

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02308

研究課題名（和文）水の安定同位体比を用いた水田農業が流域水循環に果たす役割の定量的評価

研究課題名（英文）Quantitative evaluation of the role of rice paddy agriculture in the hydrological cycle at the basin scale using stable isotope ratios of water

研究代表者

中桐 貴生（Nakagiri, Takao）

大阪公立大学・大学院農学研究科 准教授

研究者番号：80301430

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,100,000円

研究成果の概要（和文）：千種川、斐伊川、球磨川における現地調査に基づき、水の酸素・水素安定同位体比を指標に用いることで、流量安定時の河川水に占める水田還元水の割合を妥当な精度で定量評価できることが示された。

これまでに調査を行ってきた大規模なダムなどの水利施設のない千種川流域だけでなく、より面積規模の大きな斐伊川でも本手法が同様に適用可能であることが示された。ただし、比較的大規模なダムが存在する場合、適宜対応が必要であることが示された。

既往の水田流出モデルにGonfiantini式を適用することで、田面水の酸素・水素安定同位体比の変動を精度良く推定でき、今後のモデルによる定量評価への展開の方向性を示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

水田農業が河川流況を初めとする流域水循環に及ぼす影響の大きさについては認識されつつも、その定量評価は困難とされてきた中で、水の酸素・水素安定同位体比を指標とすることでその可能性を実証的に示せたことの社会的意義は大きい。また、比較的面積規模の大きな流域や、ダムなどの水利施設が存在する場合の適用可能性について言及できたことで実用性という観点での検討もできた。さらに、既存のモデルに比較的簡単なモデル式を組み込むだけで、地表水の同位体比の動態を比較的精度良く再現できることが示されたことは、今後、モデル開発の新たな展開の方向性を示すことができたといえ、学術的意義も有するといえる。

研究成果の概要（英文）：Based on field surveys in the Chikusa, Hii, and Kuma Rivers, it was shown that the proportion of paddy field-reduced water in river water at stable flow rates can be quantitatively evaluated with reasonable accuracy by using the stable isotope ratio of oxygen and hydrogen in water as an indicator.

It was shown that this method can be applied not only to the Chikusa River basin, which has no large dams or other water utilization facilities, but also to the Hii River basin, which has a larger area. However, when there is a relatively large dam, it is necessary to take appropriate measures. By applying the Gonfiantini equation to an existing rice paddy runoff model, we were able to accurately estimate the variation of stable isotope ratios of oxygen and hydrogen in rice paddy surface water, and we were able to show the direction of development for quantitative evaluation using the model in the future.

研究分野：農業水文学

キーワード：水の酸素・水素安定同位体 水田農業 河川流況 水質分析 水田還元水 流域水循環モデル

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

水循環基本法(2014年に制定)や水循環基本計画(2015年に策定,2020年に改定)など,日本では河川流域を中心とした水循環における健全性の維持・回復は,人類に限らず多くの生命にとって喫緊の課題であることが社会的に認知されてきており,これは世界の各地域においても共通の課題といえる.この課題に対する実効的な取り組みには,各地域における流域水循環の実態に関する知見が不可欠であるが,2020年に改定された水循環基本計画において,水循環の定量的な検証に関する科学技術の振興が今後の重要な施策の1つに挙げられ,学術的知見は今なお不十分であると認識されている.

灌漑水田が広く分布する地域では,河川水が農業用水として多量に取水され,旱天が続き流量が少ない時ほど必要水量(取水量)は多くなるのが一般的である.その一方で,水田に貯留された雨水や灌漑水は,水田圃場内で消散してしまうわけではなく,その多くが地中への浸透や,中干しや落水をはじめとする栽培管理上の人為的な排水を通じて,ある程度の時間遅れを伴いながら再び河川へと還元する.また,流路距離の長い河川では,上流にある農地からの還元水が,下流の用水源として寄与している例も珍しくない.したがって,水田農業は,流域水循環に大きく関わっており,とくに水資源という観点では重要となる低水時においては,流況により大きな影響を及ぼし得ると考えられる.しかし,この複雑な機構のため,その寄与の実態について定量的性を持って適切に説明できる方法はまだ確立されていない.

