

令和 3 年 6 月 3 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04612

研究課題名(和文) マメ毒に対するマメゾウムシ類の適応分化：解毒機構と乾燥種子利用の遺伝的多様性

研究課題名(英文) Adaptive diversification of bruchinae seed beetles to poisonous chemical substances in leguminosae: genetic diversity of detoxifying mechanism and utilizing dry seeds.

研究代表者

嶋田 正和 (SHIMADA, MASAKAZU)

東京大学・大学院総合文化研究科・名誉教授

研究者番号：40178950

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,300,000円

研究成果の概要(和文)：嶋田と徳永はCallosobruchus属の熱帯産C. subinnotatusと中国産C. chinensis(dxC系統)、野生種サイカチマメゾウムシの食性を比較した結果、害虫種2種は多くのマメ科を広範に利用するだけでなく、ヒシ、ハス、ヒマワリからも羽化した。津田は、寄主植物の分類群、種子形成期(繁殖季節)、地理、毒性化学物質(カナバニン)、という複数の候補形質の中でどれが一番マメゾウムシの種分化に寄与してきたかを推定・検定した結果、種子形成時期(季節)が単独で効果を発揮していることが示唆された。津田の種子は藤井により化学分析され、いくつかの豆はカナバニンを多量に含むことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

(1) 地球上の生物多様性の豊富さを理解するときには寄主植物と植食性昆虫の多様な食う-食われるの關係の理解は重要である。種子捕食者のマメゾウムシ類とマメ科及び他の寄主植物の利用状況は一つの有効なモデルケースとなり、その理解はカギとなる。(2) SDGsの目標15「陸の豊かさを守ろう」の国際的な取り組みにも合致する。(3) マメ科の二次代謝産物は毒成分となって豆内に蓄積し、種子捕食者への防除物質となって進化してきた。人類に有用なマメ科種子(豆)の成分を改良する技術、害虫に食べられないが人類には害のない物質の特定など、品種改良に大きな理解となる。

研究成果の概要(英文)：Shimada and Toquenaga compared the utilization status in the seed resource with three bruchine species, Callosobruchus subinnotatus, Chinese strain (dxC) of C. chinensis, and wild species Megabruchidius dorsalis. The two Callosobruchus pest species utilized not only legume seeds widely but also dry seeds of Trapa japonica, the lotus (Nelumbo) and the sunflower, Helianthus. M. dorsalis infested partly legume seeds as well as Helianthus greatly. Tuda analyzed a multivariate statistic model which determined the most influential factor among host plant taxon, seed development season, geography and the secondary chemical canavanine ingredient. The model showed the season of seed development as the most single major factor. Fujii analyzed seeds of Tuda's collection chemically and some of them contained canavanine in large quantities.

研究分野：進化生態学

キーワード：マメゾウムシ亜科 乾燥種子食性 Callosobruchus属 サイカチマメゾウムシ 種子形成の季節性 系統対応 二次代謝産物 カナバニン

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

種子捕食性昆虫の代表であるマメゾウムシ類は、食べて育つ植物の種子に限られており、狭食性（食べられる寄主植物種の範囲が狭い）と言われている。これには植物側の防御機構が関係しており、物理的防御（種子内の固い樹脂層など）と化学防御（毒物質を種子内に蓄積）によって豆が食害から守られていることによる。特に、マメ科の化学防御は発達しており、毒物質は低分子（カナバニン、ミモシンなどの遊離アミノ酸、サポニンなどのステロイドアルカロイド類）から生体高分子のタンパク質毒（アミラーゼ・インヒビター）まで 100 種にも上る。マメゾウムシ類がもつ解毒機構は万能ではなく解毒できる豆は自ずと限られているので、狭食性にならざるを得ない。しかし、その制限内で食性はスペシャリスト化（専門家）するのか、ジェネラリスト化（何でも屋）に進化するのか？ 植物と植食性昆虫の食う - 食われる系の進化モデルとしてマメゾウムシ類を研究する大きな理由はここにある。

