

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2006～2009

課題番号：18208013

研究課題名（和文） 昆虫嗜好性線虫の侵入定着と遺伝的構造に及ぼす種間交雑と媒介昆虫種数の影響

研究課題名（英文） Effects of interspecific hybridization and number of vector insect species on invasion and genetic structure of entomophilic nematodes

研究代表者

富樫 一巳（TOGASHI KATSUMI）

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

研究者番号：30237060

研究成果の概要(和文): 侵入有害線虫マツノザイセンチュウと近縁在来種の交雑によって、侵入種に在来種の遺伝子が浸透すること、および侵入種の病原性と媒介昆虫への乗り移りを支配する遺伝子は核ゲノムにあることが示された。確立された交雑由来個体群の増殖率と媒介昆虫への乗り移りは親個体群に匹敵する場合があり、野外で存続可能であることが示唆された。クワノザイセンチュウは2種の媒介昆虫によって遺伝的に異なる集団に分かれていないことが示された。

研究成果の概要(英文): Interspecific hybridization between the invasive nematode pest *Bursaphelenchus xylophilus* and its closely-related, native nematode *B. mucronatus* showed that *B. mucronatus* genes introgressed into *B. xylophilus* genome and that genes responsible for the pathogenicity and ability to board insect vectors were on the nuclear genome. There were no significant difference in the intrinsic rate of natural increase or boarding ability between some hybrid-derived populations and one or two parent populations, suggesting that such hybrid-derived populations were able to persist in the field. Field survey and DNA analysis showed that the two cerambycid species of vectors did not separate *Bursaphelenchus conicaudatus* populations into two genetically different subpopulations.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	15,400,000	4,620,000	20,020,000
2007年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2008年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2009年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
年度			
総計	32,200,000	9,660,000	41,860,000

研究分野：森林保護学，森林昆虫学

科研費の分科・細目：林学・林学・森林工学

キーワード：マツノザイセンチュウ，ニセマツノザイセンチュウ，クワノザイセンチュウ，アカマツ，エゾマツ，媒介昆虫，伝染病，侵入生物

1. 研究開始当初の背景

侵入生物は新しい生息場所で林木に深刻な被害を引き起こすことがある。侵入直後の生物個体群はすべて新しい生息場所に定着できるわけではない。侵入から定着までは少

ない個体数のために絶滅が偶然に起こると考えられている。少ない個体数は同種個体間の交雑の機会を減らし、近縁在来種との交雑を引き起こすかもしれない。種間交雑は侵入種の絶滅を促進するかもしれない。また、種間交雑によって近縁在来種と侵入種の個体

群に新しい遺伝子が浸透 (introgression) し、それが近縁在来種の遺伝的構成を変えたり、侵入個体群の定着を高めたりするかもしれない。侵入生物の定着や侵略性に及ぼす種間交雑の影響は完全に理解されていない。

マツノザイセンチュウはアカマツ、クロマツ、リュウキュウマツ、ヤクタネゴヨウに材線虫病を引き起こして枯らす。マツノマダラカミキリがこの線虫を媒介する。この線虫は1900年代に北米から日本に侵入した。日本に侵入した線虫個体群に非病原性の近縁在来種ニセマツノザイセンチュウの遺伝子が浸透して、高緯度と高標高の地域へ分布が拡大したのかもしれない。この線虫とマツノマダラカミキリは北海道に分布していないが、伝播能力があると推定される別種カミキリが分布している。侵入線虫の病原性増加と北海道への侵入リスクを評価する上で、侵入線虫に及ぼす近縁在来種の種間交雑の影響と侵入線虫の遺伝的分化に及ぼす伝播種数の効果を解析することは重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、侵入生物の定着や定着後の形質変化に及ぼす種間交雑の影響および線虫-媒介昆虫 樹木の系と線虫個体群の遺伝的構造の関係を解明することである。そのために、マツノザイセンチュウと近縁在来種ニセマツノザイセンチュウの種間交雑に及ぼす環境の影響、雑種個体群の遺伝的構造の時間的变化、雑種由来個体群の増殖率、病原力および媒介昆虫との相互関係 (侵入と離脱の能力) を親個体群と比較する。野外における枯死木内と媒介昆虫内のマツノザイセンチュウの遺伝的構造の関係を明らかにする。クワノザイセンチュウの遺伝的マーカーを作成し、その線虫の媒介昆虫3種の個体群動態と線虫個体群の遺伝的構造を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) *Bursaphelenchus*属線虫の種間雑種の作成と媒介昆虫