水田農業が流域水循環に及ぼす影響を流域レベルで評価する場合,従来は,河川水から水田を経由したことのある水(以下,水田還元水)を実測で分離評価することは困難であり,地目ごとにモデルを適用して解析する方法が基本とされてきた.しかし,水田に対し,その物理的構造や水管理様式を概念的に模した流出モデルの作成はできても,モデルパラメータについては,水田だけ単独に同定できる情報(データ)が無く,結局は,他地目のモデルパラメータと同時に各地目からの流出量の合計である河川流量に矛盾が生じないように同定するか,他地域で試行錯誤的に決定されたものを援用するにとどまり,地目別流出モデルによる実態反映の正確性を個々に検証できないことが学術的に大きな障壁の1つとなっていた.

こうした中,申請者は,地表水における蒸発による酸素・水素安定同位体(以下,安定同位体)の動的分別に着目した.水分子には,同位体の $^{18}\text{O}$ および $^2\text{H}$ が微量に含まれ,環境条件によりそれらの含有割合は変化し,通常,国際標準試料(VSMOW)の各同位体比に対する千分率偏差(‰)( $^{18}\text{O}$ および $^2\text{H}$ )で表される.大気中で静的平衡状態にある水蒸気から形成された雨水では,両者に $^2\text{H}=8 \times ^{18}\text{O}+10$ の直線関係(“天水線”と呼ばれる)があり(Craig, H, 1961),地表に留まった雨水が蒸発(動的分別)作用を受けると,軽い水分子の輸送が卓越して,重い水分子の濃縮が生じ,両値とも大きくなる側に変化する.

また,横軸に $^{18}\text{O}$ ,縦軸に $^2\text{H}$ をとリグラフ(ダイアグラム)で描くと,両値の対応関係は天水線より小さな勾配をもつ直線関係へと変化する.この値の変化は,液状水だけでなく積雪でも昇華蒸発により生じる.(Kendall et. al, 1998; 永田ら, 2012; 山中, 2020)

申請者は,インドネシアのバリ島や兵庫県千種川流域において現地調査を行い,雨水および河川,田面,溪流,積雪など各種地表水の $^{18}\text{O}$ および $^2\text{H}$ に関する特性として,上記の基本的性質に基づく以下のような結果を得た.雨水はほぼ天水線の関係を示す.地上で蒸発作用を受けた地表水では,天水線から有意に逸脱し,特に田面水および積雪水については,ダイアグラム上で他の地表水と明確に区別できる.河川水については,最上流部では源流域の渓流水の特性とほぼ一致し,その後,流下に伴い基本的には水が重くなる側に変化する.河川水における変化の度合いは区間流域内の水田面積にほぼ対応し,ダイアグラム上での変化は,動的分別の際に従う勾配方向となる.源流水は積雪の特性を強く反映している.以上の結果を踏まえ,水安定同位体比を利用すれば,河川水における田面水(水田還元水)の動態や積雪融雪水の影響を評価できる可能性が示唆されたことから,新たな評価方法を考案した(Nakagiri et al., 2019; 中桐ら, 2020)

このように,河川流況に対する水田還元水による影響評価の可能性が見出されたものの,定量的にどの程度正確に普遍性をもって評価できるかについては,実際の流域におけるより多くのデータの蓄積や,保存性の高い微量元素やイオン,ECなど他の指標項目による解析結果との整合性の検証,水文特性や規模の異なる様々な流域での検討が必要である.これらの検証を通じて,河川水における水田還元水の動態を定量的に評価できるようになれば,流域水循環過程における水田農業の役割について確度の高い定量的見地から議論でき,結果として,流域水循環の健全性の維持・回復の観点からの水田農業のあり方に関する指針を示すことができる.また,水資源として重要な融雪水の動態評価にも繋げられる.さらに,水田還元水の流域水循環動態が明らかになれば,より実態に即した水田モデルを改めて検討することができるとともに,モデルパラメータの新たな決定方法を提言できると考えられる.

