

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 18 日現在

機関番号：10105

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24380174

研究課題名(和文) 昆虫病原菌類・昆虫病原細菌を用いたデュアルコントロール機構の解明

研究課題名(英文) Mechanisms of Dual Control using Entomopathogenic Fungi and Bacteria

## 研究代表者

小池 正徳 (Masnaori, Koike)

帯広畜産大学・畜産学部・教授

研究者番号：00205303

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：病害虫防除におけるデュアルコントロール(Dual Control)とは植物の病気と害虫もしくは植物寄生性線虫と土壌病原菌の複合病を同時に防除することをいう。本研究では昆虫病原性糸状菌、特に子のう菌類の *Beauveria* 属菌、*Metarhizium* 属菌、*Lecanicillium* 属菌等の土壌中における生態学、植物病原菌に対する寄生性や拮抗性、エンドファイトとしての特性を明らかにした。また、昆虫病原性細菌である *Bacillus thuringiensis* においても植物病原菌類に拮抗性があり、植物に対して抵抗性を誘導することを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Fungal entomopathogens have been widely investigated as biological control agents of pest insects in attempts to improve the sustainability of crop protection. Simultaneous biological control of both insect pests and plant pathogens (dual control) has been reported for the hypocrealean fungal entomopathogens, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* spp. and *Lecanicillium* spp. And accumulating evidence shows that *Beauveria* spp. can colonize a wide array of plant species endophytically. Furthermore, traits that are important for insect pathogenicity are also involved in pathogenicity to plant pathogen and plant pathogenic nematode.

研究分野：昆虫病理学

キーワード：昆虫病原性菌類 昆虫病原性細菌 Biological Control Dual Control エンドファイト

## 1. 研究開始当初の背景

申請者らは昆虫病理学を主たる専門とし、微生物(昆虫病原細菌、昆虫病原性菌)を用いて害虫防除をすることをその研究の最終目的としている。しかし、研究を進めて行く上で、これらの微生物が害虫を防除するだけでなく、実験対象植物の病気をも抑えることがわかってきた(増田ら、2009;小池・相内、2010)。これらの現象を踏まえ、申請者らは、昆虫病原細菌、昆虫病原性菌を用いれば、害虫の防除だけでなく同時に植物病害の発病も抑制するデュアルコントロール資材として利用できるのではないかという考えに至った。

## 2. 研究の目的

最近、環境保全型農業における微生物農薬が注目されているが、現在、その出荷量は化学農薬の1%にも満たないのが現状である。より環境に優しい農業を推進するためにはさらに効果的な効力を持った新・微生物農薬の開発が急務とされている。申請者らは、昆虫病原細菌および昆虫寄生菌が害虫を防除するだけでなく、植物に病気に対する抵抗性を付与し、いくつかの病害に対しても発病抑制効果(デュアルコントロール)を示すことを最近明らかにしてきた。本研究では、我々が見出した昆虫病原細菌(*Bacillus thuringiensis*)、昆虫寄生菌(*Beauveria bassiana*, *Lecanicillium* spp.)の病害虫同時防除機構を解明し、そのメカニズムを利用した効率的な病害虫防除法を提案することを目的とする。

## 3. 研究の方法

1) 昆虫寄生菌・昆虫病原細菌の *in vitro* における植物病原菌(糸状菌・細菌)に対する作用機作およびハウスにおける検証(小池・相内・浅野)

i) すでに、いくつかの組み合わせでデュアルコントロールが可能であることが報告されている(Goettel et al., 2008)。これらの組み合わせも含めて、以降デュアルコントロール機構の解明における実験系も考慮し、ハウス実験も加えモデル実験系として最適な組み合わせを選定し、*in vitro* における実験に供試する。

ii) 昆虫病原性菌類(*Beauveria bassiana*, *Lecanicillium* spp.)と病害の組み合わせで実用化レベルで防除可能な組み合わせを実験室内、温室内の発病抑制試験を実施し、選定する。