2. 研究の目的

成熟し乾燥した莢や乾燥種子に産卵できる一部のマメゾウムシ類は、乾燥した莢は長く枝に残っていたり、地上に落果すると毒物質は分解して濃度が減少するため、複数の寄主植物に産卵し乾燥種子に食入することができる。つまり、乾燥完熟種子を利用できる種子捕食性昆虫は、同所的に 2 種以上の寄主植物が隣接しているといっしょにニッチを拡大できることになる。この「寄主植物に対するニッチ拡大説」を検証するのが今回の目的である。

3. 研究の方法

嶋田、徳永、津田、伊藤は新大陸、旧大陸のさまざまな地域でマメ科だけでなく、マメゾウムシ類の寄主植物となる乾燥完熟種子を広く採集し、そこから羽化した成虫の種名と個体数を記録した。また同時に、その種子を、植物のアレロパシーの化学分析を専門とする藤井に送って GC-MS などで二次代謝産物の毒性物質を特定した。

4. 研究成果

嶋田と徳永はマメゾウムシ類のマメ科に対する食性の進化を研究してきた。マメゾウムシ類は食べて育つ植物の種子に限られており、多くは狭食性（食べられる寄主植物種の範囲が狭い）である。これには植物側の防御機構が関係しており、物理的防御（種子内の固い樹脂層など）と化学防御（毒物質を種子内に蓄積）によって豆が食害から守られている。特に、マメ科の化学防御は発達しており、毒物質は低分子（カナバニン、ミモシンなどの遊離アミノ酸、サポニンなどのステロイドアルカロイド類）から生体高分子のタンパク質毒（アミラーゼ・インヒビター）まで 100 種にも上る。マメゾウムシ類がもつ解毒機構は万能ではなく解毒できる豆は自ずと限られているので、狭食性にならざるを得ない。しかし、その制限内で食性はスペシャリスト化（専門家）するのか、ジェネラリスト化（何でも屋）に進化するのか？ 植物と植食性昆虫の食う - 食われる系の進化モデルとしてマメゾウムシ類を研究する大きな理由はここにある。今回は、分担者の徳永氏と共同で、大豆を食べる *Callosobruchus subinnotatus*、さらに、徳永が中国西晶市で採集した大豆から羽化する中国産アズキゾウムシ (dxC 系統)、そして日本産野生種サイカチマメゾウムシの 3 種を用いた。乾燥種子は以下を対象とした。マメ科

は、マメ亜科 (Papilionoideae) として、ダイズ (*Glycine max* 4 研究品種、フクユタカ、スズマル)、青エンドウ (*Pisum sativum*)、一寸ソラマメ (*Vicia faba*)、ヒヨコ豆 (*Cicer arietinum*)、レンズ豆 (*Lens culinaris*)、紫花豆 (ベニバナインゲン *Phaseolus coccinius*)、インゲンマメ (*Phaseolus vulgaris* 大正金時、レッドキドニー、手亡の3品種)、アズキ (*Vigna angularis* 大納言)、ブラックアイ (*Vigna unguiculata* ササゲ)、リョクトウ (*Vigna radiata*)、ピーナッツ (*Archis hypogaea*) ジャケツイバラ亜科 (Caesalpinioideae) としてサイカチ (*Gleditsia japonica*) を対象とした。これに加えて被子植物で目が異なる乾燥種子として、アサガオ (ナス目ヒルガオ科 *Ipomea*)、ヒシ (フトモモ目ヒシ科 *Trapa*)、ハス (ヤママガシ目ハス科 *Nelumbo*)、ヒマワリ (キク目キク科 *Helianthus*)、オクラ (アオイ目アオイ科 *Abelmoschus*) である。このうち、ヒルガオ科とアオイ科はマメゾウムシ亜科の他属に利用されている。生育状況及び羽化数の結果を表1にまとめた。

