Y. ITO and K. MOMII	4. 巻 35
2. 論文標題 Potential effects of climate changes on evaporation from a temperate deep lake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hydrology: Regional Studies	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejrh.2021.100816	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshioka Y, Nakamura K, Takimoto H, Sakurai S, Nakagiri T, Horino H, Tsuchihara T	4. 巻 34(16)
2. 論文標題 Multiple-indicator study of the response of groundwater recharge sources to highly turbid river water after a landslide in the Tedor River alluvial fan, Japan.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Hydrological Processes	6. 最初と最後の頁 3539-3554
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hyp.13796	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kumiko Tsujimoto, Tetsu Ohta, Yoshihiro Hirooka, Koki Homma	4. 巻 17-2
2. 論文標題 Estimation of planting date in paddy fields by time-series MODIS data for basin-scale rice production modeling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 83-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10333-019-00700-x.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tetsuro Tsujimoto, Kumiko Tsujimoto	4. 巻 17-2
2. 論文標題 Numerical and experimental study on the risk of paddy field damage due to river bank breach during serious flood	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 247-253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10333-019-00717-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasushi Mori, Masaya Sasaki, Eisei Morioka, Kumiko Tsujimoto	4. 巻 17-2
2. 論文標題 When do rice terraces become rice terraces?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 323-330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10333-019-00727-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 辻本久美子	4. 巻 75-2
2. 論文標題 マイクロ波土壌水分量衛星観測のための湿潤土壌混合誘電率モデルに関する理論的検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学)	6. 最初と最後の頁 I_7-I_12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計35件(うち招待講演 6件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 沢田明彦・後藤慎一・増本隆夫
2. 発表標題 低平水田域の持つ貯留機能の流域管理としての一利用法
3. 学会等名 第72回農業農村工学会関東支部大会講演要旨集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉岡有美, 増本隆夫, 辻本久美子, 伊藤祐二
2. 発表標題 乾季におけるトンレサップ湖周辺における地表水および地下水の酸素・水素安定同位体比特性について
3. 学会等名 JpGU-AGU Join Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉岡有美, 吉岡秀和, 中村公人, 中桐貴生, 櫻井伸治, 堀野治彦, 瀧本裕士
2. 発表標題 酸素・水素安定同位体比による水田主体扇状地の地下水涵養源評価の可能性
3. 学会等名 水文・水資源学会 / 日本水文科学会2021年度研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 元嶋藍, 伊藤祐二, 初井和朗
2. 発表標題 デジタルTDR, TDTセンサーの水温依存性
3. 学会等名 令和3年度 農業農村工学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤祐二, 初井和朗, 辻本久美子, 増本隆夫, 吉岡有美
2. 発表標題 バルク法によるトンレサップ湖の潜熱量の推定
3. 学会等名 令和3年度 水文・水資源学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kumiko Tsujimoto
2. 発表標題 Addressing the Climate-Water-Agriculture Nexus in Cambodia through Field Observation and Numerical Modelling
3. 学会等名 水文・水資源学会2021 年度総会・研究発表会 国際交流セッション（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻本久美子
2. 発表標題 地球観測衛星から水循環をモニタリングする - 気候変動下での水災害軽減に向けて -
3. 学会等名 岡山大学新工学部発足記念シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻本久美子，太田哲
2. 発表標題 人工衛星GCOM-W搭載マイクロ波放射計AMSR2による土壌水分量推定アルゴリズムの改良：Mironov土壌誘電率モデルの利用
3. 学会等名 岡山大学新工学部発足記念シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kumiko Tsujimoto
2. 発表標題 The AWCi Activity in Cambodia: A “Water-Climate-Agriculture” Integrated System.
3. 学会等名 GEO Virtual Symposium 2022 - Global Action for Local Impact -（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲葉匠海, 辻本久美子, 中嶋佳貴
2. 発表標題 岡山市の水路水位管理に対する水生植物の影響評価および対応策検討
3. 学会等名 令和4年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 増本隆夫
2. 発表標題 モンスーンアジア流域水循環の見える化と気候変動研究への展開
3. 学会等名 2020年度日本農学賞受賞論文要旨、'pp.19-23
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤晃成, 佐々木幸太, 増本隆夫, 宮島真理子
2. 発表標題 農業主体流域における灌漑地区情報と配水順序導入への一考察
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部第62回研究発表会講演要旨集、pp.10-11
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 元嶋藍, 伊藤祐二, 初井和朗, 三宅崇智
2. 発表標題 デジタルTDR, TDTセンサーによる 高温・高塩分砂浜地下の水分・電気伝導度・温度計測値の比較
3. 学会等名 令和2年度 農業農村工学会九州沖縄支部講演会@長崎web開催