## 4. 研究成果

### 1) 昆虫寄生性糸状菌 *Lecanicillium* 属菌のダイズシストセンチュウに対する作用

ダイズシストセンチュウ(SCN)はダイズ、アズキ、インゲンなどの重要病害虫である。

SCN 対策としては現在耕種的防除、化学的防除が行われているが生物的防除を取り入れ、総合的防除を行うことで高い防除効果が期待できる。

昆虫寄生性糸状菌 *Lecanicillium* 属菌はSCN 防除に有効であることが示唆されており、その中でも Mycotal®/*L. longisporum* と Vertalec®/*L. muscarium* のプロトプラスト融合株である AaF42 はSCN に対する高い抑制効果を示すことが報告されている(Shinya et al. 2008)。

昆虫寄生性糸状菌のいくつかの種では植物の根に内生することが報告されている。この内生によって植物は害虫や病気に対して抵抗性を有する可能性が示唆されている。

AaF42 はSCN に対して効果を示すことや、ダイズの根の表面に定着することが現在までに報告されている(Koike et al., 2011)。しかしながら、根への定着様式、SCN への寄生様式に関しては確認されていない。そこで、本研究では REMI 法により緑色蛍光タンパク質(egfp)を導入した AaF42 (AaF-GFP)を用いて、培養系(*in vitro*)、およびSCN 汚染土壌における AaF-GFP の定着、寄生様式を蛍光顕微鏡により観察した。

その結果以下のことが明らかになった。1) AaF42 は根の表面および根の内部に定着する。2) 根に定着した菌は雌成虫に寄生し、産卵初期の卵に作用する。3) 卵の成熟阻害を引き起し、殺卵の効果が期待できる。4) 菌に感染しながらも卵が孵化した場合、菌に感染した J2 が確認できる。5) 菌が内生した植物は害虫や病気に対する抵抗性を有する可能性がある。

