

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22405021

研究課題名（和文）

インドシナ地域における高毒性およびジェネリック農薬の利用実態と潜在的リスクの評価

研究課題名（英文）

The state of the use and potential risk evaluation of toxic and generic pesticides in Indochina area

研究代表者

赤松 美紀 (AKAMATSU MIKI)

京都大学・大学院農学研究科・准教授

研究者番号：70183134

研究成果の概要（和文）：近年，インドシナ地域，特に開発の進んでいるタイ，ベトナムにおいて，経済発展が著しく，農業生産性を上げるため，農薬使用が増加してきている．本研究は，インドシナ地域において，高毒性農薬やジェネリック農薬の利用実態を把握し，問題となる農薬の環境における動態を明らかにし，それらのヒト，環境などに対するリスクを正当に評価することを目的とした．今回の研究結果でいずれの国においても残留性が問題となる高毒性農薬は特定されなかったが，聞き取り調査を通して農夫の農薬に対する知識の欠如が農薬のリスクを考える上で大きな問題であることが明らかとなった．

研究成果の概要（英文）：The rapid economic growth of Indochina area, especially Thailand and Vietnam has resulted in a rapid increase in the demand for agricultural production which has in turn led to the increased use of pesticides. In this study, we surveyed the state of the use of toxic and generic pesticides, and then analyzed pesticide residues in the environment to evaluate their potential risk. As a result, toxic pesticides which cause residue problems were not specified in the area. However, many farmers lacked the knowledge about pesticides. It was a big problem in the case that the risk of pesticides needs to be evaluated.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2011 年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2012 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2013 年度	0	0	0
2014 年度	0	0	0
総計	11,200,000	3,360,000	1,4560,000

研究分野：生物有機化学

科研費の分科・細目：生物生産化学・生物有機化学

キーワード：タイ・ベトナム・ジェネリック農薬・残留農薬・環境・リスク評価・国際研究者交流

## 1. 研究開始当初の背景

近年，食品，とりわけ輸入食品の安全・安心が脅かされている．報道された中国製の冷凍ギ

ョウザ，インゲンへの農薬混入，農薬などを基準値以上に含む事故米の流通など，問題は後を絶たない．一方，近年，経済発展が著し

く、農業生産が活発化してきているインドシナ地域には、中国で生産されるジェネリック農薬（特許切れに伴い、開発会社以外で製造された農薬。開発費が不要なので安価）が流入しており、その使用量が増加してきている。また、日本では登録されていない高毒性農薬を使用している場合もある。

2006年のタイ、ラオス、ベトナム中部を結ぶアジアハイウェイ（経済の東西回廊）の開通に象徴されるように、近年、インドシナ地域、特に開発の進んでいるタイ、ベトナムにおいて、経済発展が著しく、それに伴い農業生産が活発化してきている。すなわち、農業生産性を上げるため、化学肥料や農薬使用が増加してきている。これらインドシナ地域には、山岳地帯を経て、中国で生産された無登録ジェネリック農薬が大量に流入してきており、その使用量増加や副成分などによる環境およびヒトの健康への潜在的リスクの増大が懸念される。しかし、経済成長過渡期においては環境や健康への潜在的リスクへの対処が後回しにされがちである。代表者らは、先行研究において東南アジアでもっとも開発が進んでいるタイにおいて、バンコク近郊農業地帯で使用されている農薬について調査した。調査の結果、タイでは、日本では登録がなくラットなどに対して高毒性を示す殺虫剤、アバメクチンなどを使用しているという情報を得た。また、東南アジアでタイに次いで開発が進んでいるベトナムでは、農業国から工業化や市場主導型経済への転換が進んでおり、多量の農薬使用によって食への不安が急激に高まっていた。また、予備調査でベトナム、フエ省の農家を訪れてインタビューを行ったところ、すでにベトナムで禁止されているmethamidophosなどの農薬がまだ、使用されていること、農薬使用量・散布時期など、必ずしも規定が守られていない状況が見えてきた。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、インドシナ地域において、高毒性農薬やジェネリック農薬の利用実態を把握し、問題となる農薬の環境における動態（分解など）を明らかにし、その結果および安全性情報に基づいて、それらの潜在的リスク、すなわちヒト、環境などに対するリスクを正当に評価することである。インドシナ地域で生産された農産物は日本にもかなり輸入されており、得られた情報を現地にフィードバックすることにより、農産物の生産者および消費者の安全が保たれることが期待できる。また、適切量の農薬を使用するような指針を作成することにより、現地農家における経済的効果も期待される。

