様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　２ 年　 ６ 月 ３０ 日現在

機関番号：３２６５８
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2015～2019
課題番号：１５Ｋ０７６５４

研究課題名（和文）カンボジアにおける牛糞堆肥の施用による土壌保全と大腸菌の抑制対策に関する研究

研究課題名（英文）Study on Soil Conservation with Manure Application and Eliminating E. coli in Cambodia

研究代表者
三原　真智人（MIHARA, Machito）

東京農業大学・地域環境科学部・教授

研究者番号：００２５６６４５

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,800,000円

研究成果の概要（和文）：　本研究ではカンボジア国コンポンチャム州におけるメコン河の小流域であるプレイチョール郡に位置するサムロンコミューンおよびバライコミューンを調査対象に、牛糞堆肥の施用による土壌保全の効果を定量的に評価するとともに、営農体系別に見た大腸菌の流出状況の把握とその特性の解明、および大腸菌の生残と流出に対する抑制対策について取り組んだ。併せて、研究成果に基づき推奨される有機農業の推進と大腸菌の抑制対策を軸とした保全型農法の普及手法について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
　本研究では、カンボジアにおける牛糞堆肥の施用による土壌保全の効果を定量的に評価するとともに、営農体系別に見た大腸菌の流出状況の把握とその特性の解明、および大腸菌の生残と流出に対する抑制対策について取り組んだ。研究成果より、10年間程度の長期間に渡る有機肥料の施用が土壌保全に大きく寄与するとともに、土壌における団粒形成が関係している点を示したことは土壌保全学上も大きな意義がある。また。カンボジアでは大腸菌により食中毒等の疾病が発生しており、農産物に対しても高い衛生管理が必要となっている。その基礎的な知見として、農地の管理手法について提言できたことは大きな社会的意義があると判断できる。

研究成果の概要（英文）：This study has been focused on soil conservation with manure application and eliminating E. coli in Cambodia. The study area is Samroung and Baray Communes in Prey Chhor District of Kampong Cham Province, Cambodia, where is in small watersheds of Mekong River. In this study, the changes in soil physical and chemical properties with manure application were analyzed on the basis of the indicator of Organic Fertilizer Dependence (OFD %). Also, based on the distribution of E. coli contamination in farmlands, effective strategies for eliminating E. coli were discussed as well as participatory extension methods for increasing local adaptability.

研究分野：農業農村工学

キーワード：カンボジア　牛糞堆肥　有機肥料　土壌保全　大腸菌

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

カンボジア国コンポンチャム州では有機農業の普及が進んでいるが一方で、大腸菌による農地の汚染が進んでいることが懸念されている。そこで本研究では、カンボジア国コンポンチャム州におけるメコン河の小流域であるプレイチョール郡に位置するサムロンコミューンおよびバライコミューンを調査対象に（図１参照）、牛糞堆肥の施用による土壌保全の効果を定量的に評価するとともに、営農体系別に見た大腸菌の流出状況の把握とその特性の解明、および大腸菌の生残と流出に対する抑制対策について取り組んだ。併せて、研究成果に基づき推奨される有機農業の推進と大腸菌の抑制対策を軸とした保全型農法の普及手法について検討してきた。