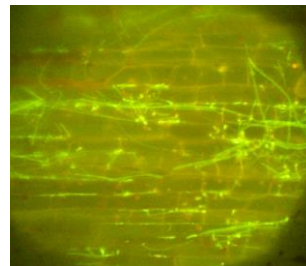


Fig. 1-1 維管束周辺に感染している AaF42

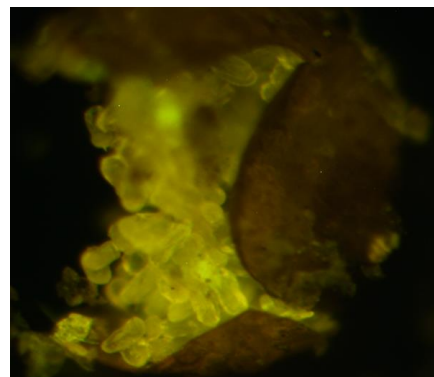


Fig. 1-2 シストセンチュウの卵に感染した AaF42

## 2) エンドファイトとしての昆虫寄生菌

*Lecanicillium muscarium*、*Metharhizium anisopliae*、*Bacillus thuringiensis*を用いて

i) 実験室条件下でのエンドファイトとしての作用を見た。

ii) 全身誘導抵抗性に関連する遺伝子の解析および3) ハウス条件下におけるエンドファイトとしての作用を調査した。

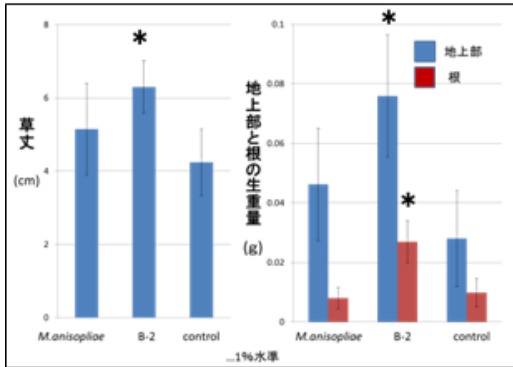


Fig. 2-1 *in vitro*における生育促進効果

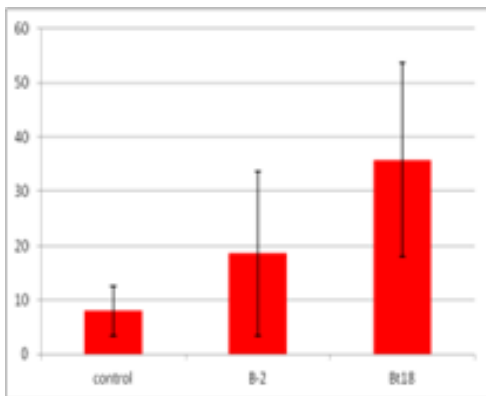


Fig. 2-2 *PR-P2*(サリチル酸経路の解析)

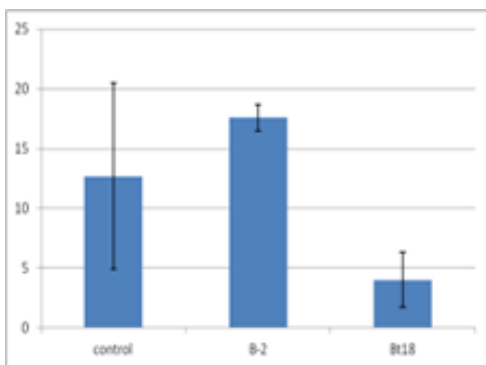


Fig. 2-3 *PINI*(ジャスモン酸経路の解析)

その結果、*Lecanicillium*属菌(B-2)は *in vitro* において植物の生育に悪影響を及ぼさず (Fig. 2-1)、ハウス試験で病害に対し、有効に作用した (Fig. 2-4)。しかし、病害に対する抵抗性遺伝子発現は確認されなかった。おそらく別の経路の遺伝子が関与している可能性があると考えられた。

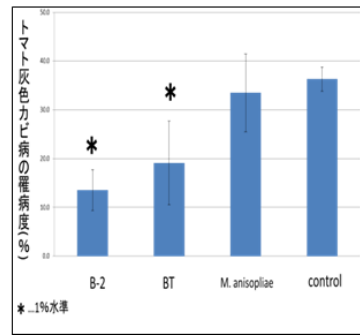


Fig. 2-4 ハウスにおけるトマト灰色かび病の発病抑制効果

*Bacillus thuringiensis* (BT18) は抵抗性遺伝子の発現を誘導 (*PR-P2*) しハウス試験においても病害に対し有効に働いた ( Fig. 2-2, 2-3, 2-4 )。 *Lecanicillium muscarium* ( B-2 ) および *Bacillus thuringiensis* ( BT-18 ) はエンドファイトとして有用な菌株であると考えられ、現在も試験を継続中である。

## 3) *Bacillus thuringiensis*によるトマト萎凋病の発病抑制

*Bacillus thuringiensis* (BT 剤) は微生物殺虫剤として世界でもっとも販売されており、その効果や取扱い易さは化学農薬に匹敵する。Hyakumachi らはすでに BT によりトマト青枯病の発病を抑制すること、さらにその発病抑制効果はトマト植物体の抵抗性を誘導することによるものとした。本試験では、BT がトマトの萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*) に対する拮抗性とトマト萎凋病の発病抑制効果を調査した。

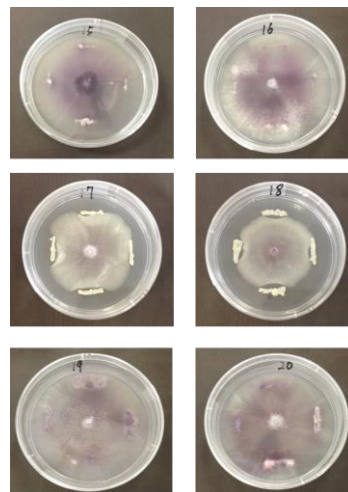


Fig. 3-1 *Bacillus thuringiensis* の *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (トマト萎凋病菌) に対する拮抗性