### 2. 研究の目的

本研究では以下の3つを目的とした.

- (1) 考案した水田還元水の定量評価手法の有効性の検討

申請者らは、これまでの研究成果をもとに、基本的には、河川源流部の水と田面水におけるダイアグラム特性（勾配 $\Delta\delta^2\text{H}/\Delta\delta^{18}\text{O}$ ）を利用して河川水中に占める水田還元水の割合を定量的に評価する方法を考案し試算を行ったが、データ量がまだ乏しく、その評価方法の有効性の担保には至っていない。そこで、千種川流域において先行研究と同様の調査を行い、その有効性について検討を行う。また、水の安定同位体比だけによる検討では、等結果性（山中，2020）が担保されない可能性があることから、各水サンプルにおいて保存性の高い微量元素や主要イオン、ECなどの計測も行い、物質収支との整合性についても検証する。

### (2) 考案した評価手法の適用利便性の検討

上記の検討では、地目構成が比較的シンプルで地目を水田とそれ以外で区別しやすい千種川を対象としており、次のステップとして、より広大な面積をもつ流域や、大規模な水利施設を有する流域などにおける本評価手法の適用可能性や利便性について検討する。流域規模が大きくなったり、水利施設が存在によって水の滞留時間に影響が生じたりすれば、河川水における流下に伴う特性の変化が、区間流域における水田面積ときれいに対応しなくなることが想定されるため、こうした流域における当該評価手法の適用条件や対応方法などについて、水の安定同位体比以外の水質成分との対比を通じて検討する。

### (3) 新しい水田流出モデル構築の検討

本研究で得られる水田還元水の流域水循環機構に関する知見を踏まえ、より実態に即した水田断面構造のモデル化について改めて検討し、これに流域レベルで解析を行う際にはどのような水管理モジュールを追加すれば良いのかについて検討を行う。さらに、水の安定同位体比の情報を盛り込んだ新たなモデルパラメータの決定方法についても検討する。

## 3. 研究の方法

### (1) 考案した水田還元水の定量評価手法の有効性の検討

兵庫県にある千種川の本流上流域と2つの支流（佐用川，志文川）を対象とした。2022年6月～2024年3月の間、対象エリア内の計50地点において、月に1回（計22回）採水と現地計測（水温，pH，ORP，EC，DO，TDS）を行った。さらに、溪流や排水路との合流点5地点では合流前後3箇所での流量観測も行った。また、3筆の水田で田面水（湛水時）を採取し、千種川沿いの5地点で月単位での雨水採取も行った。さらに、2023年には現地で水田稲作を行っている6人の農家に依頼し、数日～1週間に1回の頻度で田面水のサンプリングを行ってもらった。全水サンプルの同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ， $\delta^2\text{H}$ ）を分析し、加えて河川水は他成分（微量元素13種，主要イオン，COD，TOC，T-N，T-P）の測定も行った。

### (2) 考案した評価手法の適用利便性の検討

島根県の斐伊川本流（流域面積2,540km<sup>2</sup>）および支流の赤川，三刀屋川，久野川を対象に、2021年8月～2023年7月の間、18地点で月1回（計24回）採水と現地計測（水温，pH，EC）を行った。また、3筆の水田で田面水（湛水時）を採取し、千種川沿いの5地点で月単位での雨水採取も行った。全水サンプルの同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ， $\delta^2\text{H}$ ）を分析し、加えて河川水は他成分（微量元素13種，主要イオン，COD，TOC，T-N，T-P）の測定も行った。なお、本研究では当初、熊本県の球磨川流域でも斐伊川と同規模の調査を行う予定であったが、コロナ禍の影響もあり、広域での調査を行うことができず、流域内の局所的な水田エリアでの調査に限定された。