## 3. 研究の方法

タイおよびベトナムにおいて、以下のことを行った。

- ・ 農薬の利用実態調査
- ・ 頻繁に利用されている高毒性農薬およびジェネリック農薬の選定
- ・ 土壌中の残留農薬分析
- ・ 採取土壌性質の分析
- ・ 農薬の潜在的なリスク評価

ベトナムでは、中部フエ省において、海岸近くで主に米を栽培しているHuong Phong コミュニティ（A 地点）と山側で野菜を栽培しているHuong Van コミュニティ（B 地点）の2つのコミュニティを対象地域として選択した。

ベトナムの調査には、海外共同研究者のフエ農林大学、Le Van An 博士およびTran Thi Thu Ha 博士の協力を得た。農家の人々に農地の大きさ、栽培している作物、栽培スケジュール、使用している農薬名・使用頻度・最近の散布時期などについてインタビューを行った。水田あるいは畑の土壌を採取し、「フエ省 医農薬・化粧品・食品品質管理センター」において、土壌中の残留農薬分析を行った。分析には、LC/MS, GC/MS が用いられた。また、農林水産省より外国土壌の輸入許可を得て土壌を日本に持ち帰り、土性分析を行った。

タイでは、以前から調査を続けてきた、野菜・果樹栽培の盛んなバンコク西部地域でターチン川流域の農家を対象とした。タイの調査には、海外共同研究者のカセサート大学カンペンセンキャンパスのSuratwadee Jiwajinda 博士の協力を得た。残留農薬分析は海外共同研究者、Vinai Pitiyont 博士の協力を得て、博士の所属する「食品と農産物に対する研究センター」で行った。QuEChERS法（一斉分析法）の改良法を用いて農薬を抽出し、LC/MS, GC/MSなどで分析した。

## 4. 研究成果

### (1) ベトナムにおける結果

ベトナム中部・フエ省の農業地帯では、主に国内向けの作物を生産している。多雨なモンスーン気候の影響で、フエ省には一年の内に乾季と雨季がある。乾季は1月から9月の初旬ぐらいまでになる。それ以後は雨季で、大量の雨が降るため、洪水になることが多い。洪水のために農作業ができなくなるので、フエ省では作物栽培ができる時期は乾季（1月～9月）だけである。対象地域のA地点とB地点では乾季がさらに2つの栽培シーズンに分かれており、それぞれは冬春シーズン（1

月～5月中旬)と夏秋シーズン(5月中旬～9月)である。A地点では、主に冬春シーズンに米を、夏秋シーズンにもち米を栽培していた。B地点では主に冬春シーズンにピーナッツ、夏秋シーズンにインゲン豆を、また、両シーズンを通してキャッサバやコーンを栽培していた。

2010-2011年度、ベトナムにある農薬会社、販売店および対象地域における農家の聞き取り調査の結果、頻繁に使用されている fenobucarb, cypermethrin の農薬を選定し、対象地域の土壌中の残留農薬分析を行った。その結果、少量の農薬が残留している土壌が見出されたものの、その濃度は小さかった。2011年2月および8月の結果を表1, 2に示した。散布後日数は、サンプリング時にもっとも近い農薬散布からサンプリングまでの日数である。

表1. 2011年2月の残留農薬分析結果

サンプル	使用殺虫剤	散布後日数	分析結果	
			Fenobucarb (ppb)	Cypermethrin (ppb)
A1(水田)	Fenobucarb	2日	24.3	ND
	Cypermethrin			
A2(水田)	Fenobucarb	180日以上	13.4	ND
	Cypermethrin			
A3(水田)	No data		106	41.6
A4(水田)	Fenobucarb	1日	10.1	89.4
	Cypermethrin			
A5(水田)	No data		2.5	ND
B1(畑、高地)	Fenobucarb	180日以上	ND	ND
B2(畑、高地)	Fenobucarb	180日以上	ND	ND
B3(畑、低地)	Fenobucarb	180日以上	3.46	ND
B4(畑、低地)	Fenobucarb	180日以上	4.01	ND
B5(畑、低地)	Fenobucarb	180日以上	10.9	ND