Fig. 3-2 BT-17 によるトマト発病抑制効果  
(左から 対照、FOM のみ、FOM+BT17)

以上の結果、BT-17, 18 の 2 株が FOM に対して拮抗性を示し、BT-17, 18, 20 の 3 株がポット試験においてトマト萎凋病の発病を抑制した。BT-17, BT-18 は FOM に対して拮抗性をしめしたが、BT-20 は拮抗性を示さなかったため、発病抑制効果は誘導抵抗性によるものと考えられた。現在これらの株を用いてサツマイモネコブセンチュウに対する作用を調査中であるが、BT の培養液にはサツマイモネコブセンチュウに対する殺線虫効果が認められた。今後、トマト萎凋病とサツマイモネコブセンチュウの複合病に対する効果を調査する予定である。

#### 4) デュアルコントロール資材による病害虫管理技術の開発

最終年度 (2014~2015) にはハウスにおけるデュアルコントロール資材開発のため、トマト萎凋病菌に対して発病抑制効果が認められた BT-17, 18, 20 を用いて宮城農業・園芸総合研究所にて試験を実施した。

昆虫に病原性を有する微生物や植物の病害に拮抗的に働く微生物の研究は近年盛んに行われているが、農薬としての利用はあまり進んでいない。環境保全型農業を推進するためには、さらに効力の高い新たな生物農薬の開発が望まれる。昆虫病原細菌や糸状菌の中には害虫を防除するだけでなく、植物の病気に対する抵抗性を付与し、発病抑制効果 (デュアルコントロール) を示すことが最近明らかになりつつある。ここでは、昆虫病原細菌である *Bacillus thuringiensis* の圃場レベルでの病害虫抑制効果を検討した。

##### 4-2 試験方法

1) 試験場所 農業・園芸総合研究所内  
パイプハウス他

2) 供試菌 *Bacillus thuringiensis*

3 菌株 (北海道大学分譲菌株: AS-17, 18, 20)

3) 試験方法

4-2-1 施設キュウリ (春) での検討 (試験 1)

a) 耕種概要 品種: ハイグリーン 21 定植: 3 月 27 日 栽植距離: 畝幅 100cm×株間 50cm

b) 調査項目 ワタアブラムシ (有翅+無翅),

アザミウマ類 (幼虫+成虫), うどんこ病

c) 処理日 5 月 3 日, 13 日, 24 日 (計 3 回)

4-2-1 施設トマトでの検討 (試験 2)

a) 耕種概要 品種: ハウス桃太郎 定植: 7 月 18 日 栽植距離 (ドレンベッド): 株間 40cm

b) 調査項目 うどんこ病, 葉かび病

c) 処理日 7 月 27 日, 8 月 1 日, 11 日, 20 日 (計 4 回)

4-2-3 施設イチゴでの検討 (試験 3)

a) 耕種概要 品種: もういっこ 定植: 9 月 16, 17 日 栽植距離: 条間 25cm×株間 20cm

b) 調査項目 ワタアブラムシ (有翅+無翅), オンシツコナジラミ (幼虫+成虫)

c) 処理日 10 月 21 日, 28 日, 11 月 4 日 (計 3 回)

4-2-4 ポットイチゴでの検討 (試験 4)

a) 耕種概要 品種: もういっこ

b) 調査項目 萎黄病, 生育状況

c) 処理日 BT: 10 月 26 日及び 11 月 3 日の 2 回,  $5 \times 10^8$  cfu/ml 液を 100ml/株かん注処理  
萎黄病菌: 11 月 5 日に当所保存菌株の孢子懸濁液  $2 \times 10^5$  個/ml を 50ml/株かん注接種