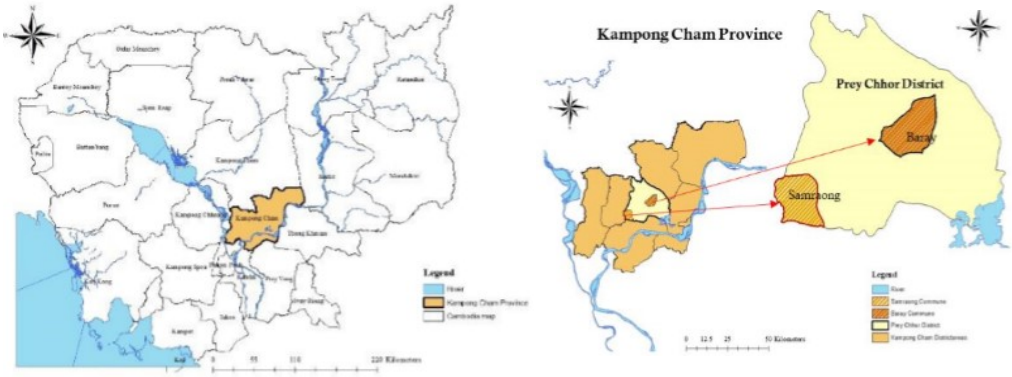

図１　調査対象地の位置図（カンボジア国コンポンチャム州）

２．研究の目的

本研究の主目的は以下の通りである。

(1)　カンボジア国コンポンチャム州におけるメコン河の小流域であるプレイチョール郡に位置するサムロンコミューンおよびバライコミューンを調査対象に、牛糞堆肥の施用による土壌保全の効果を定量的に評価する。

(2)　営農体系別に見た大腸菌の流出状況の把握とその特性の解明、および大腸菌の生残と流出に対する抑制対策について明らかにする。

３．研究の方法

(1) 研究対象地

表１に示した通り、研究対象である二つのコミューンは地理的に近く、類似性が高いものの、バライコミューンでは有機肥料の施用歴が 10 年と長期に渡っているが、一方サムロンコミューンでは、有機肥料の施用歴が３年と短い点が異なっている。

表１　調査対象のサムロンコミューンとバライコミューンの比較

	Samraong Commune	Baray Commune
1. Population	8,123	10,637
2. Total number of families	1,714	2,446
3. Villages	11	13
4. Cultivated area/household	Less than 1 ha	Less than 1 ha
5. Main crops	Rice and vegetables	Rice and vegetables
6. Soil type	Brown hydromorphics, regurs, and cultural hydromorphics	Brown hydromorphics, regurs, and cultural hydromorphics
7. Number of families using chemical fertilizer	1,587	1,479
8. Project implemented	Project on Promoting Sustainable Agriculture in Kampong Cham Province, Cambodia supported by JICA (2011-2016)	Project on promotion of organic farming through composting and liquid fertilizer making in Wat Chas and Roung Kor Villages, Baray Commune supported by MAFF, Japan (2006-2009)
9. Target households	450	45
10. Organic fertilizer use after project	**3 years in 2019**	**10 years in 2019**

(2) 研究方法

表２に示した通り、窒素成分に基づいて、農地への全投入肥料中の窒素含量に占める牛糞堆肥等の有機肥料の窒素含量の百分率を算出して、有機肥料への依存度（Eq. 1 参照）の算出を試みた。この有機肥料への依存度（OFD）を指標として、土壌物理性および化学性に与える有機肥料の効果を定量的に評価した。

$$\textbf{Organic Fertilizer Dependence (\%)} = \frac{\sum Organic\ N\ (kg)}{\sum Organic\ N\ (kg) + \sum Inorganic\ N\ (kg)} \times 100 \qquad \text{Eq. 1}$$