No data は農家の人にインタビューができなかったことを示す。

ND: Not Detected

表1のA2地点, B1-B5地点では、そのシーズンにまだ農薬を散布していないにもかかわらず、低濃度の農薬が検出された。雨季の後でもその前のシーズンに散布した農薬が少量残留していたと考えられる。また、日本では、水田で魚毒性の高いピレスロイドは使用禁止であるが、2月の分析において、水田の一部でピレスロイドの cypermethrin が検出された。8月にはいずれの地点においても cypermethrin は検出されなかった。低濃度ではあるが、fenobucarb はかなりの地点で検出された。調査領域でこの農薬がよく使用されていることがうかがえる。

また、データは記していないが、聞き取り調査の結果から、農薬を推奨濃度以上の高濃度で散布している実態が明らかとなった。現時点では、土中濃度に問題はないが、今後も注意が必要である。

表2. 2011年8月の残留農薬分析結果

サンプル	使用殺虫剤	散布後日数	分析結果	
			fenobucarb (ppb)	cypermethrin (ppb)
A1(水田)	Fenobucarb	36日	8	ND
	Cypermethrin			
A2(水田)	Fenobucarb	20日	ND	ND
A3(水田)	Fenobucarb	35日	8.5	ND
A4(水田)	Fenobucarb	43日	9.2	ND
	Cypermethrin			
A5(水田)	Fenobucarb	13日	11.5	ND
B1(畑、高地)	Fenobucarb	360日以上	ND	ND
B2(畑、高地)	Fenobucarb	42日	8.8	ND
B3(畑、低地)	Fenobucarb	5日	7.7	ND
B4(畑、低地)	Fenobucarb	16日	11.6	ND
B5(畑、低地)	Fenobucarb	120日以上	ND	ND

pH, 全有機物炭素含量および窒素含量 (TOC, TON), 塩基交換容量 (CEC) の土壌の性質は残留農薬に関係すると言われているため、採取した土壌についてそれらの分析を行った。結果を表3に示した。A地点はすべて水田のため、土壌性質が非常によく似ていた。A地点の土壌にはシルトと砂を多く含む、シルト質埴壤土であった。畑のB地点は3種類の土性に分かれており、砂を多く含む砂壤土 B1 と B2, シルトを多く含むシルト質埴壤土 B3 と B4, シルトと砂を多く含むシルト質埴壤土 B5 であった。

表3. 土壌性質の分析結果

サンプル	土性区分	粒徑組成 (%)			pH		TOC (%)	TON (%)	CEC (cmol/kg)
		砂	シルト	粘土	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)			
A1 (水田)	シルト質埴壤土	31	52	16	4.9	4.4	1.79	0.16	6.4
A2 (水田)	シルト質埴壤土	33	48	17	5.1	4.8	1.98	0.19	7.4
A3 (水田)	シルト質埴壤土	30	52	17	5.5	4.9	1.94	0.19	6.2
A4 (水田)	シルト質埴壤土	30	50	17	5.3	4.8	1.99	0.2	5.6
A5 (水田)	シルト質埴壤土	32	51	16	5.3	4.8	2.06	0.19	5.8
B1 (畑、高地)	砂壤土	75	21	2	6.8	6.6	0.54	0.05	0.4
B2 (畑、高地)	砂壤土	68	29	2	6.8	6.6	0.34	0.03	0.2
B3 (畑、低地)	シルト質埴壤土	14	70	15	6.0	5.1	0.73	0.08	7.0
B4 (畑、低地)	シルト質埴壤土	9	73	17	6.1	5.3	0.88	0.09	7.4
B5 (畑、低地)	シルト質埴壤土	31	59	9	5.8	4.9	0.54	0.05	6.8

