

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25241028

研究課題名(和文) 渇水リスク農業地域における持続可能な流域地下水ハイブリッド再利用システムの構築

研究課題名(英文) Hybrid groundwater recycling system in a catchment scale for sustainable agriculture in drought regions

研究代表者

小野寺 真一 (Onodera, Shin-ichi)

広島大学・総合科学研究科・教授

研究者番号：50304366

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 30,800,000円

研究成果の概要(和文)：多くの水資源を使用する渇水農業地域において肥料成分に富む地下水を農業に再利用する効率的・節水型の流域地下水管理システムの構築を目的とした。瀬戸内島嶼果樹園流域において、農業試験地及び流域試験地を設置し現場スケールでのシステム構築とその評価を行った結果、農地での肥料散布量が1割から4割削減でき、窒素溶脱量も導入前と比較して約4割減少したことが明らかになった。さらに、流域スケールで富栄養成分蓄積量が約40年利用可能で、水量も現在の利用量で持続可能であることが確認できた。今後詳細な温室効果ガス放出評価は必要であるが、本システムの環境汚染及び持続的農業という点での有効性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to construct a hybrid groundwater recycling system in a catchment scale for sustainable agriculture in drought regions and to evaluate the effects of its system on water environment. In this study, the experimental agricultural land and catchment were constructed on an agricultural island in Seto Inland Sea. Hybrid recycling system of nutrient and water was evaluated to be adequate. Accumulated nutrient in groundwater was similar to the amount to provide as fertilizer for next 40 years and groundwater flux was larger than planned abstractions. In addition, this system was able to reduce nitrogen leaching up to 40% of that before applications. Consequently, the system could enable us to conduct sustainable and robust agricultural activities in terms of resources of water and fertilizer in drought region.

研究分野：水文学

キーワード：環境調和型農業 水資源 地下水 硝酸性窒素 富栄養 肥料 流域

1. 研究開始当初の背景

【農業が抱える課題】『食糧増産』を実現する『持続可能な農業』は国際的に重要な課題の一つである。しかしながら、近年の国際的な肥料価格の高騰(大量消費とリン資源の枯渇などの影響)、水資源の量的・質的劣化、及び農業活動にともなう環境汚染等の問題がその妨げとなっている。特に、食料自給率の低い日本では、上記の課題に加えて農業人口の減少と高齢化が深刻化しており、農業経営改善や環境対策を含む農業改革(省力化・省資源化)に着手することが急務である。

【水資源問題】世界的に、水資源に対する農業用水の占める割合は6割以上(日本を含むアジアでは7割)と高く、渇水被害(干ばつ)に見舞われる可能性のある陸域面積の4割の地域では、農業用水を効率的に利用するシステムが必要である。一方、日本でも特に瀬戸内地域は渇水リスクが高く、年降水量も最近40年間で明瞭な減少傾向を示し、今後渇水被害の拡大が予想される。以上の点から、常に渇水リスクの高い瀬戸内海沿岸域等で、水資源の効率的利用システムを開発しその効果を検証することは、世界の渇水地域における持続的農業のモデルケースとなるであろう。特に、河川と地下水は地下水面を介した連続系であり、水資源としても総合的に利用することは有効である。これまでに瀬戸内海流域の地下水流出量は河川流量と同程度(降水量の10~20%)であると推定され、渇水リスクの高い地域の場合には、地下水の河川に対する流量比率が高く、より地下水の利用が有効であることを示している。

【環境負荷問題】最近数十年間で、世界的に農業地域で化学肥料が大量に使用され、地下水の硝酸性窒素汚染が拡大してきた。加えて、それらにともない温室効果ガス(N_2O)の排出や沿岸域への無機態窒素の流出が、温暖化や富栄養化に対して大きな影響を与えている。一方で、農地で汚染された地下水は言い換えれば肥料成分に富む水であり、農地での再利用が可能となれば水・肥料成分の省資源化及び環境負荷低減への貢献が大いに期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、渇水リスク地域の中でも特に水資源の多くを使用する農業地域に対して効率的・節水型の流域地下水再利用管理システムを構築することを目的とした。このシステムは、農地で涵養した肥料成分に富む地下水(富栄養地下水)を、流域スケールで農業に再利用する“水・養分ハイブリッド再利用”方式であり、使用する地下水は流動速度と栄養塩濃度の点から浅層地下水を中心とするなど、水も肥料も節約する省資源型のシステムである。具体的には、(1)実証試験を含む現地流域モニタリング及び(2)数値モデル解析により、流域スケールでの地下水流動速度と栄養塩循環を考慮した持続可能な地下