表 2　サムロンコミューンとバライコミューンにおける有機肥料への依存度（OFD%）

Commune	Farmers involved in project	Urea (kg/ha/year)	N (kg/ha/year)	DAP (kg/ha/year)	N (kg/ha/year)	Cow manure (kg/ha/year)	N (kg/ha/year)	Compost (kg/ha/year)	N (kg/ha/year)	Total N (kg/ha/year)	OFD (%)	IFD (%)
		N% (43.37)		N% (15.43)		N% (0.30)		N% (0.44)				
1 Samraong	Yes	50	21.69	50	7.715	2000	6	1000	4.4	39.80	26.1%	73.9%
2 Samraong	Yes	100	43.37	100	15.43	25000	75	5000	22	155.8	62.3%	37.7%
3 Samraong	Yes	100	43.37	100	15.43	4000	12	4000	17.6	88.40	33.5%	66.5%
4 Samraong	Yes	100	43.37	100	15.43	3000	9	3000	13.2	81.00	27.4%	72.6%
5 Samraong	Yes	50	21.69	50	7.715	0	0	1500	6.6	36.00	18.3%	81.7%
6 Samraong	No	240	104.09	240	37.03	30	0.09	10	0.044	141.3	0.1%	99.9%
7 Samraong	No	20	8.67	100	15.43	100	0.3	0	0	24.40	1.2%	98.8%
8 Samraong	No	20	8.67	50	7.715	50	0.15	0	0	16.54	0.9%	99.1%
9 Samraong	No	500	216.85	250	38.58	0	0	0	0	255.4	0.0%	100.0%
10 Samraong	No	50	21.69	200	30.86	0	0	0	0	52.55	0.0%	100.0%
11 Baray	No	200	86.74	0	0	1500	4.5	1500	6.6	97.84	11.3%	88.7%
12 Baray	No	100	43.37	50	7.715	1500	4.5	1500	6.6	62.19	17.8%	82.2%
13 Baray	Yes	40	17.35	200	30.86	500	1.5	500	2.2	51.91	7.1%	92.9%
14 Baray	Yes	6	2.602	0	0	500	1.5	500	2.2	6.302	58.7%	41.3%
15 Baray	Yes	0	0	16	2.469	1000	3	1000	4.4	9.869	75.0%	25.0%
16 Baray	No	100	43.37	300	46.29	0	0	0	0	89.66	0.0%	100.0%
17 Baray	No	100	43.37	200	30.86	0	0	0	0	74.23	0.0%	100.0%
18 Baray	No	150	65.06	150	23.15	0	0	0	0	88.20	0.0%	100.0%
19 Baray	No	30	13.01	30	4.629	0	0	0	0	17.64	0.0%	100.0%
20 Baray	No	30	13.01	100	15.43	0	0	0	0	28.44	0.0%	100.0%

４．研究成果

(1) 牛糞堆肥の施用による土壌保全

有機肥料への依存度（OFD）に基づいて、土壌物理性および化学性に与える有機肥料の効果を定量的に評価した結果、表 1 に示したように有機肥料の施用歴が 10 年と長期に渡るバライコミューンでは、有機肥料への依存度（OFD）に比例して土壌物理性および土壌化学性が改善する傾向が発現したが、有機肥料の施用歴が 3 年と短いサムロンコミューンでは有機肥料への依存度(OFD)と土壌物理性および土壌化学性に関連性が見られなかった（図 2，図 3 参照）。そのことより 10 年以上に渡る長期間の有機肥料の施用によって、牛糞堆肥等の有機肥料の施用による土壌物理性および化学性に与える効果が発現することが示唆された。

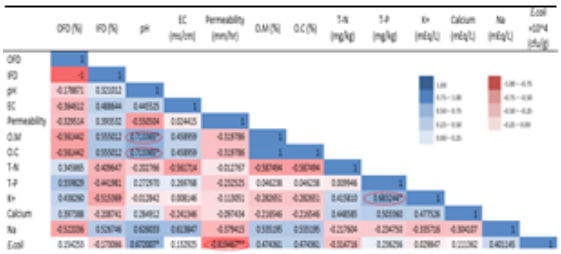

図 2　サムロンでの OFD と土壌特性との相関

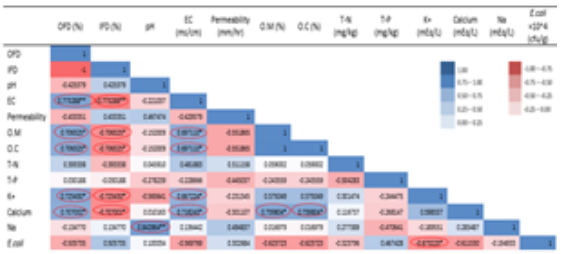

図 3　バライでの OFD と土壌特性との相関

また併せて、直径 2 mm 以上の耐水性団粒百分率を測定して、有機肥料への依存度（OFD）との関連性を比較した。その結果、有機肥料の施用歴が 10 年と長期に渡るバライコミューンでは、50%以上の高い有機肥料への依存度（OFD）においては直径 2 mm 以上の耐水性団粒の百分率が 50%を超えて高く、有機肥料の施用が団粒形成に寄与していることが判断できた。しかし、有機肥料の施用歴が 3 年と短いサムロンコミューンでは、30%以上の有機肥料への依存度（OFD）において直径 2　mm 以上の耐水性団粒の百分率は 20%程度以下と、有機肥料の施用と団粒形成の発達に関係性が見られなかった。