### (3) 新しい水田流出モデル構築の検討

流域における各地目からの流出成分、とくに水田からの還元水の推定精度の向上を図るために、千種川流域を対象に前川ら（2023）が開発した水田からの還元水を考慮した分布型流出モデルへの水田内での水の動的な同位体分別を追跡するモデルの組み込むについて検討した。水田のモデル構造は、Fig.1に示す構造とし、水稻栽培期における水田の湛水管理については、現地の多くの農家が参考にして現地農協が配布している水管理パターンに従うものとし、現地農家の協力により高時間分解能（数日～1週間に1度）での田面水の水同位体比データの得られた2019年および2023年を対象に、日単位での水収支計算を行いながら、水田内における水同位体比の追跡計算を行い、田面水が採取された日における水同位体比について、実測値と計算値との比較を行った。

水収支計算に必要な日降雨量については、気象庁が公開している流域近傍地点における降水量データを使用し、また日蒸発散量については、気象庁の公開データを用いたPenmann式から算出し、計算対象年における現地流量データと水収支が矛盾しないように補正した上で使用した。また、水田内における水同位体の分別による変動計算については、中桐ら（2022）による検討を参考に、水田モデルの第1層においてGonfiantini式（Gonfiantini，1986）に基づいて変化するものとし、日々の降水における水同位体比については、現地で月単位で採取した降水における水同位体比の分布特性（領域）を調べ、分布の変動範囲内でランダムに変化させた値を与えた。

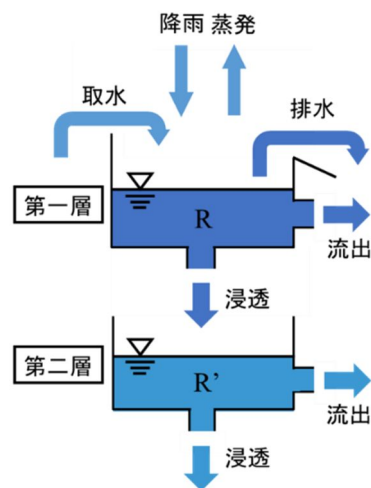


Fig.1 水田モデルの構造

#### 4. 研究成果

##### (1) 考案した水田還元水の定量評価手法の有効性の検討

###### 1) 同位体比による流量比率推定の有効性

各合流点における合流前後での各水質項目の測定結果から合流前の流量比率を算出し、調査時の流量観測結果(実測値)と比較した。Fig.2 に例示するように、測定方法の異なる少なからぬ水質項目で実測値と概ね整合した。ただし、実測値と整合する水質成分は地点や時期によって異なった。 $\delta^{18}\text{O}$  および  $\delta^2\text{H}$  についても、合流前の水における  $\delta$  値にある程度(概ね 1‰以上)の差異があれば、同図に示すように実測流量と整合した。

###### 2) 各種水の同位体比特性

雨水の同位体比はほぼ全て「天水線」と呼ばれる勾配がおよそ 8 となる直線付近に分布した。また、渓流水・湧水については、標高区分別に整理したところ、いずれも天水線より少し上側にずれた、ある一定の領域に分布していた。積雪における同位体比は、これらの領域よりもさらに上部に分布しており、渓流水や湧水における同位体比は雨水と融雪水の混合によって形成されていると推察された。

田面水、河川水、渓流水・湧水の同位体比についてみると(Fig.3)、プロット全体の近似直線は千種川における天水線よりも勾配が緩やかとなり、また図中において渓流水・湧水、河川水、田面水の順にプロットの分布域が右上、すなわち重くなる方向へとシフトする形となった。

Fig.4 は、2022/6/12 の佐用川各地点(SY1~18)での同位体比を田面水の平均同位体比(点P)とともに示したものである。各地点は図中に示された記号の番号順に上流から下流へと位置している。Fig.4 における同位体比は下流に行くほど近似直線上をより重くなる方向に推移しており、これは流下過程における蒸発作用、あるいは蒸発作用を受けた水(すなわち田面水)の流入によるものと推察される。

各種水において、以上でみられた同位体比特性は、当該流域において過去に確認された特性とほぼ同じであり、また、1)で示されたように同位体比以外の多くの水質成分ともかなり整合性の高い結果が得られており、等結果性の観点から高い信頼性のあるデータを得ることができたといえる。