水ハイブリッド再利用システムの適用及び検証を行い、(3)その適用にともなう沿岸までを含む流域環境影響及び環境経済的価値について評価を行った上で、持続可能なシステムの構築を目指した。

3. 研究の方法

(1)農業流域での富栄養地下水再利用システムの現地検証(水・物質循環観測)

本研究ではまず、広島県尾道市(生口島)の従来から主に地下水を灌漑に利用している果樹園流域において、富栄養の地下水を再利用する“節水型灌水システム”の適用を行なった。節水型灌水システムは、富栄養地下水が豊富にある中流域に約10aの試験地を設けて適用した。試験地には、地表から深度1mまでの土壌水採取装置と地下水モニター用の観測井をそれぞれ設置した。灌水システム導入にともなう水・肥料削減効果を確認するため、土壌水・土壌蓄積量、地下水及び大気への N_2O ガスフラックスの定期的なモニタリングを3年間継続した。

(2)モデル解析による富栄養地下水再利用システム効果の検証

標準的な栽培体系時及び富栄養化地下水再利用システム導入時における樹園地スケールでの栄養塩吸収量及び溶脱量を推定するため、近畿中国四国農業研究センターによる従来の観測情報をもとに、一次元水・栄養塩輸送モデル(HYDRUS-1D)を用いた比較解析を行った。さらに、その効果を流域スケールで見積もるため、流域負荷モデル及び準分布型物理モデル Soil and Water Assessment Tool (SWAT)を使用して、流域への負荷量を定量化した。また、気候変動や農地変動(農地面積減少及び土地利用変化)を考慮に入れたシナリオ解析も実施した。

(3)流域圏環境影響・持続可能性の定量的評価

地下水中の硝酸性窒素濃度軽減にともなう硝化・脱窒量の減少と N_2O ガス濃度の低下を評価し、流域スケールでの栄養塩循環の変化を実証的に明らかにする。また、流域地下水流動・物質循環速度を評価するため窒素・炭素安定同位体比とともに地下水年代について外注分析も実施した。また、農業経営に関する肥料削減効果の評価も合わせて実施した。再利用システム導入による流域からの栄養塩流出量変化が、干潟を含む沿岸環境へ及ぼす影響を評価するため、海岸線付近での N_2O ガス濃度測定と同時に地下水指標となるラドンガスを測定した。再利用システムの導入にともなう環境経済的評価のため、地下水使用量に関する調査及び流域におけるライフサイクルアセスメント(LCA)解析を行った。さらに、流域負荷モデル 地下水流動モデル (SWAT HYDRUS) 連結解析により、水資源に関する節約効果の評価及び

地下水中の窒素の供給及び輸送時間の変化を評価し、肥料再利用効果の継続年数を推定した。

4. 研究成果(上付き番号は論文業績と対応)

(1) 農業流域での富栄養地下水再利用システムの現地検証： 再利用システムの農地実証試験は、広島県尾道市(生口島)果樹園流域に、地元農家、JA、市、広島県の協力のもと“節水型灌水システム”を設置し行われた。試験地は約 10a 程度の上流域で、富栄養地下水が豊富にある中流域から揚水し実施した。試験の結果、3 割から 5 割の減肥効果が確認でき、同時に環境影響(窒素溶脱)も小さいことが明らかになった。流域スケールでの実証試験では、従来の観測井 8 本に追加で 3 本(10, 20, 40m)の観測井を設置し、高解像度の水位・水質のモニター(水圧変動、土壌水・土壌蓄積量、同位体比変動、地下水及び大気への N_2O ガスフラックスなど)を行った。その結果、富栄養地下水の蓄積量は 40 年分あり再利用が十分に可能であることが確認できた。一方で、下流域では水位低下時期(主に冬季)に地下水が還元傾向を示し、脱窒による N_2O 濃度の急激な上昇というリスクが季節的に存在することが確認された¹⁷⁾¹⁹⁾。