これらの研究結果は、10 年間程度の長期間に渡る有機肥料の施用が、土壌物理性・化学性と高い関連性を発現し、有機肥料の施用が団粒形成を促進して、土壌保全に寄与する基盤を形成することを示唆している。

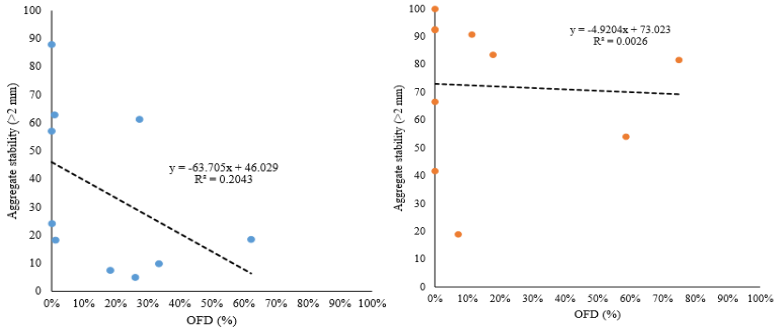

図 4　有機肥料への依存度（OFD）と直径 2 mm 以上の耐水性団粒の百分率
（サムロンコミューン（左）、バライコミューン（右））

(2) 農地における大腸菌の抑制

営農形態や土地利用に基づいてサムロンコミューンとバライコミューンの農地における大腸菌の生残数を調査した（表 3 参照）。この大腸菌の生残数と有機肥料への依存度（OFD）との関連性を図 5 に示した。その結果、サムロンコミューンおよびバライコミューンともに、大腸菌の生残数と有機肥料への依存度との関連性は見られず、牛糞堆肥が大腸菌汚染の直接の原因であるか否か判断は難しかった。併せて、大腸菌汚染のハザードマップ（図 6 参照）を作成して分布状況を調べたが、営農形態や土地利用と大腸菌分布の間に一定の傾向は見られず、休耕期間に放牧される家畜の影響が大きいことが示唆された。

農地に石灰類の添加による pH 調整と大腸菌の殺菌に着目して、現地で得られる様々な自然資源に着目して、その適応性について論議を進めてきた。研究室で実施した実験から、土壌の pH を石灰類の添加によって 9.0±0.2 に調整することで、大腸菌を殺菌し一般細菌におけるコロニー数の低下を防ぐことが可能であることが分かってきたが、現地で適用できる資材に関してさらに検討を進めることが課題として残っている。

表 3　サムロンコミューンとバライコミューンの農地における大腸菌の生残数

No.	Communes	*E.coli* in the field	Determine	*E.coli* ×10^4 (cfu/g) in the laboratory	Degree of pollution
1	Samraong	>30	++++	37.47	Medium
2	Samraong	0-10	+	33.23	Medium
3	Samraong	>30	++++	36.08	Medium
4	Samraong	>30	++++	34.17	Medium
5	Samraong	>30	++++	45.23	High
6	Samraong	21-30	+++	35.55	Medium
7	Samraong	11-20	++	1.45	Very low
8	Samraong	0-10	+	9.92	Very low
9	Samraong	20-30	+++	38.69	Medium
10	Samraong	11-20	++	56.45	High
11	Baray	21-30	+++	4.19	Very low
12	Baray	>30	++++	1.39	Very low
13	Baray	0-10	+	12.84	Low
14	Baray	0-10	+	6.99	Very low
15	Baray	20-30	+++	10.25	Low
16	Baray	>30	++++	35.53	Medium
17	Baray	>30	++++	42.58	High
18	Baray	21-30	+++	69.42	High
19	Baray	21-30	+++	25.42	Medium
20	Baray	21-30	+++	24.98	Medium