B地点において土性が多様なため、農薬の残留と土性との関係について検討した。表4に残留農薬と土性との関係を示した。土中濃度計算値は、農家へのインタビューにおける

散布量と農地面積から計算した濃度である。

表 4. 残留農薬と土性との関係

サンプル	2月		8月		土性 区分	砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)
	散布後 日数	分析結果	散布後 日数	分析結果				
		fenobucarb (ppb)		fenobucarb (ppb)				
B1 高地	180日	ND	360日	ND	砂壤土	75	21	2
B2 高地	180日	ND	42日	8.8	砂壤土	68	29	2
B3 低地	180日	3.46	5日	7.7	シルト質 壤土	14	70	15
B4 低地	180日	4.01	16日	11.6	シルト質 壤土	9	73	17
B5 低地	180日	10.9	360日	ND	シルト質 壤土	31	59	9

2月の分析結果より、fenobucarbは砂が多く含まれている砂壤土のB1、B2地点では検出されなかった。Fenobucarbが検出されたのはシルトが多く含まれているB3-B5地点の土壤である。8月の分析結果より、高地にあるB2の畑では他の地点より高濃度でfenobucarbを散布したにもかかわらず、検出された濃度はそれほど高くなかった。残留濃度は散布後日数にも関係するので、B2地点ではfenobucarbを散布してから日数が経過しているために検出濃度が低かったとも考えられる。しかし、2月の分析結果と併せて総合的に考えると、高地で砂の多い砂壤土B1、B2からは散布された農薬が降雨により低地へ流出しやすく、そのために農薬が残留しにくい傾向が見られ、シルトが多く含まれているB3、B4、B5においては、シルトへの農薬吸着など、および高地からの流入により農薬が残留しやすいと考えられる。従って、土性および地形と農薬残留との間に関係のあることが明らかとなった。

2012年度の農家における調査の結果、前年度まではあまり使用されていなかった農薬emamectin benzoateが、特に海岸近くの水田で使用されていることがわかった。また、畑土の土性と残留農薬との関係を見るため、前年度とは異なる畑からも土壌を採取し、それらの土壌および前年度と同地域の土壌中の、これまでから使用されている農薬に加えemamectin benzoateの残留分析を行った。しかし、一部の地域で低濃度のfenobucarbが検出されたもののemamectin benzoateはほとんど検出されなかった。

## (2) タイにおける結果

2010年5月-12月タイにおいて反独裁民主戦線が大規模なデモ活動を展開し、バンコク近郊

における治安情勢が悪化、当該地域への危険情報が発令され、タイへの渡航が困難となった。そのため、タイの研究協力機関の協力を得ることができず、2011年にタイへ渡航した。タイの農薬会販売会社TJC、農業省、「食品と農産物に対する研究センター」(バンコク)を訪問し、タイにおける農薬についての情報を得た。研究開始前には、タイのジェネリック農薬登録は新規の農薬に比較して簡単であり、多くの試験項目を要求されないと聞いていた。しかし、2011年8月からタイで使用されるすべての農薬の再登録が行われ、これまでの登録制度とは異なり、ジェネリック農薬についても毒性データをすべてそろえなければならないとのことだった。この再登録制度により、マイナーなジェネリック農薬は登録できない可能性が高くなると思われた。平成23年9-12月頃にタイ中部で発生した大洪水により、バンコク北部にあるタイ・農業省の建物が大被害を受け、1ヶ月に渡って登録作業が中断したため、2012年3月時点で再登録された農薬は非常に少なく、再登録前の1%程度にすぎないとのことだった。2012年10月で約1,700項目(全農薬の約半数)の農薬登録が終了したとのことだった。再登録制度開始より2年間はそれまでに登録された農薬を使用できるが、それ以降は使用できないことと定められていた。

また、2011年にバンコク西部地域を訪れた。調査地としたタイ・バンコクからカンペンセンの間の農業地帯では、サツマイモ、大根、ケール、レタス、キャベツなどタイ国内向けの作物だけでなく、日本をはじめとするアジア各国やヨーロッパへの輸出向けの作物も生産している。2011年9月に、ターチン川流域の8地点(C1-C8)において、使用農薬について聞き取り調査を行った。この8地点では米、ガラシ(ショウガに似た野菜)、サツマイモ、空心菜が栽培されていた。調査結果を表5に示した。