4-2-5 露地キャベツでの検討 (試験 5)

a) 耕種概要 品種: 初恋 定植: 5 月 14 日 栽植距離: ベッド幅 80cm×株間 40cm

b) 調査項目 根こぶ病, 調整重

c) 処理日 5 月 17 日及び 29 日に  $1 \times 10^8$  cfu/ml 液を 150ml/株かん注処理し, 6 月 20 日及び 7 月 2 日には  $1 \times 10^8$  cfu/ml 液を十分量散布した。

#### 4-3 結果の概要

本試験に用いた供試菌は、デュアルコントロール資材及び PGPR (植物生育促進性根圏細菌) としての可能性が示唆されており、トマトの萎凋病 (フザリウム病害) に対しては抑制効果が明らかとなっている。

1) いずれの菌株もアザミウマ類及びコナジラミ類に対しては比較的抑制効果が高く、3 菌株の中では BT-18 の効果が最も高かった (表 4-1, 4-4)。

2) アブラムシに対してはいずれの菌株も抑制効果は低かった (表 4-1, 4)。

3) キュウリのうどんこ病に対してはいずれの菌株も比較的高い抑制効果を示したものの、トマトのうどんこ病に対する抑制効果は低かった。また、トマトの葉かび病に対しては抑制効果が認められなかった (表 4-2、3)。

4) イチゴの萎黄病に対しては、初発生段階ではいずれも抑制的に作用しており、今後も継続して調査を行う (表 4-5)。

5) キャベツの根こぶ病に対する防除効果は認められなかった (表 4-7)。

6) イチゴとキャベツに対する PGPR としての効果は認められなかった(表4-6, 7)。

以上のことより、供試菌は一部病害虫に対して抑制的に働いてはいるものの、今回供試した菌濃度では圃場レベルにおいて十分な効果は得られなかった。今後、高濃度散布条件での検討が必要となる。

表4-1 キュウリのアブラムシ類及びアザミウマ類に対する効果(試験1)

供試菌	濃度	第1回散布直前 <sup>1)</sup> 5月12日		第2回散布直前 <sup>2)</sup> 5月12日		第3回散布1日後 <sup>3)</sup> 5月23日		第4回散布1日後 <sup>4)</sup> 5月23日	
		アブラムシ		アザミウマ		アブラムシ		アザミウマ	
		発生数	寄生数	発生数	寄生数	発生数	寄生数	発生数	寄生数
AS-17	1×10 <sup>8</sup> cfu/ml	138	3	57	64.5	4	7.0	1605	85.8
AS-18	1×10 <sup>8</sup> cfu/ml	622	20	1992	399.9	9	2.4	2340	27.8
AS-20	1×10 <sup>8</sup> cfu/ml	158	2	537	531.1	16	42.1	1072	50.1
無処理	-	150	1	96	19	2033	40		

1) 1日4圃調査で2夜後の合計値

表4-2 キュウリのうどんこ病に対する効果(試験1)

供試菌	濃度	6月9日(最終散布17日後)調査 <sup>1)</sup>			
		調査葉数	発病葉数	病斑数(/10葉)	防除値
AS-17	1×10 <sup>8</sup> cfu/ml	72	15.5	8.3	66.4
AS-18	1×10 <sup>8</sup> cfu/ml	72	19.0	14.6	41.2
AS-20	1×10 <sup>8</sup> cfu/ml	72	13.5	9.7	61.1
ボトキア水和剤	1000倍液	54	11.5	14.2	42.9
無処理	-	72	20.0	24.8	

1) 2反復の平均値

表4-3 トマトのうどんこ病及び葉かび病に対する効果(試験2)

供試菌	濃度	発病小葉率(%) <sup>1)</sup>		
		8月18日調査 (3回目散布7日後)		8月26日調査 (4回目散布6日後)
		うどんこ病	うどんこ病	葉かび病
AS-17	2×10 <sup>8</sup> cfu/ml	4.6	22.0	19.4
AS-18	2×10 <sup>8</sup> cfu/ml	4.7	20.3	22.4
AS-20	2×10 <sup>8</sup> cfu/ml	4.9	22.5	25.6
無処理	-	6.8	25.3	19.4