###### 3) 水田還元水の割合の推定

河川区間SY1~SY6には水田からの還元流入がほとんど無い。しかし、Fig.4 において、SY6は重くなる側に同位体比が変化している。これは流下過程における蒸発作用によるものと考え、集落排水等による影響が少ない最下端であるSY13までSY1~SY6区間を単純に流路距離分だけ延長させると、同図に示すSY13'となる。しかし、SY13における実際の同位体比はそれよりも重い側にプロットされている。この差異は水田からの還元水の影響によると思われる。ここでは河川水における水田還元水とそれ以外との構成比が線分SY13'-SY13とSY13-Pの距離の逆比によって求められると仮定し、調査日ごとの計算結果をFig.5に示す。豪雨翌日に調査を行った8/19を除き、水田還元水の割合は10~60%となり、数値的にはまだ検討の余地はあるものの地点SY13における流域面積に対する水田面積割合(2.1%)よりも明らかに大きな値となった。

##### (2) 考案した評価手法の適用利便性の検討

斐伊川の調査対象面積は、千種川各支川の流域面積の10倍以上と大きく、斐伊川本川上の採水地点間も千種川に比べるとはるかに長かったが、尾原ダムより上流の河川区間においては、各地点の水の安定同位体比はほぼ全ての調査日において、Fig.6 に例示するように、上流地点から下流地点へと進むに従って $\delta$ ダイアグラム上をほぼ直線的に重くなる側に推移し、千種川流域において確認されたものとほぼ同じ傾向が得られた。また、尾原ダムより上流の4地点におけるプロットに対する近似直線の傾きも千種川流域のものとかかなり近い値を示した。

しかし、尾原ダム直下流地点における水の同位体比は、上記の直線から比較的大きく外れ、そ

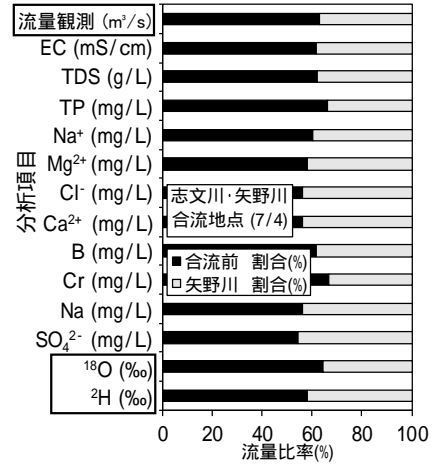


Fig.2 各指標から求めた合流点での流量比率の比較

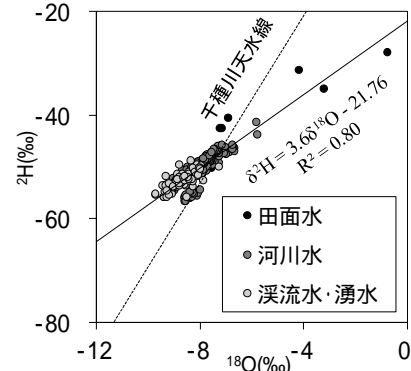


Fig.3 雨水、積雪、渓流水・湧水における同位体比特性の比較

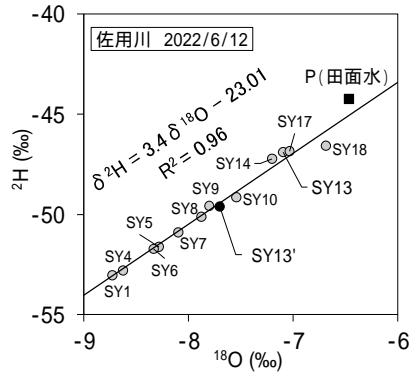


Fig.4 河川流下に伴う ²H 値の変化

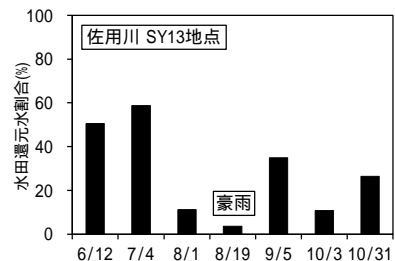


Fig.5 水田還元水の割合の試算例

れより下流で、久野川からの流入を受ける手前までの区間にある3地点における同位体比は、再び尾原ダムより上流部で見られた同位体比特性に近くなり、一方で、尾原ダムより上流の河川区間でみられたばらつきに比べると、これら3地点でのばらつきは比較的小さくなった。