*Bursaphelenchus*属線虫の探索

日本の *Monochamus* 属カミキリのうち、北海道のシラフヨツボシヒゲナガカミキリ *Monochamus urussovi* と沖縄県石垣島のキマダラヒメヒゲナガカミキリ *Monochamus maruokai* の成虫を乳鉢で破碎し、ベールマン法によって線虫を分離し、*Botrytis cinerea* を餌としてアイソレイトを確立した。それらの個体の形態を調べ、DNA 解析をおこなった。

マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの種間雑種

種間雑種の研究には未交尾の効率的な生

産が必要である。本研究によって、線虫を5に16週間保存することによって、終期幼虫の割合が高まり、未交尾の成虫を効率的に得ることが示された〔雑誌論文〕。

この方法を用いて、25でマツノザイセンチュウの3アイソレイトとニセマツノザイセンチュウの4アイソレイトの24の正逆交雑をおこなった。繰り返しはそれぞれ10回であった。この場合、親との戻し交雑を許した。25で雑種由来の個体群の飼育を続けて、その核内のrDNAの遺伝子型頻度と尾端突起 (マツノザイセンチュウの形態的特長) のある雌成虫の割合の時間的变化を調べた。確立された雑種由来個体群のmtCOIの一部の塩基配列を調べ、内的自然増加率を異なる温度で測定し、クロマツ苗木に接種して病原性を調べ、マツノマダラカミキリ幼虫と共存させてカミキリ成虫への乗り移り能力を調べた。

雑種由来個体群の形成に及ぼす温度の影響を明らかにするために、25で形成することが明らかなマツノザイセンチュウの3アイソレイトとニセマツノザイセンチュウの2アイソレイトを用いた交雑を16, 20, 25でおこなった。

野外のマツノザイセンチュウ個体群の遺伝的構造

山口県周南市のアカマツ1林分の5枯死木 (樹高8.9~14.1m) の幹を5等分するように切り、各丸太の中央部から材を採取してマツノザイセンチュウを分離した。各サンプルから10頭の個体を選び、4マイクロサテライト遺伝子座をPCR法で増幅し、フラグメント解析をおこなった。各丸太から脱出したマツノマダラカミキリ成虫 (合計43頭) からマツノザイセンチュウを分離し、同じようにして4遺伝子座の遺伝子のフラグメント解析をおこなった。

(2) マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの媒介昆虫の生態

シラフヨツボシヒゲナガカミキリを2516時間明期8時間暗期 (長日条件) または8時間明期16時間暗期 (短日条件) の下で、幼虫をエゾマツまたはトドマツで飼育した。発育を停止した場合、5全暗条件に約5週間置いてから元の条件に戻した。野外で本種成虫の行動をエゾマツとトドマツの切り株で観察した。また、成虫の活動の日周性に及ぼす光の影響を明らかにするために、長日条件下での成虫の行動を1時間ごとに24時間観察した。

マツノマダラカミキリの生活におよぼすエゾマツとトドマツの影響を明らかにするために、成虫をそれらで飼育し、性成熟した雌に2樹種の小丸太を連続して与えて産卵数を調べた。さらに、孵化幼虫を2樹種の小丸太に接種して実験室で発育を調べた。

媒介昆虫の蛹室内で線虫は媒介昆虫の気管に入り込む。このため、蛹室の形態は媒介昆虫の線虫初期保持数に影響を及ぼす。蛹室の形態に及ぼす樹種と幼虫の成長の影響を明らかにするために、マツノマダラカミキリ幼虫をアカマツ、エゾマツ、トドマツで飼育し、休眠に達したところで小丸太を割材し、蛹室のサイズと幼虫の体重を測定した。

野外条件下で *Monochamus carolinensis* の産卵能力の調査をおこなった。体サイズ、寿命、生涯産卵数の間の関係を明らかにするために、*M. carolinensis* の結果を含めて、3種の *Monochamus* 属 13 個体群の生涯産卵数、平均寿命および体サイズを比較した。