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 篠原健吾, 伊藤祐二, 奥西将之, 前田広人, 初井和朗
2. 発表標題 有害ラフィド藻Chattonella属とHeterosigma akashiwoの 季節的優占種交代機序に関する考察
3. 学会等名 令和2年度 農業農村工学会@鹿児島web開催
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kumiko Tsujimoto, Tetsu Ohta
2. 発表標題 Examination of Dielectric Models in AMSR2 Soil Moisture Estimation Algorithm for Japanese and Cambodian Soils
3. 学会等名 European Geosciences Union (EGU) General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻本久美子, 栗屋奈那, 大野晃太郎
2. 発表標題 カンボジアの水稲生産量に対する農家経験知と気候変動科学知の定量的評価とその不確実性の検討
3. 学会等名 2020年度(第69回) 農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻本久美子
2. 発表標題 地球観測ビッグデータを利用した営農支援ツールの開発
3. 学会等名 イノベーション・ジャパン-2020 大学見本市
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中桐貴生, 松本武志, 堀治治彦, 大串健一, 藪崎志穂, 陀安一郎, 吉岡有美, 櫻井伸治
2. 発表標題 安定同位体比を用いた水田農業が河川流況に及ぼす影響の定量評価
3. 学会等名 JpGU-AGU Join Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡有美, 中村公人, 瀧本裕士, 中桐貴生, 櫻井伸治, 堀野治彦, 吉岡秀和
2. 発表標題 田面水と土壤水の酸素安定同位体比の経時変化
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中桐貴生, 松本武志, 大串健一, 吉岡有美, 堀野治彦, 藪崎志穂, 陀安一郎, 櫻井伸治
2. 発表標題 水の安定同位体比を用いた水田農業による河川流況への影響評価
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川勝大誠, 堀野治彦, 中桐貴生, 櫻井伸司, 吉岡有美
2. 発表標題 水質成分構成をもとにした手取川扇状地における地下水涵養源の分類
3. 学会等名 第77回農業農村工学会京都支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯田真基, 飯塚天嶺, 吉岡有美
2. 発表標題 穴道湖西岸農地地区における地下水の水質・水文特性
3. 学会等名 第75回農業農村工学会中国四国支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡有美, 矢島啓
2. 発表標題 水文解析に向けた解析雨量と地上観測雨量との比較, -鳥根県東部斐伊川流域の事例-
3. 学会等名 第75回農業農村工学会中国四国支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小貫将宏, 吉田武郎, 増本隆夫
2. 発表標題 低平な大規模農地を内外に持つ八郎湖流域へのDWCM-AgWUモデルの適用
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp. 149-150, Web開催
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤晃成, 増本隆夫, 宮島真理子, 森田孝治
2. 発表標題 分布型水循環モデルを用いた雄物川流域における農業用水の確保方策の評価
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松尾洋毅, 宮島真理子, 吉田武郎, 瀧川紀子, 森田孝治, 増本隆夫
2. 発表標題 積雪深と長期水収支による解析降雨の降雪補正の検討
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp. 121-122, Web開催
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮島真理子, 吉田武郎, 松尾洋毅, 瀧川紀子, 森田孝治, 増本隆夫
2. 発表標題 豪雪地帯を有する広域流域における降雨特性と流出特性の関係性
3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp. 355-356, Web開催
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増本隆夫
2. 発表標題 近年の気象変動による両極端現象（渇水と洪水）への土地改良区としての対応
3. 学会等名 雄物・米代川地域広域基盤確立推進協議会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増本隆夫
2. 発表標題 農地水利用や流域水循環のコンピューターシミュレーション
3. 学会等名 コンピューターシミュレーションシンポジウム in AKITA 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増本隆夫
2. 発表標題 気候変動による農業農村整備への影響等
3. 学会等名 農業農村整備における気候変動対策に関する研究会、農林水産省農村振興局（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤祐二，平嶋雄太，宮本英揮，初井和朗
2. 発表標題 蒸発散量推定へのCMOS温湿度センサーの適用
3. 学会等名 令和元年度 農業農村工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 篠原健吾，伊藤祐二，奥西将之，前田広人，初井和朗
2. 発表標題 有害ラフィド藻2種の季節的優占種交代機序に関する考察
3. 学会等名 令和元年度 農業農村工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大野晃太郎，辻本久美子，小松満，太田哲，栗屋奈那，山本理沙
2. 発表標題 0.025-4.0GHz 帯における湿潤土壌誘電特性の計測
3. 学会等名 2019年度 土壌物理学大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗屋奈那, 辻本久美子, 小松満, 太田哲, 大野晃太郎, 山本理沙
2. 発表標題 Mi ronovによる湿潤土壌混合誘電率モデルの実験的検証
3. 学会等名 2019年度 土壌物理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻本久美子
2. 発表標題 大気陸面データ同化による局地循環性降水の予測精度向上に向けて
3. 学会等名 気象学会関西支部2019年度第2回例会(研究発表会)(招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 増本隆夫(農研機構編)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 成山堂	5. 総ページ数 188
3. 書名 地球温暖化と日本の農業ー気温上昇によって私たちの食べ物が変わる! ?ー	

1. 著者名 増本隆夫	4. 発行年 2019年
2. 出版社 食の新潟国際賞財団	5. 総ページ数 65
3. 書名 風土に適合した持続的水田水利用方式の提案と国際展開の継続、「創立10周年記念誌 食の新潟国際賞財団の歩み 誕生から2019年まで」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究紹介webページ
<https://monsoon.env.okayama-u.ac.jp/>
 土壌・植生 - 大気をめぐる地域水循環と農地管理
<https://monsoon.env.okayama-u.ac.jp/tsujimoto/research.html>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	吉岡 有美 (YOSHIOKA Yumi) (40753885)	島根大学・学術研究院環境システム科学系・助教 (15201)	
研究分担者	伊藤 祐二 (ITO Ryoji) (60526911)	鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・准教授 (17701)	
研究分担者	辻本 久美子 (TSUJIMOTO Kumiko) (80557702)	岡山大学・環境生命科学研究所・助教 (15301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
カンボジア	水資源気象省	カンボジア王立農業大学	カンボジア工科大学