1) 各株8複葉(1段目上4複葉・下4複葉調査)

表4-4 イチゴのアブラムシ類, コナジラミ類に対する効果(試験3)

供試菌	濃度	区別	10圃葉の寄生数						10圃葉の寄生率 <sup>1)</sup>	
			アブラムシ			コナジラミ			アブラムシ	コナジラミ
			発生数	寄生数	寄生率	発生数	寄生数	寄生率	発生率	寄生率
AS-17	2×10 <sup>8</sup> cfu/ml	I	3.9	0	3.4	3.4	6.1	4.3	2.4	6.7
		II	34.6	0	0	0	38.1	0.2	0	0.2
		III	69.2	0	0.2	0.2	157	0.6	0.6	1.2
合計	107.7	0	3.6	3.6	199.2	6.1	3.0	6.1	108.7	
AS-18	2×10 <sup>8</sup> cfu/ml	I	6.5	0	0.2	0.2	17.9	2.7	1.1	3.6
		II	25.3	3.3	0	3.3	48.2	0	0.6	0.6
		III	56.2	1.3	1.2	1.2	109.9	4.6	1.2	5.8
合計	87.9	4.6	1.4	4.7	166.0	7.5	2.9	10.0		
AS-20	2×10 <sup>8</sup> cfu/ml	I	16.0	0	0.4	0.4	10.0	4.6	1.2	5.8
		II	15.3	0.9	0.3	0.3	17.6	0.9	0.2	0.9
		III	39.7	4.3	0.7	0.7	65.4	7.5	3.8	10.0
合計	70.9	5.2	1.4	1.4	93.0	12.9	5.2	16.7		
マイコンロール	1000倍	I	7.0	0	0.2	0.2	13.5	0.7	0	0.7
		II	81.2	0	0	0	79.6	0	0.4	0.4
		III	159.2	0.2	0.2	0.2	11.9	0	0	0
合計	139.4	0.2	0.4	0.4	105.0	0.7	0.4	1.1		
無処理	-	I	43.2	0	0.8	0.8	24.6	0.9	0	0.9
		II	39.2	0	0	0	35.9	2.9	0.4	2.4
		III	28.9	1.6	1.1	2.6	21.8	5.7	1.2	6.9
合計	111.3	1.6	1.9	3.4	82.3	9.6	1.6	10.2		

1) アブラムシは発生数, コナジラミは寄生率の算出

表4-5 イチゴ萎黄病に対する効果(試験4)

試験区	処理方法	12月16日調査				1月15日調査			
		萎黄病発生状況				萎黄病発生状況			
		発病度				発病度			
AS-17	5×10 <sup>8</sup> cfu/ml液	15	0	0	0	12	3	0	0
AS-18	100ml/ポットかん注	14	1	0	0	17	9	6	0
AS-20	ん注	14	1	0	0	17	11	4	0
無処理	-	12	3	0	0	5.0	5	10	0

100:発病を認めない 1:小葉の僅かな形変・黄化 2:小葉の奇形・黄化など典型的病徴 3:株の萎縮 萎凋 4:枯死

表4-6 イチゴの生育状況(試験4)

供試菌	処理濃度・方法 <sup>1)</sup>	12月16日調査			
		生育状況(mm)			
		草丈		小葉幅	草高
AS-17		葉柄長	小葉長		
AS-18	5×10 <sup>8</sup> cfu/ml液を100ml/ポットかん注	96.5	67.9	57.0	147.2
AS-20		95.5	65.5	47.3	130.3
無処理	-	112.5	80.1	57.3	149.3

1) 処理は10月26日と11月3日の2回

表4-7 キャベツ根こぶ病に対する効果と調整重(試験5)

