

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：82105

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24658147

研究課題名(和文) 共生生物の多様性は大発生を回避させるか、助長するか？

研究課題名(英文) Does biodiversity of associated organisms facilitate or reduce host outbreak?

研究代表者

岡部 貴美子 (Okabe, Kimiko)

独立行政法人森林総合研究所・森林昆虫研究領域・チーム長

研究者番号：20353625

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円、(間接経費) 720,000円

研究成果の概要(和文)：カシノナガキクイムシ被害地および未被害林分で調査を行ったところ、枯死木のダニ相は分解が進むにつれて変化した。また主要随伴菌である*R. quercivora*、酵母類と激害発生地域との関連は認められなかった。養菌性クイムシ特異的な線虫が明らかになったが天敵は検出されなかった。カシノナガキクイムシ被害木を室内で維持すると特定のイトダニが増殖するが、随伴菌の他無関係のボトリチス菌、エノキタケ菌叢で飼育したところ、随伴菌でのみ発育が観察された。このことからこのダニは間接的にカシノナガキクイムシの天敵になると予想された。しかし天敵や相利共生生物の多寡と大発生の際に必ずしも明確な相関はないと予想される。

研究成果の概要(英文)：We surveyed mites, nematodes, yeasts and the associated fungus (*R. quercivora*) in both pre- and post-attack stands by *Platypus quercivorus*. Overall, none of them were particularly associated with either of the stands. However, we often found an uropodine mite specifically phoretic on the beetle. Because the mite was able to develop only on mycelia specifically associated with the beetle, we suspect the mite is a natural enemy of the beetle in the outbreak forest.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：生物多様性 生態系機能 個体群制御 共生生物

1. 研究開始当初の背景

植食性害虫や植物寄生性菌はしばしば大発生して特定の植物を枯死させ、生態系を改変する。このような大発生は我が国の森林でも発生しており、ガやハバチなどの幼虫、ハムシなどが過去に大発生した(Kamata 2002)。また外来線虫によるほぼ日本全国にわたる松枯れや、在来キクイムシによる広域のナラ枯れが現在も進行しているほか、最近発見されたニレ立ち枯れ病によるニレやケヤキの枯れも懸念されている。こうした病虫害の深刻な大発生が起こるメカニズムとしては、これまで餌資源(樹木)の質的变化、気候の変化、天敵の減少などが挙げられてきた(Maron et al 2001)。また一方でこれまでの研究から、自然生態系がもたらすサービスである天敵や競合生物などの多様性増加による病虫害の大発生の回避が期待されている。しかし過去の多様性研究では共生関係を明確にしておらず、天敵の評価等にも配慮していなかった。

2. 研究の目的

本研究は「多種類の共生生物による間接的増殖阻害」の可能性を明らかにし、その効果を定量化することを目指す。一方、多様な生物群集の中には大発生を助長するものもあるかもしれない。そこで「共生生物群集における相利共生者の出現程度」と共生生物による増殖促進効果の有無を検証する。このことによって生物多様性のリスクも明らかになると考える。既に長期にわたって大発生しているカシノナガキクイムシをモデルとして利用する。

3. 研究の方法

カシノナガキクイムシの天敵(昆虫、線虫、ダニ、菌類)及び共生生物(同左)を明らかにする: 現在被害が発生している地域(長野県)で被害が終息した林分、現在被害が発生している林分、全く被害が起こっていない林分のミズナラを無作為に5本選び、胸高の