(2) モデル解析による富栄養地下水再利用システム効果の検証： 従来の観測情報をもとに、SWAT を用いて地下水涵養量を推定した。また、その地下水涵養量をインプットデータとして使用して、HYDRUS-1D で解析を行い、計測された地下水位変動で検証した。その結果、流域の地下水涵養量は年間 400 mm 程度であることが確認された。地下水涵養量は降雨強度に依存しており、将来の気候変動によって変動する可能性が明らかになった⁸⁾。また、同システムを導入した場合の流域への窒素溶脱量は、標準的な栽培体系の場合と比較して、およそ 4 割減少すると推定された。

(3) 持続可能性の定量的評価：流域地下水の利用状況について、農業地下水利用形態の異なる 3 つの集落で、各 100 戸程度のアンケート調査を実施した。都市部に比べて多くの地下水利用の実態が明らかになり、現在の揚水量は地下水涵養量を上回る使用ではないことが判った。また、LCA 解析の結果では、標準的な栽培体系よりも富栄養地下水再利用システムを導入した栽培体系では水系への窒素排出量が大幅に低減し、流域として評価した場合においても、環境負荷を低減できることが明らかになった。

以上のことから、節水型のシステムに転換することで、より持続性の高い安定的な農業へと進化することが示唆された。

これらの成果は、地球惑星科学合同大会での関連セッションを主催し、AOGS (Asia

Oceania Geosciences Society)での関連セッションを共催し、成果の一部を公表し外部評価を受けた。また、日本水文科学会において公開シンポジウムの開催や、地元農家を対象とした成果報告会の開催、尾道市瀬戸田地域果樹振興対策会議技術部会での報告を行い、成果の普及も行った。さらに、日本水文科学会誌において特集号の企画を行い、成果をとりまとめて投稿している。

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 38 件)

1. Jin, G., Onodera, S., Saito, M., 他 5 名, "Vertical distribution of sediment phosphorus in Lake Hachirogata related to effect of land reclamation on phosphorus accumulation.", *Environmental Technology*, doi:10.1080/09593330.2015.1117043, 37, 486-494, 2016. (査読有)
2. Shimizu, Y., Onodera, S., and Matsumori, K., "Estimation of Nutrient Fluxes from Suburban Watersheds in Japan using the SWAT Model: Current Issues and Future Directions.", Yagi K. and C. George Kuo (eds) *In The Challenges of Agro-Environmental Research in Monsoon Asia*, 6, 227-236, 2016. (査読有)
3. Saito, M., Onodera, S., 他 5 名, "Effect of physical and morphometric factors on nutrient removal properties in agricultural ponds.", *Water Science and Technology*, doi: 10.2166/wst.2015.441, 72(12), 2187-2193, 2015. (査読有)
4. Kittiwanih, J., Yamamoto, T., 他 2 名, "Assessing responses of the Hiroshima Bay ecosystem to increasing or decreasing phosphorus and nitrogen inputs.", *Mar. Poll. Bull.* 102, 256-264 doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.04.003, 2015. (査読有)
5. Saito, M., Onodera, S., 他 2 名, "Evaluation for the effect of non-stationary nutrient transport on the coastal seaweed cultivation in western Japan.", *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 371, 149-155, doi: 10.5194/piahs-371-149-2015, 2015. (査読有)
6. Shimizu, Y., Onodera, S., Jin, G. and Saito, M., "Estimation of long term nutrient loadings into a hyper eutrophic artificial lake in lowland catchment, western Japan.", *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 368, 337-342, doi: 10.5194/piahs-368-337-2015, 2015. (査読有)
7. Shimizu, Y., Onodera, S., Takahashi, H. and Matsumori, K., "Impact analysis of the decline of agricultural land-use on flood risk and material flux in hilly and mountainous watersheds.", *Proceedings of the International*