表 5. 2011年9月の農家への聞き取り調査結果

調査地	作物	栽培時期/収穫時期	使用殺虫剤
C1	米	植苗後10日	Fenobucarb (カーバメート系)
C2	米	9月11日に収穫予定	Chlorpyrifos (有機リン系) Abamectin
C3	米	2週間前に収穫	Chlorpyrifos (有機リン系)
C4	米	9月8日に収穫予定	Chlorpyrifos (有機リン系)
C5	ガラシ	5月に植え、収穫までには1年以上かかる	殺虫剤は不使用
C6	サツマイモ	2ヶ月後に収穫予定	殺虫剤は不使用
C7	空心菜	収穫後	No data
C8	空心菜	収穫後	Fenobucarb (カーバメート系) Methomyl (カーバメート系)

熱帯地域のタイでは一年中米の生産が可能で、年に数回生産されるため、聞き取り調査にお

ける4地点の水田。C1-C4では米栽培時期・収穫時期がそれぞれ異なっていた。C5-C8の野菜畑においては、C5(ガラシ栽培)とC6(サツマイモ畑)で収穫までにまだ、時間があったが、C7とC8の空心菜畑ではすでに収穫が終わっていた。

これらの地域における水田および畑の土壌を採取し、残留農薬分析を行った。分析結果を表6に示した。

表6. 2011年9月の残留農薬分析結果

サンプル	作物	有機塩素系殺虫剤 (ppm)	有機リン系殺虫剤 (ppm)	ピレスロイド系殺虫剤 (ppm)
C1	米(植え付け10日間)	Endosulfan 0.67	Chlorpyrifos 0.36	Cypermethrin 0.04
C2	米(収穫直前)	Endosulfan 0.02	ND	ND
C3	米(収穫後)	Endosulfan 0.03	Chlorpyrifos 0.03	ND
C4	米(収穫直前、40日前)	ND	Chlorpyrifos 0.03	ND
C5	ガラシ (収穫まで1年以上)	Endosulfan 0.18	Chlorpyrifos 0.4 EPN 0.07	Cypermethrin 0.44
C6	サツマイモ (収穫まで2ヶ月)	ND	Chlorpyrifos 3.16	Cypermethrin 5.49
C7	空心菜(収穫後)	ND	ND	Cypermethrin 0.01
C8	空心菜(収穫後)	ND	ND	ND

農薬残留分析結果より、C1水田(植苗後10日)ではendosulfan, chlorpyrifosおよびcypermethrinが検出された。米の苗を植え付けたばかりのため、サンプリングの直前に農薬を散布した可能性がある。C2水田(収穫直前)ではendosulfanが検出された。C3水田(2週間前に収穫)ではendosulfan, chlorpyrifosが検出された。C4水田(収穫直前、40日前に農薬使用)ではchlorpyrifosが検出された。Endosulfan, chlorpyrifosは疎水性が高いためC2, C3, C4の水田に残留している可能性がある。Endosulfan, chlorpyrifosおよびcypermethrinは魚毒性が比較的高い。Chlorpyrifosには日本で公共用水域などにおける水質評価指針値が存在し、それは0.03mg/L以下である。これらの農薬を水田に使う場合、注意が必要であると思われる。

聞き取り調査より、いずれの地点でもendosulfanを使用していないのにもかかわらず、水田のC1-C3地点および畑のC5地点からendosulfanが検出された。Endosulfanは2003年のタイにおける輸入額上位10種類の農薬において4位であった。この農薬はタイ水稻栽培地域におけるジャンボタニシ大発生のため、その駆除用に使用されていた。しかし、endosulfanはタイにおいて2004年第4種危険化学物質に指定され、一部の製剤を除いて製造・使用等が禁止された。水田のC1-C3地点では過去に散布されたendosulfanが残留しているのかもしれない。また、C5地点では農薬を散布していないはずなのに、

endosulfan以外にもchlorpyrifos, EPNおよびcypermethrinが検出された。C6地点においても殺虫剤を使用していないにもかかわらず、chlorpyrifosおよびcypermethrinが検出された。いずれの畑にも農薬が残留していると考えられる。C7地点では収穫後であったが、cypermethrinが検出された。cypermethrinの疎水性は非常に高く、土壌に吸着されやすい性質を持っている。しかし、検出されたのは低濃度であったので、現時点では問題にならないと考えられる。