供試菌	処理濃度 <sup>1)</sup>	7月22日調査 <sup>2)</sup>						発病度	調整重(g) <sup>4)</sup>
		根こぶ病発生株数 <sup>3)</sup>							
		0	1	2	3	4	5		
AS-17		42	1	0	1	0	2	14.6	1169.9
AS-18	1×10 <sup>8</sup> cfu/ml液	41	4	2	0	0	6	14.3	1234.5
AS-20		32	1	0	0	1	14	31.3	1035.6
無処理	-	34	7	1	0	0	5	14.5	1267.8

1) 15月17日及び19日には150ml/株かん注し, 6月20日及び7月2日には地上部に十分散布した。

2) 2反復の合計値

3) 0:根こぶの発生なし 1:根こぶが根系全体の25%未満の根に発生

2:根こぶが根系全体の25~50%未満の根に発生 3:根こぶが根系全体の50~75%未満の根に発生

4:根こぶが根系全体の75%未満の根に発生 5:根こぶが根系全体の75%未満の根に発生し腐敗を伴っている

4) 30株(各反復10株×3反復)の平均値

今後、BT各系統の葉面残存能、葉面増殖能等を検討し、充分効果が認められる菌濃度による処理を検討する。

## まとめ

現在、昆虫病原性菌類の *Lecanicillium* 属菌の数系統と *Beauveria* 属菌、*Metharizium* 属菌のうち上市されている系統を用いてエンドファイトとしての作用をより詳細に調査している。また、*Bacillus thuringiensis* に関しては北大浅野氏分離株より植物に抵抗性を誘導する系統、土壌病害を引き起こす *Fusarium* 属菌に対して拮抗性を示す系統を見出した。これらの系統を用いてさらなるデュアルコントロールの研究を進めていきたい。

## 5. 主な発表論文等 [雑誌論文] (計11件)

1) D. Aiuchi\*, Y. Saito, J. Tone, M. Kanazawa, M. Tani and M. Koike. (2012) The effect of entomopathogenic *Lecanicillium* spp. (Hypocreales: Cordycipitaceae) on the aphid parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiinae). *Applied Entomology and Zoology* 47(4): 351-357

2) 谷 昌幸, 加藤 拓, 相内大吾, 宮竹史仁, 小池正徳, 徳安 健. (2013) 異なる屑使用原料に由来するバイオエタノール蒸留廃液の肥料成分特性と圃場還元利用. *農業施設*, 44 (2): 51-58

3) Y. Hayashi, T. Kozawa, D. Aiuchi, M. Tani and M. Koike\*. (2013) A selective medium to isolate airborne spores of *Microdochium nivale*, causing winter wheat scab. *European Journal of Plant Pathology*. 138(2): 247-256

4) Y. Hayashi, T. Kozawa, D. Aiuchi, M. Koike, S. Akino, N. Kondo (2014) Population genetic structure of *Microdochium majus* and *Microdochium nivale* associated with Fusarium head blight of wheat in Hokkaido, Japan *European Journal of Plant Pathology* 12/2014; 140(4).

5) Minehiro Ishii, Junya Takeshita, Mitsugu Ishiyama,

Masayuki Tani, Masanori Koike, Daigo Aiuchi (2014)  
Evaluation of the pathogenicity and infectivity of entomopathogenic hypocrealean fungi, isolated from wild mosquitoes in Japan and Burkina Faso, against female adult *Anopheles stephensi* mosquitoes  
*Fungal Ecology* 15. DOI:10.1016/j.funeco.2015.02.002

6) Chikako Ono, Takanori Kamagata, Hitomi Taka, Ken Sahara, Shin-ichiro Asano, Hisanori Bando (2014)  
Phenotypic grouping of 141 BmNPVs lacking viral gene sequences  
*Virus Research* (165) 197-206