食性実験に使った乾燥種子の目・科・属と3種の虫の発育状況と羽化数 (27°C、70%RH)

※1~18はマメ目マメ科マメ亜科、19は同じくジャケツイバラ亜科、20~24は他の目の植物

	乾燥種子(品種、属名)	<i>C. subinnotatus</i>			中国産アズキゾウムシ			サイカチマメゾウムシ		
		孵化数	羽化数	発育日数	孵化数	羽化数	発育日数	孵化数	羽化数	発育日数
1	KK21-B12(大豆)(<i>Glycine</i>)	15	13	48	60	50	28	0	—	—
2	E11(大豆)(<i>Glycine</i>)	48	21	45	31	27	31	3	1	67
3	Bay(大豆)(<i>Glycine</i>)	18	13	52	63	35	31	5	0	—
4	フクユタカ(大豆)(<i>Glycine</i>)	88	52	56	52	47	32			
5	フクユタカ(大豆)(<i>Glycine</i>)	96	58	31	91	69	34	5	0	—
6	スズマル(大豆)(<i>Glycine</i>)	73	41	48	39	38	32	0	—	—
7	青エンドウ(<i>Pisum</i>)	64	53	41	57	53	27	2	0	—
8	一寸ソラマメ(<i>Vicia</i>)	70	31	35	73	42	28	4	0	—
9	ヒヨコマメ(<i>Cicer</i>)	82	79	32	27	26	27	23	0	—
10	レンズマメ(<i>Lens</i>)	55	2	112	42	3	39	12	0	—
11	紫花豆(<i>Phaseolus cocci.</i>)	111	22	59	77	0	—	37	0	—
12	大正金時(<i>Phaseolus vul.</i>)	84	0	—	152	0	—	45	0	—
13	レッドキドニー(<i>Phaseolus vul.</i>)	4	0	—	100	0	—	9	0	—
14	手亡 (<i>Phaseolus vul.</i>)	35	0	—	21	0	—	3	0	—
15	アズキ(<i>Vigna</i>)	93	83	34	52	45	25	1	0	—
16	ブラックアイ(<i>Vigna</i>)	93	59	32	65	59	25	10	0	—
17	緑豆(<i>Vigna</i>)	57	53	32	111	63	24	1	0	—
18	ピーナッツ(マメ亜科)	8	1	53	98	8	38	276	3	87
19	サイカチ(ジャケツイバラ亜科)	6	0	—	45	0	—	38	29	33
20	アサガオ(ナス目ヒルガオ科)	20	0	—	27	0	—	1	0	—
21	ヒシ(フトモモ目ヒシ科)	45	23	38	57	50	31	23	0	—
22	ハス(ヤママガシ目ハス科)	0	0	—	25	23	28	10	0	—
23	ヒマワリ(キク目キク科)	14	0	—	42	18	39	271	39	約 80
24	オクラ(アオイ目アオイ科)	50	0	—	61	0	—	0	0	—

表1では、*C. subinnotatus*も中国産アズキゾウムシも大豆の全ての品種、エンドウ、ソラマメ、ヒヨコ豆を満遍なく食べて育つことが分かった。ただし、*C. subinnotatus*は大豆から羽化した時は体重が1/2くらいに小さくなる。表1で孵化数と羽化数との間に大きな差があり、発育日数が長くなる場合は、体重が小さくなって羽化するのが一般的な傾向だった。また両種とも金時豆の仲間 (*Phaseolus vulgaris*) は利用できなかった。ピーナッツはわずかながら利用でき少数が羽化した。被子植物の他の目では、*C. subinnotatus*も中国産アズキゾウムシもヒシ (フトモモ目ヒシ科) の乾燥種子はたくさん羽化してきた。また、中国産アズキゾウムシはハス (フトモモ目ハス科) とヒマワリ (キク目キク科) から多数が羽化した。驚くのは、野生種サイカチマメゾウムシで、表1では大豆から1匹、ピーナッツから3匹羽化することはまだしも、ヒマワリ (キク目キク科) から多数が羽化したのは驚きである。軟X線透視装置で見ると、多くの終齢幼虫や蛹がヒマワリの種子内に育っていた。