尾原ダム直下流地点における水の同位体比が他地点に比べて比較的大きく乖離したのは、尾原ダムによって蓄えられた河川水に、降雨時に降水における同位体特性を有する水がある程度大きな割合で混入することによって、流量安定時の河川水とは異なる同位体比特性となったためであると推察される。また、尾原ダムより下流において、上流区間と比較的類似した同位体比特性を有する水が支流から流入したことで、再び、尾原ダムより上流の河川区間における同位体比特性に近い状態に戻ったと推察される。

尾原ダムより上流の4地点と、尾原ダム直下流地点より下流の3地点における河川区間の流路長には、それほど大きな違いがないにも拘わらず、両者において、プロットのばらつきに大きな違いが見られたのは、尾原ダムより上流地域においては、水田が比較的大きく存在しているのに対し、尾原ダムより下流の久野川との合流地点までの区間においては、水田面積がかなり小さいためであり、河川水における水の同位体比特性は、水田からの還元水に顕著な影響を受けるといえる、これまでに得られてきたものと矛盾しない結果が示されているといえる。

ところで、尾原ダムより上流の河川区間において、河川流路上に三成ダムが存在しているが、Fig.6を見る限り、水の安定同位体比において、尾原ダムのような明確な影響を与えている様子は見られず、このことはどの調査日においても同様であった。これは、尾原ダムにおける貯水容量は、流域面積に対しておよそ200mm分の降水に相当するのに対し、三成ダムについては10mmにも満たない規模の貯水容量しかなくダム貯水池内で同位体比特性における変化が小さいためであると考えられる。

斐伊川における調査結果を踏まえ、水の安定同位体比による河川水における水田還元水の影響評価の有効性については、流域の面積規模自体はあまり影響を受けないと推察され、一方で、ある程度規模の大きな貯水池を有するダムのような施設が存在する場合には、それを考慮する必要があることが明らかとなった。ただし、河川区間を区切って考えていくことで、そのような水利施設がある場合でも、水の安定同位体比による評価は十分可能であるといえる。

### (3) 新しい水田流出モデルの提案とモデルパラメータ決定方法の検討

Fig.7は、本研究で作成した水田モデルを用いて、モデルの第1層目における $\delta^{18}\text{O}$ および $\delta^2\text{H}$ それぞれについて日単位での追跡計算を行った結果の一例として、2023年における調査水田の1つでの計算結果を実測値とともに示したものである。降水における $\delta$ 値については、乱数を用いて模擬に与えているため、必ずしも実際の値と異なる場合もあるにも拘わらず、ある程度妥当な $\delta^{18}\text{O}$ の値が推定できており、 $\delta^2\text{H}$ についても同程度の推定精度が得られた。本研究で採用した計算方法では、 $\delta$ 値の推定精度には、大気中の水蒸気における同位体比( $\delta_a$ )の妥当な値をいかに定めるかが重要となってくるのが明らかとなり、今後この点について検討を行っていく予定である。