10x10cmの大きさの外樹皮をはぎ取り、生物多様性の違いを明らかにした。

天敵及び共生生物の影響を定量化する: それぞれの生物のカシノナガキクイムシへの影響を解明する。共生生物を入手して室内実験を行い、天敵の可能性を評価した。

4. 研究成果

共生生物相

カシノナガキクイムシ被害および未被害林分で調査を行った。その結果当年被害林分の被害木、前年以前の被害地の被害木、未被害地の生立木のいずれにおいても捕食性、菌食性、腐食性のダニが認められた(過去の被害林の枯死木ではそれぞれ4, 4, 2種、現在の被害林の枯死木では3, 4, 1種、未被害地の未被害木では4, 5, 3種)。枯死木の分解によって種構成は変化した(図1)。枯死木では生立木に比べて、より菌食や腐食性のダニが多いと予想されたが、実際には種組成が異なるだけで種数そのものや個体数に大きな変化はなかった。また前年度以前(実際には5年程度前)に枯死したミズナラの樹皮下と調査年に枯死したミズナラの樹皮下のダニ相には、大きな違いが認められなかった。菌食性のダニの中には、キクイムシと子の菌の相利共生を間接的に支援すると示唆されるものがある(Blackwell et al 1986)。たとえば異気門類(Heterostigmata)では、青変菌の胞子を特異的に体表面に付着させてマイカンギアを持たないキクイムシに便乗し、キクイムシの侵入後に菌が孔道内に蔓延した後、菌糸を摂食する。この菌とキクイムシ間に相利共生や、キクイムシ随伴菌を介した拮抗があることも知られている(Moser 1985, Klepzig et al 2001)。本調査およびカシナガ被害木以外の枯死木も含めた調査でも、異気門類はほとんど発見されなかった。またキクイムシ成虫のトラップ調査でも、異気門類の出現は稀だった。これに対して、調査地の枯死木に出現した菌食性の

ダニは概ねコナダニ類とササラダニ類であった。これらのダニ類は Okabe (2013) によるきのこ生息性のダニと一致した。このことから木材の表面ではきのこ類の菌糸が優占しており、きのこ性のダニが生息するものと推測された。

また樹皮下から採集された捕食性のダニ種は、枯死木でも生立木でも種組成に大きな変化が認められなかった。海外では通常はキクイムシの卵や幼虫を捕食するダニが個体数を制御することが報告されているが (Kinn 1970, 1971, 1980, 1984) カシノナガキクイムシ個体群に大きな影響を与えているような捕食性のダニはいないか、または頻出しなことが示唆された。

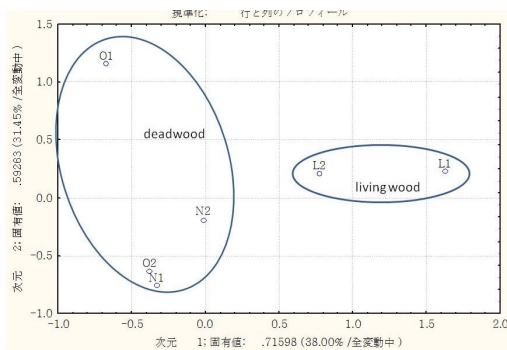


図1 前年以前の被害木 (O)、現被害地の被害木 (N)、未被害木 (L) の樹皮下に生息するダニの種組成 (CCA による)。枯死木 (O と N) は比較的類似するが、生立木の樹皮下のダニ相は明確に異なった。

カシノナガキクイムシ脱出個体から主要随伴菌である *Raffaelea quercivora* の検出を試みたところ、表面洗浄による分離法では全供試頭数の 1% 程度からしか本菌は検出できなかった。そこでより高感度な検出が可能なリアルタイム PCR を用いて、リボゾーム DNA の ITS 領域の部分配列をターゲットにした種特異的プライマーとプローブを設計し、TaqMan プローブ法により、種特異的、定量的検出を試みた。その結果、被害先端地では全供試頭数の 5%、未被害地でも 10%程度しか

検出されなかった。そして高頻度で検出される場所と激害発生地域との関連は認められなかった。一方、食糧となっている酵母類の *Candida* spp., *Ambrosiozyma* spp. は微害地、激害地問わず全ての雌個体から検出された。このことから、随伴菌、共生菌の有無、多様性と被害発生との関連性は低いと思われた。ただし、より詳細な関係性については述べるためには、随伴菌の病原力の系統間、地域間比較等、さらなる調査が必要である。

カシノナガキクイムシ他、養菌性キクイムシ類の便乗、寄生線虫相の調査を行った結果、養菌性キクイムシ特異的な線虫グループの存在が明らかになった。たとえば、*Ruehmaphe lenchus* 属 (図 2) は樹皮下キクイムシ類の関連線虫調査ではほとんど検出例が無いが、養菌性キクイムシ類に広く便乗しており、予備調査、本試験を通じて、ガンショキクイムシ、カシノナガキクイムシ、ナンヨウキクイムシなど複数の亜科の養菌性キクイムシ類から高頻度で検出された。