要するに、Ehrlich and Raven (1964) 以降の定説、つまり寄主植物と植食性昆虫の毒生産 - 解毒作用の軍拡競争の共進化によってスペシャリスト化し種分化してきたとの学説とは異なり、

乾燥種子を利用するマメゾウムシは場当たりのその解毒機構がその近隣の植物の毒にもマッチしていれば、手あたり次第に利用できる「前適応の先回り説」(Endara et al, 2017)が浮かび上がってきた。嶋田は30年も前に野生マメ科クララ (*Sophola flavescence*) とそれを年3世代にわたり利用するシャープマメゾウムシ (*Kytorhinus sharpianus*) の関係で、貯蔵豆利用への前適応(羽化後に摂食なしで乾燥種子に産卵生育)の現象を発見し(Shimada, 1988) さらに栽培豆リョクトウの食害を報告している(Shimada, 1990)。水辺のヒシやハスはまだしも、ヒマワリなどキク目植物が隣接していればニッチ拡大の対象となるだろう。今後は、植物の毒物質の化学研究者と共同研究で、メタボローム解析(代謝過程を司る生体物質の総合的な解析研究)を進めて行く計画である。

津田は、寄主植物の分類群、種子形成期(繁殖季節)、地理、毒性化学物質(カナバニン)という複数の候補形質の中でどれが一番マメゾウムシの種分化に寄与してきたかをねじれ係数を用いて推定・検定した。まず、主に旧大陸の6属にわたる60種のマメゾウムシの系統関係を、ミトコンドリア遺伝子4領域をシーケンスし、マメゾウムシの中でも祖先的でヒルガオ科を寄主とする *Spermophagus* の1種を外群にして推定した。次に、このマメゾウムシの種分化を表す系統樹のトポロジーが、寄主植物のどの形質に対応するのかを、昆虫系統と植物系統・形質の間の一一致を、形質間の相関を除去した偏ねじれ係数によって推定した。結果、種子形成時期(季節)が単独で効果を発揮していることが示唆された(表1の太字の偏ねじれ係数)。一方で、植物の系統樹、化学物質、地理は、どれも単独ではマメゾウムシの系統樹と合致していなかった(表2)。表2. 偏ねじれ係数の統計的有意性(P値)によって表した寄主植物の形質・系統樹とマメゾウムシの系統樹の合致度。P < 0.05は有意にマメゾウムシの系統樹と寄主植物の形質・系統樹が合致していることを示す。太字は単独の効果が有意な場合を示す。ただし*は有意に合致度が低い。NSは合致が有意でない。0.05 < P < 0.1は合致がやや有意。

植物の形質	以下の植物形質の効果を除去した偏ねじれ係数			
	系統樹	カナバニン	地理	種子形成期
系統樹		0.05 < < 0.1	0.05 < < 0.1	NS
カナバニン	0.05 < < 0.1		NS	< 0.05*
地理	NS	NS		NS
種子形成期	< 0.05	< 0.05	< 0.05	

これは、種子形成の季節が同じ植物間でマメゾウムシが寄主転換し種分化しやすいことを示す。そして、異なる季節に種子形成する植物への寄主転換は、新たな環境適応(日長や気温などへの適応)が大きなコストを伴い、祖先集団からの遺伝的隔離とその維持を促進し、新たな系統群に進化しやすい可能性が考えられる(例えばFeder et al. 1997)。