Legend 1: + (very low), ++ (low), +++(medium), ++++ (high)

Legend 2: Very low (0 to 10 cfu/g), Low (10 to 20 cfu/g), Medium (20 to 40 cfu/g), High (40 to 80 cfu/g), Very high (over 80 cfu/g)

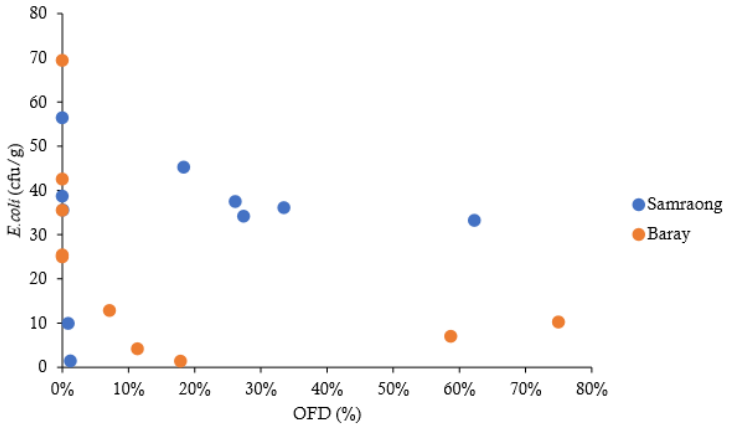

図 5　大腸菌の生残と有機肥料への依存度との関連性

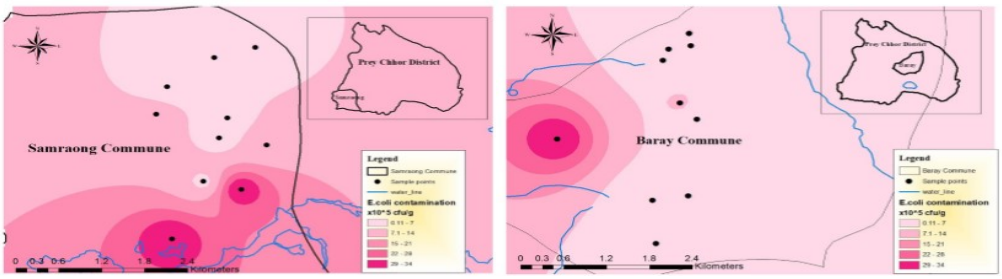

図 6　大腸菌汚染のハザードマップ（サムロンコミューン（左）、バライコミューン（右））

(3) 有機農業の推進および大腸菌の抑制対策に関する普及に向けた課題

有機農業の推進および大腸菌の抑制対策に関する普及に向けて、図 7 に示したように現地農家を対象に住民参加型ワークショップを開催した。併せて、現地農家の理解度や営農上の課題について調査を進めた。その結果、50 歳代以降の世代に見られる読み書き能力の低さが普及活動に当たっての障壁になることが明らかになった。これは 1975 年から 1979 年の期間、ポルポト政権がカンボジアを統治し、その下で起った強制連行と教育機関の閉鎖等が一つの原因に上げられる。普及手法として、若青年層に対してはパンフレットやガイドブック等の印刷物に依存できるものの、中高齢層に対してはデモンストレーション等を実施して体験型の普及手法が重要になることが提案された。

図 7　有機農業の推進および大腸菌の抑制対策に関する普及に向けたワークショップ

(4) 研究のまとめと課題

本研究では、カンボジアにおける牛糞堆肥の施用による土壌保全の効果を定量的に評価するとともに、営農体系別に見た大腸菌の流出状況の把握とその特性の解明、および大腸菌の生残と流出に対する抑制対策について取り組んだ。研究成果より、10 年間程度の長期間に渡る有機肥料の施用が土壌保全に大きく寄与するとともに、土壌における団粒形成が関係している点が示された。また、カンボジアでは大腸菌による食中毒等の疾病が発生しており、農産物に対しても高い衛生管理が必要となっている。その基礎的な知見として、農地の管理手法について提言するとともに、普及に当たっての留意事項を整理できた。

今後、研究成果に基づいた普及活動の展開に期待が寄せられるところである。

＜引用文献＞

① Mitsuru Uchino and Machito Mihara: Contribution of Organic Agriculture towards Achieving Sustainable Development in Samrong, Kampong Cham, Cambodia, International Journal of Environmental and Rural Development, Volume 8 Number 2, 54-59.