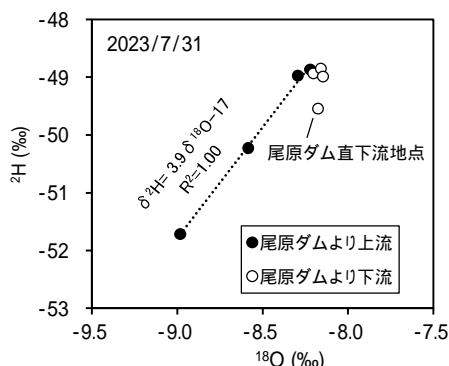


Fig.6 斐伊川における流下に伴う  $\delta$  値の変化

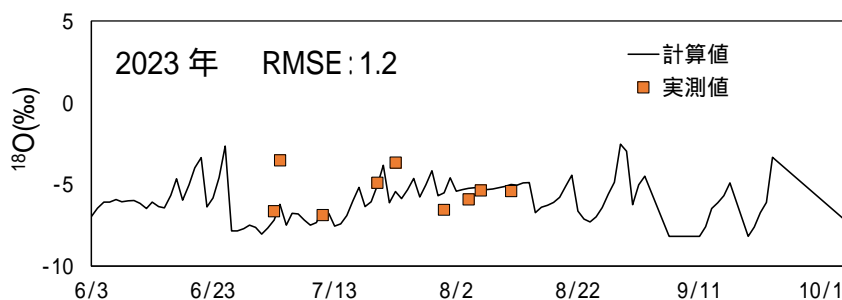


Fig.7 田面水における  $^{18}\text{O}$  の計算結果の一例

### <引用文献>

- 山中 勤 (2020): 環境同位体による水循環トレーシング, 共立出版, 92-93.
- 前川洋貴, 中桐貴生, 舩石優里, 堀野治彦, 櫻井伸治 (2023): 水の安定同位体比を利用した水田流出モデルの推定精度の向上, 第13回同位体環境学シンポジウム要旨集, 31.
- 中桐貴生, 尾住さやか, 堀野治彦, 櫻井伸治 (2022): 野外に設置した水槽における酸素・水素安定同位体比の変動特性, 2022年度農業農村工学会大会講演会要旨集, 351-352.
- Gonfiantini R. (1986): CHAPTER3, ENVIRONMENTAL ISOTOPES IN LAKE STUDIES., Handbook of Environmental Isotope Geochemistry 2.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 中桐貴生, 尾住さやか, 堀野治彦, 櫻井伸治
2. 発表標題 野外に設置した水槽における酸素・水素安定同位体比の変動特性
3. 学会等名 農業農村工学会2022年度大会講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takao Nakagiri, Hiroki Maekawa, Haruhiko Horino, Shinji Sakurai
2. 発表標題 Quantitative assessment of impact of return flow from paddy fields on river regime using a distributed rainfall-runoff model
3. 学会等名 PAWEES2022 International Conference, Fukuoka, Japan (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 前川洋貴, 中桐貴生, 堀野治彦, 櫻井伸治
2. 発表標題 水田からの還元水を考慮した分布型流出モデルの検討
3. 学会等名 農業農村工学会京都支部第78回研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中桐貴生, 高橋大地, 堀野治彦, 櫻井伸治
2. 発表標題 河川における水田還元水の影響評価に対する水の安定同位体比の有効性
3. 学会等名 農業農村工学会2023年度大会講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 船石優里, 堀野治彦, 中桐貴生, 櫻井伸治, 前川洋貴
2. 発表標題 解析雨量を用いた分布型流出モデルの検証
3. 学会等名 農業農村工学会京都支部第80回研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 船石 優里, 中桐 貴生, 前川 洋貴, 堀野 治彦, 櫻井 伸治
2. 発表標題 田面水における水の酸素・水素安定同位体比の 変動シミュレーションモデルの検討
3. 学会等名 第13回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 前川洋貴, 中桐貴生, 船石優里, 堀野治彦, 櫻井伸治
2. 発表標題 水の安定同位体比を利用した水田流出モデルの推定精度の向上
3. 学会等名 第13回同位体環境学シンポジウム
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 中桐貴生	4. 発行年 2022年
2. 出版社 総合地球環境学研究所	5. 総ページ数 4
3. 書名 同位体環境学がえがく世界一地域の水循環に田んぼが果たす役割の評価ーの項	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

## 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	堀野 治彦  (Horino Haruhiko)  (30212202)	大阪公立大学・大学院農学研究科 ・教授    (24405)	
研究分担者	櫻井 伸治  (Sakurai Shinji)  (30531032)	大阪公立大学・大学院農学研究科 ・講師    (24405)	
研究分担者	濱 武英  (Hama Takehide)  (30512008)	京都大学・農学研究科・准教授    (14301)	

## 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