一方、寄主植物の系統は、マメゾウムシの系統とはあまり一致していなかった。マメゾウムシの系統群内で、マメ亜科から遠縁のジャケツイバラ亜科への祖先帰りの寄主転換が独立に3回起きていたにもかかわらず、大きな遺伝的变化や新たな系統群の形成には至っていなかった。また、地理的分布のマメゾウムシの系統への効果の方は、他の要因の寄与を除くと単独の効果はないことがわかった。

化学物質については、カナバニンを含む植物への寄主転換は *Bruchus* 属で独立に頻繁に起こっており、マメゾウムシの系統との不一致が見られ、カナバニンがマメゾウムシの種分化には寄与していなかった。少なくとも、寄主植物と遭遇できる季節が昆虫の亜科レベルの種分化に大きな影響をもたらすことを初めて明示できたと言える。

藤井はケニア、スーダン、イラン、中国（雲南省と内モンゴル自治区）、ロシア（南コーカサス地方）、トルコ、バングラデシュ、カンボジア、モロッコ等において、現地研究者と共同でマメ科を中心とした植物のアレロパシー活性を測定した。活性の強い植物についてはその成分を分析した。マメ科植物 *Vicia villosa* は根から多量のカナバニン（canavanine）を根圏に放出しアレロケミカルとして作用している可能性があること、カナバニンはプロトプラストを用いた検定で植物細胞に強い阻害作用があることを明らかにした。アレロパシー活性の強い植物については、種子、植物体、根などに含まれる成分を GC-MS 等を用いて分析し作用本体を推定した。津田らが収集した世界各地のマメ科植物種子 90 種に含まれる成分のメタボローム解析を行い *Anthyllus* 属、*Astragalus* 属、*Desmodium* 属にもカナバニンが多量に存在することを見出した。

このように、寄主植物と種子捕食性昆虫は、乾燥完熟種子を食害することが可能になって、1 年のうちの長いシーズンを種子資源として利用でき、ここから一挙に寄主植物のニッチを拡大したことが見て取れる。乾燥種子利用については、マメゾウムシ亜科の上位群のハムシ科は瑞々しい葉や茎、根を食べている系統である。マメゾウムシ亜科は低湿度の乾燥完熟種子を利用することで、マメ科だけでなく、アオイ科、ヒルガオ科、キク科などへと広範な乾燥種子へのニッチ拡大を進化させてきた。その典型的な事例が中国産アズキゾウムシ（*dxC* 系統）である。そして、これには毒物質への解毒機構の代謝の進化も重要である。マメゾウムシ類の食害に影響するメタボローム解析の研究の成果が、一つの典型的なモデルケースの解明として近い将来に期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 San PP, Tuda M, Takagi M	4. 巻 66
2. 論文標題 Impact of relative humidity and water availability on the life history of the predatory mite <i>Amblyseius swirskii</i> .	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BioControl	6. 最初と最後の頁 未定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10526-021-10081-y	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 Tuda M, Luna-Maldonado AI	4. 巻 60
2. 論文標題 mage-based insect species and gender classification by trained supervised machine learning algorithms.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecological Informatics	6. 最初と最後の頁 101135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecoinf.2020.101135	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 Nakamichi Y, Tuda M, Wajnberg E.	4. 巻 45
2. 論文標題 Intraspecific interference between native parasitoids modified by a non-native parasitoid and its consequence on population dynamics.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecological Entomology	6. 最初と最後の頁 1263-1271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/een.12909.	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 Gyorgy Z, Tuda M.	4. 巻 23
2. 論文標題 Host plant range expansion to <i>Gymnocladus dioica</i> by an introduced seed predatory beetle <i>Megabruchidius dorsalis</i> .	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Entomological Science	6. 最初と最後の頁 28-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ens.12393.	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 嶋田正和	4. 巻 54
2. 論文標題 マメゾウムシ類の食性進化： 広範な目の乾燥種子で育つ2種の発見	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 昆虫と自然	6. 最初と最後の頁 33-37
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 無
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 -