② Muy Leang Kim and Machito Mihara: Effect of Fertilization on Soil Microorganisms in Kampong Cham Province, Cambodia, International Journal of Environmental and Rural Development, Volume 10 Number 1, 40-46.

③ Muy Leang Kim, Toru Nakajima and Machito Mihara: Comparison of Soil Properties of Farmlands Applied with Organic and Inorganic Fertilizers in Kampong Cham Province, Cambodia, International Journal of Environmental and Rural Development, Volume 9 Number 1, 135-141.

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計24件（うち査読付論文　24件／うち国際共著　24件／うちオープンアクセス　23件）

１．著者名 Takanori Kaneko, Tomonori Fujikawa and Machito Mihara	４．巻 10 (2)
２．論文標題 Effects of Earthworm Megascolicidae Population and Litter Quantity on Soil Properties in Column Experiment	５．発行年 2019年
３．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	６．最初と最後の頁 120-126
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 Shafiqullah Rahmani, Takahiko Nakamura and Machito Mihara	４．巻 10 (1)
２．論文標題 Analyzing Water Harvesting Potentials in Zoned Areas in Qargha Reservoir Watershed	５．発行年 2019年
３．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	６．最初と最後の頁 88-94
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 Sarvesh Maskey and Machito Mihara	４．巻 10 (1)
２．論文標題 Current Conditions and Constraints in Management of Organic Manure in Mid-hills of Eastern Nepal	５．発行年 2019年
３．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	６．最初と最後の頁 68-75
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 Muy Leang Kim and Machito Mihara	４．巻 10 (1)
２．論文標題 Effect of Fertilization on Soil Microorganisms in Kampong Cham Province, Cambodia	５．発行年 2019年
３．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	６．最初と最後の頁 40-46
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 Maskey Sarvesh and Machito Mihara	4．巻 9 (1)
2．論文標題 Enhancing Fermentation of Farmyard Manure Using Bacillus sp. in the Mid-hills of Nepal	5．発行年 2018年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 51-56
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.9.1_51	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 Benard Onyango Odhiambo and Machito Mihara	4．巻 9 (1)
2．論文標題 Effects of Gypsum and Rice Husk Biochar on Surface Discharge and Nutrient Loss from Farmlands in Budalangi, Kenya	5．発行年 2018年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 94-100
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.9.1_94	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 Toru Nakajima, Takahiko Nakamura and Machito Mihara	4．巻 9 (1)
2．論文標題 Soil Health Assessment of Soil under Miscanthus × giganteus Cultivation	5．発行年 2018年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 116-120
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.9.1_116	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 Muy Leang Kim, Toru Nakajima and Machito Mihara	4．巻 9 (1)
2．論文標題 Comparison of Soil Properties of Farmlands Applied with Organic and Inorganic Fertilizers in Kampong Cham Province, Cambodia	5．発行年 2018年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 135-141
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.9.1_135	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 Shafiqullah Rahmani, Toru Nakajima and Machito Mihara	4．巻 9 (1)
2．論文標題 Development of Water Harvesting Technique in Qargha Reservoir Watershed of Paghman District, Afghanistan	5．発行年 2018年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 142-149
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.9.1_142	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 Shinobu Yamada, Machito Mihara and Kumiko Kawabe	4．巻 9 (1)
2．論文標題 Classification by Characteristics of Farm Management for Development Aid in Rural Area of Cambodia	5．発行年 2018年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 191-197
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.9.1_191	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 Nareth Nut, Sambath Seng and Machito Mihara	4．巻 8 (1)
2．論文標題 Effect of Drip-Fertigation Intervals and Hand-Watering on Tomato Growth and Yield	5．発行年 2017年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.8.1_1	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 該当する