7) Shuichi Matsuda, Atsushi Funabiki, Kaoru Furukawa, Nozomi Komori, Masanori Koike, Yoshihiko Tokuji, Itsuro Takamura, Kiyooki Kato (2012) Genome-wide analysis and expression profiling of half-size ABC protein subgroup G in rice in response to abiotic stress and phytohormone treatments.  
*Molecular & General Genetics* 287(10):819-35

8) Kazuhiro Iiyama<sup>1)</sup>, Kazuki Mori<sup>2)</sup>, Hiroaki Mon<sup>3)</sup>, Yuuka Chieda<sup>1)</sup>, Jae Man Lee<sup>3)</sup>, Takahiro Kusakabe<sup>3)</sup>, Kousuke Tashiro<sup>2)</sup>, Shin-ichiro Asano<sup>4)</sup>, Chisa Yasunaga-Aoki<sup>1)</sup>, Susumu Shimizu<sup>1)</sup> Draft Genome Sequence of *Paenibacillus popilliae* ATCC 14706<sup>T</sup>  
*Journal of Insect Biotechnology and Sericology* 82 (2) : 45-48

9) 相内大吾・小池正徳 (2012)  
第45回国際無脊椎動物病理学会 (SIP2012) 参加レポート  
*バイオコントロール vol. 16(1): 69-74*

10) 小池正徳・相内大悟 (2013)  
エンドファイトとしての昆虫病原糸状菌  
*蚕糸・昆虫バイオテック* 82 (3) : 169-173

11) 小池正徳 (2014)  
昆虫寄生菌によるデュアルコントロール  
バイオコントロール研究 vol.13: 34-49

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表等] (計 20 件)  
招待シンポジウム

1) 小池正徳  
昆虫寄生性 *Lecanicillium* 属菌によるダイスシストセンチュウの被害抑制  
第21回日本線虫学会 (唐津市) 2013年9月

2) 小池正徳  
天敵微生物利用の現状と新たな機能の利用の可能性  
シンポジウム「天敵利用による害虫防除の現状と将来展望ー生物農薬の利用を中心に」  
第58回日本応用動物昆虫学会大会 (高知) 2014年4月

3) 小池正徳  
昆虫病原菌によるデュアルコントロール  
日本植物病理学会 バイオコントロール研究会  
北海道大学 2014年6月

4) 小池正徳  
昆虫病原菌は昆虫に寄生するだけではないーエンドファイトとしての利用  
とデュアルコントロールー  
樹木病害研究会・森林昆虫談話会合同集会 北海道大学 2015年3月

1) 佐藤大樹・小池正徳 (2014)  
第4章 菌類病 4.2 昆虫病原菌類の感染生理 pp. 64-70  
最新昆虫病理学 国見裕久・小林迪弘/編著 (講談社)

2) 仲井まどか・小池正徳・国見裕久 (2014)  
第10章 昆虫病理学の展開 pp. 207-222  
最新昆虫病理学 国見裕久・小林迪弘/編著 (講談社)  
[図書] (計 2 件)

[産業財産権]  
○出願状況 (計 0 件)  
○取得状況 (計 0 件)

[その他]  
ホームページ等  
[http://www.researchgate.net/profile/Masanori\\_Koike/publications](http://www.researchgate.net/profile/Masanori_Koike/publications)

6. 研究組織  
(1) 研究代表者 小池正徳 (Masanori KOIKE)  
帯広畜産大学畜産学部 教授  
研究者番号: 00205303

(2) 研究分担者 相内大吾 (Daigo AIUCHI)  
帯広畜産大学畜産学部 助教  
研究者番号: 50552783

(3) 研究分担者 浅野眞一郎 (Shin-ichiro ASANO)  
北海道大学大学院 准教授  
研究者番号: 60222585

(4) 連携研究者 増田俊雄 (Toshio MASUDA)  
宮城県農業・園芸総合研究所  
研究者番号: 40500963

(5) 連携研究者 関根崇行 (Muneyuki SEKINE)  
宮城県農業・園芸総合研究所  
研究者番号: 80500967