1. 著者名 Seyedeh Faezeh Taghizadeh, Majid Azizi, Javad Asili, Fatemeh Sadat Madarshahi, Hasan Rakhshandeh, Yoshiharu Fujii	4. 巻 2021
2. 論文標題 Therapeutic peptides of <i>Mucuna pruriens</i> L.: Anti genotoxic molecules against human hepatocellular carcinoma and hepatitis C virus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Food Science & Nutrition	6. 最初と最後の頁 1 - 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/fsn3.2248	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 Yourk Sothearith, Kwame Sarpong Appiah, Takashi Motobayashi, Izumi Watanabe, Chan Somaly, Akifumi Sugiyama, Yoshiharu Fujii	4. 巻 13
2. 論文標題 Evaluation of Allelopathic Potentials from Medicinal Plant Species in Phnom Kulen National Park, Cambodia by the Sandwich Method.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 264 - 273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su13010264	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 Ohbayashi Kako, Ishikawa Naoko, Hodoki Yoshikuni, Okada Yasukazu, Nakano Shin-ichi, Ito Motomi, Shimada Masakazu	4. 巻 54
2. 論文標題 Rapid development and characterization of EST-SSR markers for the honey locust seed beetle, <i>Megabrychidius dorsalis</i> (Coleoptera: Bruchidae), using de novo transcriptome analysis based on next-generation sequencing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Entomology and Zoology	6. 最初と最後の頁 141 ~ 145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13355-019-00605-5	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 -

1. 著者名 嶋田正和	4. 巻 54
2. 論文標題 マメゾウムシ類の食性進化：広範な目の乾燥種子で育つ2種の発見	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 昆虫と自然	6. 最初と最後の頁 33～37
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 無
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 -

1. 著者名 藤井義晴	4. 巻 52
2. 論文標題 アレロパシー利用の展開方向	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 植調	6. 最初と最後の頁 8～12
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 無
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 -

1. 著者名 Raihan Ismil, Nobuhiro Hirai, Yoshiharu Fujii	4. 巻 9
2. 論文標題 Plant Growth Inhibitory Activity of Goniothalamus andersonii Bark Incorporated with Soil on Selected Plants	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Experimental Biology	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) 10.21767/2248-9215.100078	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 Nakamori-Maehara T., Miyaura R., Morikawa C.I.O, Perez de Molas L.F., Fujii Y.	4. 巻 44
2. 論文標題 Screening of 239 Paraguayan plant species for allelopathic activity using the sandwich method	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Allelopathy Journal	6. 最初と最後の頁 245～260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26651/allelo.j./2018-44-2-1167	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 Shinohara Takeru, Kamitani Satoshi, Tuda Midori, Hirowatari Toshiya	4. 巻 3
2. 論文標題 The importance of olfactory cues in short-range mate finding by the Japanese jewel beetle, <i>Chrysochroa fulgidissima</i> (Coleoptera, Buprestidae)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ELCAS Journal	6. 最初と最後の頁 23~26
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sasamoto Hamako, Iwashina Tsukasa, Suzuki Sakae, Azumi Yoshitaka, Fujii Yoshiharu	4. 巻 7
2. 論文標題 Evaluation of an Anthocyanin, Cyanidin 3,5-di-O-glucoside, as an Allelochemical in Red Callus of a Mangrove <i>Sonneratia ovata</i> , Using Protoplast Co-Culture Bioassay Method with Digital Image Analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Plant Studies	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5539/jps.v7n2p1	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 -