(3) 3種の昆虫に媒介されるクワノザイセンチュウの遺伝的構造

生きたクワの幹や枝にはキボシカミキリ、クワカミキリ、トラフカミキリの幼虫が寄生する。この中のキボシカミキリ成虫はクワノザイセンチュウを媒介することが知られている。しかしながら、他の2種はクワノザイセンチュウを媒介するかどうかは不明であった。そこで、3年間に渡って、東京大学弥生キャンパス内の桑園でキボシカミキリ、クワカミキリ、トラフカミキリの成虫を毎週1回捕獲し、大部分の成虫に個体識別の標識をつけて元いた場所に放して個体数を推定した。また、残りの一部の成虫から線虫を分離してその数を調べ、19~30頭のクワノザイセンチュウからDNAを抽出した。クワノザイセンチュウのマイクロサテライト遺伝的マーカーの11プライマー対の設計をおこない、そのうちの4マイクロサテライト遺伝子座を用いて、線虫の対立遺伝子を調べた。また、西東京市の桑園でもキボシカミキリを採集して体内のクワノザイセンチュウを取り出して対立遺伝子を調べた。

4. 研究成果

(1) *Bursaphelenchus* 属線虫の種間雑種の作成と媒介昆虫

Bursaphelenchus 属線虫の探索

シラフヨツボシヒゲナガカミキリ成虫からニセマツノザイセンチュウが初めて分離同定された。この線虫はDNA解析によってヨーロッパ型であることが明らかになった〔雑誌論文〕。この線虫からアイソレイト srf を確立した。このアイソレイトはクロマツに対して病原性を持っていなかった。

また、キマダラヒメヒゲナガカミキリから新種 *Bursaphelenchus okinawaensis* が発見された。この種は単為生殖をし、媒介昆虫がない条件で分散型4期幼虫（昆虫によって媒介される特定の発育ステージ）を形成する。これらの性質は *Bursaphelenchus* 属ではじめ

て発見されたものであった〔雑誌論文〕。

マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの種間雑種

マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウのアイソレイトの24の正逆交雑のうち、その全てでF1が出現した。しかし、雑種由来の個体群は4交雑でしか確立することができなかった。そのうち、3交雑ではすみやかに核と細胞質の遺伝子型が一致するようになったが、1交雑では核細胞質雑種の個体群を形成した〔雑誌論文〕。これらのことから、種間雑種由来の個体群は確立しにくいこと、たとえ確立しても核細胞質雑種個体群は生じにくいこと、そのため、野外個体群について核ゲノム内の単一の遺伝子座を調べても雑種由来個体であることを確認するのが難しいこと、しかしながら遺伝子の浸透交雑が起こることが示された。また、mtCOIの塩基配列によって、核外遺伝子は母親経路で子に伝播されることが明らかになった。

雑種由来個体群と親個体群の内的自然増加率は25℃で有意な違いはなかったが、20℃と16℃では、少なくとも1親個体群より内的自然増加率は有意に低かった（図1）。また、岩手産のマツノザイセンチュウT-4の雌と福島産のニセマツノザイセンチュウTCS00の雄の交雑に由来する個体群では約95%の個体のrDNAはマツノザイセンチュウ型であり、核外遺伝子はマツノザイセンチュウ型であった。マツノマダラカミキリ成虫への乗り移り数は雑種由来個体群（平均値 ± SE = 1126 ± 480）と親個体群T-4（990 ± 486）の間に差はなかったが、TCS00（390 ± 35）よりも有意に多かった。

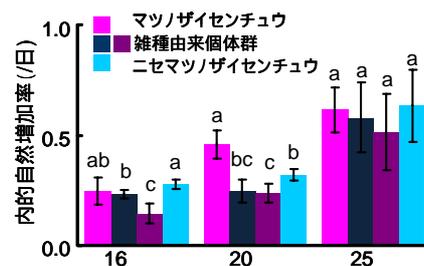


図1. 3温度条件下における2種線虫とそれらから確立された雑種由来個体群の内的自然増加率(λ)。バーは95%信頼区間。

核細胞質雑種個体群と親個体群を用いた接種実験ではマツノザイセンチュウの核ゲノムを持つ個体群はクロマツを枯らしたが、ニセマツノザイセンチュウの核ゲノムを持つ個体群はクロマツを枯らさなかった。さらに、雌成虫の尾端に突起のある個体群はマツノザイセンチュウの核ゲノムを有し、突起のない個体群はニセマツノザイセンチュウの核ゲノムを有していた。ニセマツノザイセン

チュウのアイソレイト srf はマツノマダラカミキリに乗り移ることができない。そのアイソレイトとマツノザイセンチュウの核細胞質雑種個体群では、核の rDNA の遺伝子型がマツノザイセンチュウ型である場合、マツノマダラカミキリに乗り移ることができ、核の rDNA の遺伝子型が srf の場合、乗り移ることができなかった。これらの結果から、マツノザイセンチュウの病原性、媒介昆虫への乗り移りおよび雌成虫の尾端形質を支配する遺伝子は核ゲノムにあることが示された。