- Association of Hydrological Sciences*, 370, 39-44, doi: 10.5194/piahs-370-39-2015, 2015. (査読有)
8. Jin, G., Shimizu, Y., Onodera, S., Saito, M., Matsumori, K., "Evaluation of drought impact on groundwater recharge rate using SWAT and Hydrus models on an agricultural island in western Japan.", *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 371, 143-148, doi:10.5194/piahs-371-143-2015, 2015. (査読有)
 9. 丸山 豊, 小野寺真一, 北岡豪一, 河川近傍の“みずみち”状湧水における水温変動を利用した地下水フラックスの推定, *日本地下水学会誌*, 57(2), 207-219, doi: 10.5917/jagh.57.207, 2015. (査読有)
 10. 井岡聖一郎, 小野寺真一, 村岡洋文, 地下水中のリンの動態, *地球環境*, 20(1), 47-54, 2015. (査読有)
 11. 齋藤光代, 小野寺真一, 沿岸地下水流出域におけるリン動態, *地球環境*, 20(1), 55-62, 2015. (査読有)
 12. 清水裕太, 小野寺真一, 水文流出モデルを用いた流域からのリン流出量推定の現状と課題, *地球環境*, 20(1), 111-116, 2015 (査読有)
 13. 清水裕太, 小野寺真一, 松森堅治, "水文流出モデルを用いた流域からの窒素流出量推定 現状と課題", *日本水文学会誌*, 44, 207-223, 2015. (査読有)
 14. 山本民次, "瀬戸内海の栄養塩管理～持続的な海藻養殖に向けて～", *はじめに：海洋と生物*, 218, 207-208, 2015. (査読無)
 15. 相田 聡・小畑泰弘・阿保勝之・高橋 暁・山本民次, "第15回(2015) 広島湾研究集会「海域の貧栄養化～広島から瀬戸内海について考える～」", *水産海洋研究*, 79, 1-2, 2015. (査読有)
 16. 山本民次, "瀬戸内海の貧栄養化と生態系構造の変化をどう見るか", *水産海洋研究*, 79, 205-208, 2015. (査読有)
 17. 山本民次, "「きれいな海」から「豊かな海」へ.", *豊かな海*, 37, 50-54, 2015. (査読無)
 18. 山本民次, "瀬戸内海を「庭」や「畑」として利用する.", *Ocean Newsletter*, 369, 4-5, 2015. (査読無)
 19. Hosono, T., Lorphensriand, O., Onodera, S., 他5名, "Different isotopic evolutionary trends of $\delta^{34}\text{S}$ and $\delta^{18}\text{O}$ compositions of dissolved sulfate in an anaerobic aquifer system.", *Applied Geochemistry*, 46, 30-42, 2014. (査読有)
 20. Onodera, S., 他7名, "Nitrous oxide emission with submarine groundwater discharge in an agricultural watershed affected by significant fertilizer application.", *Proc. of 9th IWA Intl. Symposium (AGRO2014)*, 196-203, 2014. (査読無)
 21. Onodera, S., 他6名, "Nutrient component of groundwater in agricultural land.", *Proceedings of Workshop on Water, Nitrogen, and Agriculture in the State of Brazil*, 41-44, 2014. (査読無)