1. 著者名 Ansong Omari Richard, Bellingrath-Kimura Sonoko, Sarkodee Addo Elsie, Oikawa Yosei, Fujii Yoshiharu	4. 巻 10
2. 論文標題 Exploring Farmers' Indigenous Knowledge of Soil Quality and Fertility Management Practices in Selected Farming Communities of the Guinea Savannah Agro-Ecological Zone of Ghana	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 1034~1034
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su10041034	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 Kebe Khadim, Alvarez Nadir, Tuda Midori, Arnqvist Goran, Fox Charles W., Sembene Mbacke, Espindola Anahi	4. 巻 44
2. 論文標題 Global phylogeography of the insect pest <i>Callosobruchus maculatus</i> (Coleoptera: Bruchinae) relates to the history of its main host, <i>Vigna unguiculata</i>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Biogeography	6. 最初と最後の頁 2515~2526
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jbi.13052	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 Mishyna M., T.T. Van, Y. Fujii Pham	4. 巻 42
2. 論文標題 Evaluation of allelopathic activity of <i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden fruits	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Allelopathy Journal	6. 最初と最後の頁 171 ~ 180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.26651/allelo.j./2017-42-2-1114	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 Omari Richard, Sarkodee-Addo Elsie, Fujii Yoshiharu, Oikawa Yosei, Bellingrath-Kimura Sonoko	4. 巻 7
2. 論文標題 Impacts of Fertilization Type on Soil Microbial Biomass and Nutrient Availability in Two Agroecological Zones of Ghana	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Agronomy	6. 最初と最後の頁 55 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/agronomy7030055	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 Numajiri Yuko, Kondo Natsuko I., Toquenaga Yukihiko	4. 巻 164
2. 論文標題 Melanic mutation causes a fitness decline in bean beetles infected by <i>Wolbachia</i>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Entomologia Experimentalis et Applicata	6. 最初と最後の頁 54 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/eea.12588	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 -