飼育温度 16, 20, 25 によって雑種由来個体群の形成率に有意な差がなかったが、雑種由来個体群が確立するまでの時間は対照の親個体群のそれよりも長くなる傾向があった。

野外のマツノザイセンチュウ個体群の遺伝的構造

590 頭以上のマツノザイセンチュウの解析の結果、4 遺伝子座の対立遺伝子数はそれぞれ 9, 6, 4, 3 であった。枯死木内の遺伝的分化 (遺伝子分化係数 G_{ST} の平均値 \pm SD = 0.096 ± 0.071) は枯死木間のそれ (0.188 ± 0.127) より低かった。媒介昆虫内のマツノザイセンチュウの遺伝的分化 (0.134 ± 0.135) は同一枯死木から脱出した媒介昆虫内のマツノザイセンチュウの遺伝的分化 (0.045 ± 0.044) や異なる枯死木から脱出した媒介昆虫内のそれ (0.052 ± 0.050) より高かった。

論議

実験室では種間雑種に由来する個体群の核 rDNA の遺伝子型頻度は急速に一方の種のそれになった。アイソレイトの組み合わせによっては核細胞質雑種の個体群が形成された。これらのことから、種間交雑によってマツノザイセンチュウにニセマツノザイセンチュウの遺伝子が浸透することが示された。遺伝子浸透によってマツノザイセンチュウは遺伝的変異を増加させ、その侵略性を高めた可能性が示唆された。さらに室内実験の結果は、2 種の rDNA を持つ個体は 1 種だけの rDNA を持つ個体より適応度が低いことを示唆していた。

(2) マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの媒介昆虫の生態

シラフヨツボシヒゲナガカミキリは幼虫休眠をおこない、休眠は低温によって打破される〔雑誌論文〕。休眠幼虫が成虫として木から脱出するまでの期間は長日条件よりも短日条件で短くなり、体サイズは小さくなった〔雑誌論文〕。また、成虫の体サイズは幼虫時にトドマツを摂食した場合よりエゾマツを摂食したほうが大きくなった〔雑誌論文〕。野外では交尾や産卵をおこなうために針葉樹の切株に飛来し、活動は昼行性を示

すが、温度依存的に活動している結果であることが示唆された〔雑誌論文〕。

マツノマダラカミキリの雌成虫はエゾマツの枝の樹皮を食べると性成熟するが、トドマツの枝の樹皮を食べても性成熟しなかった。性成熟した雌成虫はトドマツよりエゾマツに多く産卵した。しかしながら、幼虫は二つの樹種で発育を完了した。

マツノマダラカミキリ幼虫をアカマツ、エゾマツ、トドマツで飼育したところ、材が堅いほど、幼虫が大きいほど、深く、長い蛹室を作ることが示された〔雑誌論文〕。

野外条件下で *Monochamus carolinensis* の産卵能力の調査をおこなった。その結果を含めて、3 種の *Monochamus* 属 13 個体群の生涯産卵数、平均寿命および体サイズの比較によって、雌成虫の体サイズと平均寿命の間 ($r = 0.751$, $P = 0.032$, $n = 8$)、体サイズと平均生涯産卵数の間 ($r = 0.743$, $P = 0.035$, $n = 8$)、および平均寿命と平均生涯産卵数の間 ($r = 0.737$, $P = 0.004$, $n = 13$) のそれぞれに正の相関があることが示された〔雑誌論文〕。*M. carolinensis* とマツノマダラカミキリでは、成虫の体サイズとマツノザイセンチュウの初期保持数の間の正の相関が実験的に示されている。そのため、これらのことから、植物検疫の規制を行うときの媒介昆虫のランク付けに、その体サイズの平均値とそのばらつきが重要であることが示唆された。

(3) 3 種の昆虫に媒介されるクワノザイセンチュウの遺伝的構造

キボシカミキリの成虫は 6 月から 12 月まで発生したが、他の 2 種は 6 ~ 8 月にしか発生しなかった。キボシカミキリ成虫のクワノザイセンチュウ保持率は平均 52% であり、クワカミキリとトラフカミキリのそれは各々 20 と 3% であり、平均保持数 \pm SD はそれぞれ 179.0 ± 490.6 ($n = 291$)、 1.3 ± 4.7 ($n = 41$)、 0.03 ± 0.2 ($n = 66$) であった。