 22. 大西晃輝, 小野寺真一, 齋藤光代, 他2名, "大量施肥農業流域における不圧地下水での溶存 N_2O の空間分布特性", *陸水学雑誌*, 75, 1-11, 2014. (査読有)
 23. 山本民次, "瀬戸内海の貧栄養化について(再考)", *日本マリンエンジニアリング学会誌*, 49, 496-501, 2014. (査読有)
 24. 山本民次, "瀬戸内海西部海域における貧栄養化.", *沿岸海洋研究*, 52, 49-58, 2014. (査読有)
 25. Jin, G., Onodera, S., 他4名, "Effect of dam construction on sediment phosphorus variation in a semi-enclosed bay of the Seto Inland Sea, Japan.", *Estuarine Coastal and Shelf Sciences*, 135, 191-200, 2013. (査読有)
 26. Haque, S., Onodera, S., and Shimizu, Y., "An overview of the effects of urbanization on the quantity and quality of groundwater in South Asian mega cities.", *Limnology*, 14, 135-145, 2013. (査読有)
 27. Onodera, S., Saito, M., 他4名, "Nutrient transport and surface water-groundwater interactions in the tidal zone of the Yamato River, Japan.", *IAHS Publication*, 361, 204-211, 2013. (査読有)
 28. Saito, M., Onodera, S., and Shimizu, Y., "Effects of residence time and nutrient load on eutrophic conditions and phytoplankton variations in agricultural reservoirs.", *IAHS Publication*, 361, 197-203, 2013. (査読有)
 29. Shimizu, Y., Onodera, S., and Saito, M., "The effect of small impoundments on nutrient transport in a suburban watershed.", *IAHS Publication*, 362, 172-177, 2013. (査読有)
 30. Shimizu, Y., and Onodera, S., "Effect of climate change on flood events as major driver of nutrient discharge from a suburban watershed, western Japan.", *IAHS Publication*, 359, 38-43, 2013. (査読有)
 31. 清水裕太, 小野寺真一, 齋藤光代, "郊外農業流域におけるリン流出量推定へのSWATモデルの適用可能性.", *水文水資源学会誌*, 26, 153-173, 2013. (査読有)
 32. 大西晃輝, 小野寺真一, 他5名, "巨大都市ジャカルタのチリウン川における水質汚濁特性.", *日本水文学会誌*, 43, 39-46, 2013. (査読有)
 33. 伊藤浩子, 小野寺真一, 他3名, "大阪平野とその周辺地域における地下水観測井の水質の特徴.", *Kansai Geo- Symposium 2013 論文集*, 21-26, 2013. (査読無)
 34. 小野寺真一, 他5名, "大阪平野における窒素負荷の変動とその地下水水質に及ぼす影響.", *Kansai Geo- Symposium 2013 論文集*, 27-30, 2013. (査読無)