1. 著者名 Takano Shun-ichiro, Tuda Midori, Takasu Keiji, Furuya Naruto, Imamura Yuya, Kim Sangwan, Tashiro Kosuke, Iiyama Kazuhiro, Tavares Matias, Amaral Acacio Cardoso	4. 巻 114
2. 論文標題 Unique clade of alphaproteobacterial endosymbionts induces complete cytoplasmic incompatibility in the coconut beetle	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 6110 ~ 6115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1618094114	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20件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 嶋田正和、長谷和子、大林夏湖、香月雅子
2. 発表標題 サイカチマメゾウムシにおける交尾戦略と精包サイズをめぐる性的対立
3. 学会等名 第39回日本動物行動学会・東京大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋田正和、長谷和子、大林夏湖、香月雅子
2. 発表標題 サイカチマメゾウムシの交尾行動における性的対立：精包サイズと交尾経験
3. 学会等名 第68回日本生態学会・岡山大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 津田みどり, 岩瀬俊一郎, Haran J, Kebe K, Skuhrovec J, Sanaei E, 辻尚道,
2. 発表標題 マメ科害虫の原産地における共生菌感染と遺伝的分化・交雑：細胞質不和合性による防除の可能性,
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 San PP, Tuda M,
2. 発表標題 Effects of Wolbachia infection on life history traits in azuki bean beetle <i>Callosobruchus chinensis</i> and its parasitoid,
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kohinor BEGUM, Mashura SHAMMI, Takashi MOTOBAYASHI, Yoshiharu FUJII
2. 発表標題 Screening of potential volatile allelopathic species: pericarp of <i>Sapindus mukorossi</i> , a new candidate
3. 学会等名 日本雑草学会第59回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林賢太郎, 笹本浜子, 藤井義晴
2. 発表標題 蔓性雑草の巻き付きを抑制する物質の探索と影響評価
3. 学会等名 日本雑草学会第59回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋田正和、長瀬泰子、大林夏湖、伊藤元己、徳永幸彦
2. 発表標題 広範な目の種子で育つ中国産アズキゾウムシの前適応と先回り進化：日本産との交雑実験
3. 学会等名 第63回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋田正和、長瀬泰子、大林夏湖、伊藤元己、徳永幸彦
2. 発表標題 Preadaptation and host defense chase of a super polyphagous Chinese strain of the adzuki seed beetle: cross experiment
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wataru Mukaimine and Yukihiro Toquenaga
2. 発表標題 Deconstruction of Reproductive Interference Traits,
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiharu Fujii
2. 発表標題 Utilization of Allelopathy for weed control
3. 学会等名 ISWS Golden Jubilee International Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukihiro Toquenaga, Hikaru Kuwahara
2. 発表標題 Absence of truth: Evidential statistics in genome assembly
3. 学会等名 第34回個体群生態学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yohei Hareyama, Yoshiharu Fujii, Mitsunori Tarao
2. 発表標題 Enumeration of soil microorganism which degrade L-3,4-dihydroxyphenylalanine, an allelochemical of <i>Mucuna pruriens</i> var. <i>utilis</i>
3. 学会等名 4th Asian Allelopathy Society Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Parisa Taheri、Shin Okazaki、Lowrence Mona Ndam、Yoshiharu Fujii
2. 発表標題 Endophytic Fungi Isolates from an Allelopathic Plant: The Case of <i>Vicia villosa</i> Roth
3. 学会等名 4th Asian Allelopathy Society Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Phyu Thae Ei, Keisuke Katsura, Takashi Motobayashi, Yoshiharu Fujii
2. 発表標題 Effects of hairy vetch (<i>Vicia villosa</i> Roth) incorporation on weed suppression and yield contribution of four rice varieties
3. 学会等名 日本雑草学会第 57回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 嶋田 正和、長瀬 泰子、大林 夏湖、徳永 幸彦
2. 発表標題 マメゾウムシ類の食性進化：広範な科の寄主植物で育つ2種の発見
3. 学会等名 第62回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 津田みどり
2. 発表標題 マメゾウムシと寄生蜂の古典的モデル生物群集からの21世紀的提言：環境変化と侵入生物がもたらす群集動態の変化を進化、性差、個体行動から解明する
3. 学会等名 第62回日本応用動物昆虫学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tugba Gonca Isin Ozkan, Yoshiharu Fujii
2. 発表標題 Allelopathic Activity of Some Turkish Plant Species
3. 学会等名 8th World Congress of Allelopathy (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshiharu Fujii
2. 発表標題 A trial for making database for allelopathic activities by Specific Bioassays: Sandwich Method, Plant Box Method, Dish-Pack Method
3. 学会等名 8th World Congress of Allelopathy (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshiharu Fujii
2. 発表標題 Research on allelopathy for weed science in Asian-Pacific Region
3. 学会等名 The 26th Asian Pacific Weed Science Society Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroko Maeda, Kou Okumura, Riri Nakamura, Takashi Nomura, Yoshiharu Fujii
2. 発表標題 Screening of allelopathic ground cover plants for weed control and analysis of allelochemicals
3. 学会等名 The 26th Asian Pacific Weed Science Society Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

MASAKAZU SHIMADA'S HOMEPAGE https://sites.google.com/view/shimada-lab/publications MASAKAZU SHIMADA'S HOMEPAGE https://sites.google.com/view/shimada-lab/publications
--

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	藤井 義晴 (FUJII YOSHIHARU) (10354101)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・卓越教授 (12605)	
研究分担者	徳永 幸彦 (TOQUENAGA YUKIHIKO) (90237074)	筑波大学・生命環境系・准教授 (12102)	
研究分担者	津田 みどり (TUDA MIDORI) (20294910)	九州大学・農学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	中野 伸一 (NAKANO SHIN'ICHI) (50270723)	京都大学・生態学研究センター・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			
オーストラリア	ANU College of Arts & Social Sciences			
パラグアイ	Universidad Nacional de Asuncion			
米国	University of Kentucky	University of Idaho		
中国	Zhejiang Gongshang University			
ドイツ	ZALF			
スイス	University of Lausanne			
スウェーデン	Uppsala University			