小さな 6 クワ圃場でのキボシ成虫の発生期間には 0 日から 197 日までの変異があり、発生期間は圃場内の寄主木数と相関がなかったが、のべ捕獲数とは密接な関係を示した。すなわち、のべ捕獲数が 0 から 18 頭に増加するにつれて発生期間は急激に増加し、18 頭以上では安定した。のべ捕獲数と再捕獲の確率には正の相関があり、発生数が少ないと成虫は定着しないことが示され、新しいクワ圃場に進入して定着するまでに Allee 効果 (適応度に対する正の密度効果) があることが示唆された。

西東京市のクワノザイセンチュウは弥生のキボシカミキリから 2006 年と 2007 年の夏と秋に分離されたクワノザイセンチュウやクワカミキリのそれらと遺伝的に有意に異なっていた ($F_{ST} = 0.095 \sim 0.233$)。弥生の

キボシカミキリ体内のクワノザイセンチュウも時期的に有意に異なる場合があり、クワカミキリ体内のそれらとも有意に異なる場合があった。このため、2種のカミキリに依存してクワノザイセンチュウが遺伝的に分化していると言うことはできなかった。

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下線)

[雑誌論文](計13件)

Taga, Y., S. Goto, K. Matsunaga and K. Togashi, Temporal changes in characteristics of populations originating from interbreeding between *Bursaphelenchus xylophilus* and *B. mucronatus*. *Nematology*, 査読有, vol. 13, 2011, in press.

Matsunaga, K., H. Maezono, S. Tamaki and K. Togashi, Inhibition response of *Pinus densiflora* clones to *Bursaphelenchus xylophilus* dispersal and their resistance to pine wilt disease. *Nematology*, 査読有, vol. 13, 2011, in press.

Kasuga, H., K. Iguchi, M. Matsui and K. Togashi, Diel activity and behavior of *Monochamus urussovi* adults on *Abies sachalinensis* and *Picea jezoensis* stumps, *Tree and Forest Health*, 査読有, vol. 14, 2010, 174-179.

Togashi, K., H. Kasuga, H. Yamashita and K. Iguchi, Larval diapause of *Monochamus urussovi* and photoperiodic effects on larval development in tree bolts, *Journal of Applied Entomology*, 査読有, vol. 34, 2010, 672-674.

Togashi, K., J. E. Appleby, H. Oloumi-Sadeghi, and R. B. Malek, Age-specific survival rate and fecundity of adult *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) under field conditions, *Applied Entomology and Zoology*, 査読有, vol. 44, 2009, 249-256.

Matsunaga, K. and K. Togashi, Seasonal change in susceptibility of *Pinus densiflora* to *Bursaphelenchus xylophilus* infection, determined from the number of nematodes passing through branch sections, *Nematology*, 査読有, vol. 11, 2009, 409-418.

Kanzaki, N., N. Maehara, T. Aikawa and K. Togashi, First report of parthenogenesis in the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937: a

description of *Bursaphelenchus okinawaensis* sp. nov. isolated from *Monochamus maruokai* (Coleoptera: Cerambycidae), *Zoological Science*, 査読有, vol. 25, 2008, 861-873.

Jikumaru, S. and K. Togashi, Resistance of an indigenous biological system against expansion of the invasive nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in cool areas of Japan. *Nematology*, 査読有, vol. 10, 2008, 679-687.

Taga, Y. and K. Togashi, A method for obtaining abundant virgin females of *Bursaphelenchus xylophilus* and *B. mucronatus* (Nematoda: Aphelenchoididae) by prolonged chilling, *Japanese Journal of Nematology*, 査読有, vol. 38, 2008, 45-52.

Togashi, K., H. Kasuga, H. Yamashita and K. Iguchi, Effect of host tree species on larval body size and pupal-chamber tunnel of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae), *Applied Entomology and Zoology*, 査読有, vol. 43, 2008, 235-240.

Togashi, K., Y. Taga, K. Iguchi and T. Aikawa, *Bursaphelenchus mucronatus* (Nematoda: Aphelenchoididae) vectored by *Monochamus urussovi* (Coleoptera: Cerambycidae) in Hokkaido, Japan, *Journal of Forest Research*, 査読有, vol. 13, 2008, 127-131.