[学会発表](計 131件)

1. Jin, G., Onodera, S., 他8名, "Comparative research of lake eutrophication history by long core samples collecting from two typical Japanese reclaimed lakes.", XIX International Union for Quaternary Research Congress (Nagoya, Japan), 2015年8月2日.
2. Onodera, S., 他8名, "Last 10,000 years variation in phosphorus supply to a coastal region in a western Japan.", XIX International Union for Quaternary Research Congress (Nagoya, Japan), 2015年8月2日.
3. Takeuchi, T., Kitaoka, K., Yamaguchi, K., Onodera, S., 他3名, "Formation process of the coastal alluvial plain in an enclosed sea watershed: case study of the Okayama.", XIX International Union for Quaternary Research Congress (Nagoya, Japan), 2015年8月1日.
4. Shimizu Y., Onodera, S., Jin, G., Saito, M., "Estimation of sediment and nutrient fluxes into a coastal lake for a 100-year using SWAT model.", XIX International Union for Quaternary Research Congress (Nagoya, Japan), 2015年8月1日.
5. Saito, M., Onodera, S., Hidaka, G., Tokumasu, M., "Evaluation for the effect of non-stationary nutrient transport on the coastal seaweed cultivation in western Japan.", The 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (Prague, Czech Republic), 2015年6月27日.
6. Jin, G., Shimizu, Y., Onodera, S., 他2名, "Evaluation of drought impact on groundwater recharge rate using SWAT and Hydrus models on an agricultural island in western Japan.", The 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (Prague, Czech Republic), 2015年6月27日.
7. Onodera, S., 他4名, "Evaluations of spatial distributions in groundwater recharge and flood discharge in an urban and suburban watershed of 1,000km² scale.", The 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (Prague, Czech Republic), 2015年6月23日.
8. Shimizu, Y., Onodera, S., 他2名, "Impact analysis of the decline of agricultural land-use on flood risk and material flux in hilly and mountainous watersheds.", The 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (Prague, Czech Republic), 2015年6月23日.
9. 小野寺真一, 他8名, "湧水リスク農業地域における水環境の持続的利用のための流域制御法", 尾道市瀬戸田地域果樹振興対策会議技術部会, JA三原(尾道市), 2016年5月11日.
10. 山本民次, "瀬戸内海の貧栄養化の過程と水産業への影響", 日本水産学会水産環境保全委員会シンポジウム「栄養塩添加による漁場生産力の向上」, 東京, 2016年3月26日。(招待講演)
11. 齋藤光代, 小野寺真一, 清水裕太, "陸域の地形および地下水流動に基づく海底湧水の評価.", 日本水産学会春季大会, 品川, 2016年3月26日.
12. 山本民次, "豊かな海の創生 - 私の提言.", 平成27年度県立総合技術研究所水産海洋技術センター研究成果発表会, 広島, 2016年2月3日。(招待講演)
13. 小野寺真一, "自然界におけるリンの循環.", 第2回持続的リン利用シンポジウム, 早稲田大学(新宿区), 2015年11月26日。(招待講演)
14. 金 広哲, 清水裕太, 小野寺真一, 他2名, "Hydrological modeling for water balance in an agricultural island.", 陸水物理研究会第37回研究発表会(2015 秋田大会)(秋田市) 2015年11月14日.
15. 有富大樹, 小野寺真一, 齋藤光代, 他3名, "地下水流動に伴う酸化還元電位変化及び溶存亜酸化窒素濃度変化.", 2015年度日本水文科学学会学術大会, 産総研(つくば市), 2015年10月10日.
16. 齋藤光代, 小野寺真一, 他7名, "マルチトレーサー法による潮間帯での地下水流出の評価.", 2015年度日本水文科学学会学術大会, 産総研(つくば市), 2015年10月10日.
17. 齋藤光代, 小野寺真一, 他7名, "瀬戸内海島嶼部の藻場分布域における地下水流出の評価.", 日本海洋学会秋季大会, 松山市, 2015年9月29日.
18. 松森堅治, 清水裕太, 他2名, "土地利用数値情報を用いた河川水質予測.", 日本土壌肥料学会2015年度京都大会, 京都大学(京都市), 2015年9月9-11日.
19. 齋藤光代, 小野寺真一, 他5名, "瀬戸内海島嶼部における地下水湧出とアマモ場との関係について.", 平成27年度瀬戸内海研究フォーラムin奈良, 奈良県文化会館(奈良市), 2015年9月3日。(最優秀ポスター賞受賞)
20. Jin, G., Shimizu, Y., Onodera, S., 他2名, "Climate change impacts on groundwater recharge on an agricultural island, western Japan, estimated by SWAT/Hydrus model.", 日本地球惑星科学連合2015年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉市), 2015年5月24日.
21. 齋藤光代, 小野寺真一, 他5名, "沿岸藻場分布域における地下水流出の評価.", 日本地球惑星科学連合2015年大会(千葉市), 2015年5月24日.
22. 有富大樹, 小野寺真一, 齋藤光代, 金 広哲, 丸山 豊, "地下水流動に伴う酸化還元電位変動及び硝酸態窒素濃度変化.", 日本地球惑星科学連合2015年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉市), 2015年5月24日.
23. 小野寺真一, 他6名, "流域スケールでの地下水および窒素の再利用に関する研究.", 2014年度日本水文科学学会学術大会, 広島大