1．著者名 Jacob Muriungi Maore and Machito Mihara	4．巻 8 (1)
2．論文標題 Development of Portable Artificial Rainfall Simulator for Evaluating Sustainable Farming in Kenya	5．発行年 2017年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 27-32
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.8.1_27	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 Abdul Malik Dawlatzai and Machito Mihara	4．巻 8 (1)
2．論文標題 Estimation of Soil Erosion Based on USLE and GIS in Gardez Basin of Paktya Province, Afghanistan	5．発行年 2017年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 139-149
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.8.1_139	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 Rahmani Shafiqullah and Machito Mihara	4．巻 8 (1)
2．論文標題 Current Agricultural Status and Problems faced in Paghman District of Kabul Province, Afghanistan	5．発行年 2017年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 183-189
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.8.1_183	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 Benard Onyango Odhiambo and Machito Mihara	4．巻 8 (2)
2．論文標題 Small Scale Farmers’ Perception of Soil and Water Conservation Practices - The Case of Budalangi Area, Kenya	5．発行年 2017年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 19-24
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.8.2_19	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 Maskey Sarvesh and Machito Mihara	4．巻 8 (2)
2．論文標題 Farmers' Perception on Existing Problems of Soil Fertility Management in Mid-Hills of Nepal	5．発行年 2017年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 31-36
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.8.2_31	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 Mitsuru Uchino and Machito Mihara	4．巻 8 (2)
2．論文標題 Contribution of Organic Agriculture towards Achieving Sustainable Development in Samrong, Kampong Cham, Cambodia	5．発行年 2017年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 54-59
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.8.2_54	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 Shinobu Yamada, Machito Mihara and Kumiko Kawabe	4．巻 8 (2)
2．論文標題 Characteristics of Participants of Non-Formal Education Contributing to Learning Achievement: A Case Study of Snuol Commune, Kratie Province, Cambodia	5．発行年 2017年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 111-116
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.8.2_111	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 Mario T. Tabucanon, Machito Mihara	4．巻 7 (1)
2．論文標題 Bridging Sustainable Agriculture and Education for Sustainable Development	5．発行年 2016年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.7.1_1	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 Jose T. Travero, Machito Mihara	4．巻 7 (1)
2．論文標題 Effects of Pyroligneous Acid to Growth and Yield of Soybeans (Glycine max)	5．発行年 2016年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 50-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.7.1_50	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 Takahiko Kubodera, Hiromu Okazawa, Yoshiharu Hosokawa, Futoshi Kawana, Eiji Matsuo and Machito Mihara	4．巻 7 (1)
2．論文標題 Effects of Surveying Methods between GNSS and Direct Leveling on Elevation Values over Long Distance in Mountainous Area	5．発行年 2016年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 62-69
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.7.1_62	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 Sergio Azael May Cuevas, Machito Mihara	4．巻 7 (1)
2．論文標題 Soil Loss Mitigation by Applying Animal Waste Slurry	5．発行年 2016年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 136-141
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.7.1_136	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 Aya Kaneko Ikawa, Machito Mihara, Yuta Ishikawa and Sergio Azael May Cuevas	4．巻 6 (1)
2．論文標題 Mitigating Splash Erosion with Applying Bacillus subtilis Natto	5．発行年 2015年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 86-90
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.6.1_86	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 Jose T. Travero and Machito Mihara	4．巻 6 (1)
2．論文標題 Impacts of Pyroligneous Acid to Biological and Chemical Properties of Depleted Soil in Bohol, Philippines	5．発行年 2015年
3．雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6．最初と最後の頁 132-137
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.32115/ijerd.6.1_132	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

〔学会発表〕　計0件

〔図書〕　計0件

〔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	上野　貴司 (Ueno Takashi) (60713766)	特定非営利活動法人環境修復保全機構（研究センター）・研究センター・研究員 (92645)	