2012年度にターチン川流域の水田および畑土中の残留農薬分析を行ったところ、前年度問題となった使用禁止農薬は検出されなかった。

### (3)総合考察および今後の展望

先述のようにベトナムでは食の安全への関心が高まっており、現地の共同研究者と議論を重ねるにつれ、住民が必要以上の農薬使用に対する不安を抱いている状況が明確となってきた。しかし、これまで、ベトナム国内外において残留農薬に関する研究はほとんど行われておらず、フエ省、農地土壌中の残留農薬分析を行って現状を明らかにした本研究のインパクトは大きい。いずれの地域においても低濃度の農薬が検出されただけであったが、山側のコミュニティにおいては、畑地の土質および地形と農薬残留との間に関係のあることが明らかとなった。この結果から、シルトの多い低地においては農薬の種類および使用量に注意をしなければならないことが示された。

タイでは、現在、使用を許可されていない農薬の残留が認められた。その結果について、タイ・カセサート大学で講演を行い、議論した。2011年8月にタイ農業省主導の農薬再登録制度が開始されたが、今年8月で2年が経過し、再登録できなかった農薬は使用できないこととなる。現在、毒性などさまざまな理由からwatching list(タイで禁止を検討している農薬リスト)に挙げられている農薬が数種有り、それらの動向が注目される。このように、タイでは、現在、農薬について大きな転換点にさしかかっており、今年8月以降、使用農薬について変動があると思われる。

結論として、今回の研究結果でベトナムおよびタイのいずれの国においても残留性が問題となる高毒性農薬は特定されなかったが、聞き取り調査を通して農夫の農薬に対する知識の欠如が農薬のリスクを考える上で大きな問題であることが明らかとなった。農夫の教

育について、地域を含めた議論を行うことがこれからの課題である。

## 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 5 件)

①Tran, T. D., Tanaka, U. 他 1 名, Living with Typhoon and Flood Disasters in Huong Phong Commune, Tam Giang Lagoon Area, Central Vietnam, Asia Platform Annual Report 2010, 査読無し, 6, 2011, 144-152.

②Tran, T. D., Tanaka, U. 他 3 名, Livelihood activities and living condition related to poverty of households in Tan Giang lagoon area, Central Vietnam, J. JASS, 査読有り, 27, 2011, 149-157.

③Okamoto, Y., Tanaka, U. 他 2 名, Spatial transition of the fishery activities in Sam-An Truyen lagoon, Central Vietnam, J. JASS, 査読有り, 28, 2012, 63-71.

④Okamoto, Y., Tanaka, U. 他 2 名, Spatial transition of the fishery activities in Sam-An Truyen lagoon, Central Vietnam, J. JASS, 査読有り, 28, 2012, 63-71.

⑤Akamatsu, M., Tanaka, U. 他 4 名, Pesticide residue analyses of soils collected from suburban agricultural fields around Bangkok, Trop. Agr. Develop., 査読有り, 57, 2013, 8-15.

[学会発表] (計 3 件)

①岡本侑樹、田中樹、他 2 名, ベトナム中部サムアンチュルエンラグーンにおける漁場利用の空間的遷移, システム農学会 2011 年秋季大会, 2011/10/23, 広島, 広島大学

②赤松美紀, 安全な農薬をつくるために, 日本農芸化学会中四国支部第 16 回市民フォーラム (招待講演), 2012/1/21, 鳥取, 鳥取大学.

③田中樹、水野啓、Le Van An, ベトナム中部での生業多様化と社会的弱者層支援への取り組み, 日本熱帯農業学会・公開シンポジウム (招待講演), 2012/3/31, 東京, 東京農工大学

[その他]

ホームページ等

研究内容についてのWebページ:

<http://www.fsao.kais.kyoto-u.ac.jp/cas/index.php?%E8%B5%A4%E6%9D%BE%E3%80%80%E7%BE%8E%E7%B4%80>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

赤松 美紀 (AKAMATSU MIKI)

京都大学・大学院農学研究科・准教授

研究者番号: 70183134

(2) 研究分担者

宮下 正弘 (MIYASHITA MASAHIRO)

京都大学・大学院農学研究科・助教

研究者番号: 80324664

(2) 研究分担者

田中 樹 (TANAKA UERU)

総合地球環境学研究所・研究部・准教授

研究者番号: 10231408