Togashi, K. and S. Jikumaru, Evolutionary change in a pine wilt system following the invasion of Japan by the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Ecological Research*, 査読有, vol. 22, 2007, 862-868.

Togashi, K. and N. Shigesada, Spread of the pinewood nematode vectored by the Japanese pine sawyer: modeling and analytical approaches, *Population Ecology*, 査読有, vol. 48, 2006, 271-283.

[学会発表](計16件)

後藤聡美・富樫一巳, マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの核細胞質雑種個体群の形成と形質(1), 日本森林学会, 2011年3月27日, 静岡大学, 静岡県

富樫一巳・後藤聡美・廖思米・松永孝治, マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの核細胞質雑種個体群の形成と形質(2), 日本森林学会, 2011年3月

27日, 静岡大学, 静岡県

廖思米・富樫一巳, マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの繁殖干渉型種間競争, 日本森林学会, 2011年3月27日, 静岡大学, 静岡県

春日 速水・富樫一巳, トドマツとエゾマツ林における材線虫病流行のリスク評価, 日本森林学会, 2011年3月27日, 静岡大学, 静岡県

春日速水・富樫一巳, 2種の針葉樹切株におけるニセマツノザイセンチュウ密度の時間的変化に及ぼす伐採時期の影響, 日本森林学会 2010年4月4日 筑波大学, 茨城県

富樫一巳, マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの雑種由来個体群と媒介昆虫への乗り移り能力, 日本森林学会, 2010年4月4日, 筑波大学, 茨城県

後藤聡美・富樫一巳, マツノザイセンチュウと近縁線虫の交雑由来個体群の増殖能力, 応用動物昆虫学会, 2010年3月26日, 千葉大学, 千葉県

Togashi, K., H. Kasuga, and K. Matsunaga, Populations originating from hybrids between *Bursaphelenchus xylophilus* and *B. mucronatus*, their virulence to *Pinus thunbergii* and boarding ability onto *Monochamus alternatus* adults, International symposium on pine wilt disease, 2009年7月22日, 中国, 南京市

富樫一巳・春日 速水・松永 孝治, マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウの雑種個体群の病原性と媒介昆虫への乗り移り能力, 日本森林学会, 2009年3月26日, 京都大学, 京都府

春日速水・富樫一巳・井口和信・松井理生, 作業道を利用したシラフヨツボシヒゲナガカミキリ成虫の分散, 日本森林学会, 2009年3月26日, 京都大学, 京都府

佐々木将人・富樫一巳, キボシカミキリ成虫の発生期間に及ぼす都市化の影響, 日本生態学会, 2009年3月19日, 岩手県立大学, 岩手県

春日速水・富樫一巳・井口和信・山下英恵, ニセマツノザイセンチュウの伝播に関連したシラフヨツボシヒゲナガカミキリ個体群の行動, 日本森林学会, 2008年3月28日, 東京農工大, 東京都

佐々木将人・富樫一巳, キボシカミキリ成虫の斑紋の色彩変化, 日本応用動物昆虫学会, 2008年3月26日, 宇都宮大学, 栃木県

佐々木将人・富樫一巳, 隔離されたキボシカミキリ, クワカミキリ, トラフカミキリ個体群とそれに保持されるクワノザイ

センチュウの動態, 日本森林学会, 2007年4月2日, 九州大学, 福岡県

Togashi, K. and Y. Arakawa, Pathways of transmission of the pinewood nematode from insect vector to pine tree, 2006年6月20日, アメリカ, ハワイ

〔図書〕(計2件)

Togashi, K. et al., Springer, Pine wilt disease, Japan, 2008, 459p.

富樫一巳ほか, 東海大学出版会, 樹の中の虫の不思議な生活, 2006, 290p.

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

富樫 一巳 (TOGASHI KATSUMI)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

研究者番号: 30237060

(2) 研究分担者

久保田 耕平 (KUBOTA KOHEI)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授

研究者番号: 30272438

(H19 H20: 連携研究者)

練 春蘭 (LIAN CHUNLAN)

東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授

研究者番号: 40376695

坂上 大翼 (SAKAUE DAISUKE)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教

研究者番号: 90313080

(3) 連携研究者

軸丸 祥大 (JIKUMARU SHOTA)

広島県立総合技術研究所・農業技術センター・副主任研究員

研究者番号: 90416438

松永 孝治 (MATSUNAGA KOJI)

独立行政法人森林総合研究所・林木育種センター・研究員

研究者番号: 40415039