- 学(東広島市)2014年10月4日.
24. 松森堅治, 向井章恵, 他4名, "周年マルチ点滴かん水同時施肥法(マルドリ方式)による地下水再利用システムの現地実証試験.", 2014年度日本水文科学学会学術大会, 広島大学(東広島市)2014年10月4日.
 25. 高橋英博, 谷口智雅, "瀬戸内島しょ部の果樹栽培地域での地下水利用.", 2014年度日本水文科学学会学術大会, 広島大学(東広島市)2014年10月4日.
 26. 有富大樹, 小野寺真一, 齋藤光代, 他2名, "花崗岩不圧帯水層中の溶存亜酸化窒素の鉛直分布とその時系列変化.", 2014年度日本水文科学学会学術大会, 広島大学(東広島市)2014年10月4日.
 27. 小野寺真一, 齋藤光代, "窒素同位体を用いた地下水流動と脱窒過程の相互作用に関する研究.", 日本地球惑星科学連合2013年大会, 幕張メッセ国際会議場(千葉市), 2013年5月23日.(招待講演)

[図書](計 4件)

1. 北岡豪一・小野寺真一・齋藤光代(編), 「瀬戸内海流域の水環境」, 吉備人出版, 受理, 210頁
2. 清水裕太, 小野寺真一, 「窒素フローモデルを用いた地下への窒素負荷量の推定」, 山下亜紀郎(編)『土地利用でみるアジアの都市化と自然環境』, 筑波大学出版会, 133-156, 2016年3月, 162頁.
3. 山本民次, 花里孝幸(編著)「海と湖の貧栄養化問題 - 水清ければ魚棲まず」, 地人書館, 2015年3月, 195頁.
4. 小野寺真一, 「液体試料(ガス・溶液)」, 地球環境学マニュアル編集委員会(編)『地球環境学マニュアル2』, 朝倉出版, 2014年, 144頁.

[産業財産権]

- 出願状況(計0件)
- 取得状況(計0件)

[その他]

- ・ホームページでの成果公表

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/mtcatwg/big-hands/index.html>

・日本水文科学学会公開シンポジウム主催および特集号論文の企画出版
「水循環に関わる窒素循環 - 科学的未知に迫る」コーディネーター; 小野寺真一, 井岡聖一郎, 齋藤光代, 千葉商科大学(千葉県市川市), 2013年10月20日.

・AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) セッション共催 IG09-22 「Land-sea Interactions: Catchments, Coasts and Lagoons Under Changing Environmental Conditions」. ロイト

ン札幌ホテル, 2014年8月1日.

・現地住民へのフィードバックセミナー開催(尾道市瀬戸田町生口島開発総合センター) 2014年3月22日

6. 研究組織

(1)研究代表者

小野寺 真一 (ONODERA, Shin-ichi)
広島大学・大学院総合科学研究科・教授
研究者番号: 50304366

(2)研究分担者

齋藤 光代 (SAITO, Mitsuyo)
岡山大学・大学院環境生命科学研究所・特任助教
研究者番号: 20512718

高橋 英博 (TAKAHASHI, Hidehiro)
農業・食品産業技術総合研究機構・近畿中国四国農業研究センター・主任研究員
研究者番号: 30414783

山本 民次 (YAMAMOTO, Tamiji)
広島大学・大学院生物圏科学研究科・教授
研究者番号: 40240105

松森 堅治 (MATSUMORI, Kenji)
農業・食品産業技術総合研究機構・近畿中国四国農業研究センター・上席研究員
研究者番号: 40414445

福岡 正人 (FUKUOKA, Masato)
広島大学・大学院総合科学研究科・教授
研究者番号: 70117232

(3)連携研究者

向井 章恵 (MUKAI, Akie)
農業・食品産業技術総合研究機構・近畿中国四国農業研究センター・主任研究員
研究者番号: 90414458

清水 裕太 (SHIMIZU, Yuta)
農業・食品産業技術総合研究機構・近畿中国四国農業研究センター・日本学術振興会特別研究員 PD
研究者番号: 50625829

(4)研究協力者

金 広哲 (JIN, Guangzhe)
大西晃輝 (ONISHI, Koki)
吉川昌志 (YOSHIKAWA, Masashi)
丸山 豊 (MARUYAMA, Yutaka)
有富大樹 (ARITOMI, Daiki)
白 佳卉 (BAI, Jiahui)
友澤裕介 (TOMOZAWA, Yusuke)
渡邊修一 (WATANABE, Shuichi)
笠原賢明 (KASAHARA, Yoshiaki)