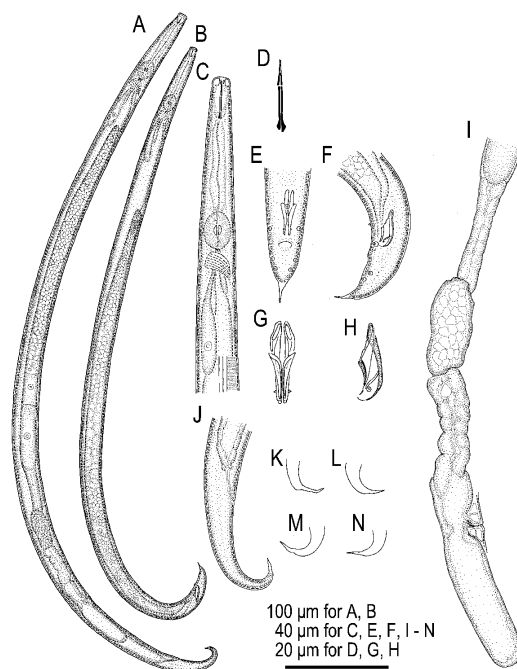


図2 ナンヨウキクイムシより検出された *Ruehmaphe lenchus* sp.

天敵の影響

カシノナガキクイムシ被害木を室内で維持すると特定のイトダニが増殖することがわかった(図3)。このダニをカシノナガキクイムシ随伴菌(被害木から直接分離。未同定)と無関係のボトリチス菌、エノキタケ菌叢で飼育したところ、随伴菌でのみ発育が観察された。このことからこのダニは間接的にカシノナガキクイムシの天敵になると予想された。本種はしばしば孔道入り口に集合し孔道への侵入を試みていると思われるが(図2)これに対してキクイムシ成虫は尾端を入り口に向けてダニを押し戻すような行動を取る。養菌性キクイムシは孔道に侵入する異物を排除しようとすることから、この行動だけでは天敵かどうかの判断はできなかった。また、激害~未被害のいずれの枯死木からもこのダニは採集されていない。

本種のダニは成虫まで脱皮したものの交尾を行わないかまたは、産卵に適当な環境下ではなかったため、継代飼育することができなかった。従ってダニの全ステージを得ることができなかった。



図3 カシノナガキクイムシ孔道入り口周辺から採集された共生イトダニ

養菌性キクイムシに特有の線虫は、カシノナガキクイムシの重要な寄生者ではなく、従ってキクイムシ個体群に大きな影響を与えていないと考えた。

野外調査および被害木の収集による共生生物の調査によって、昆虫を含め有望な天敵微生物は発見されなかった。またキクイムシの発生に伴う特異的な微生物も樹皮および樹皮直下からは採集されなかった。これらのことから、森林内や枯死木に普通に生息するジェネラリストとしての天敵が、キクイムシの増加に伴って爆発的に増加し増殖を阻害することはほとんど無いと予想された。昆虫の大発生のメリットの一つは、天敵回避であると予想されている。しかしながら、今回付随的に調査した低被害地の枯死木でも、調査の対象とした大発生終息地でも、カシノナガキクイムシの天敵と予想される生物は、イトダニ科の1種のみだった。このダニも樹皮の調査では全く発見されることがなかったことから、キクイムシまたはキクイムシ随伴菌の一般的な天敵ではないかもしれない。これらのことから、カシノナガキクイムシの大発生は、天敵の減少によるものではなく、また天敵回避によってさらなる個体数増加が促進されたものでもないと予想される。従って、現在までに日本海側を中心に大規模なナラ枯れの原因となっているカシノナガキクイムシ大発生と天敵や相利共生生物の多寡との間には必ずしも明確な相関はないと考える。しかしながら、共生生物とカシノナガキクイムシ大発生の関係を更に明確にするには、樹皮だけでなく、カシノナガキクイムシ以外のキクイムシやカミキリムシの孔道を含む、共生生物の潜在的なハビタットの詳細な調査が必要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)すべて査読有り

Okabe K.(2013) Influence of spatio-temporal resource availability on mushroom mite diversity. *Experimental and Applied Acarology* 61:299-310.

Okabe K.(2013) Ecological characteristics of insects that affect symbiotic relationships with mites. *Entomological Science* 16: 363-378.

Kanzaki N., Tanaka, R.(2013)

Sheraphelenchus sucus n. sp. (Tylenchina: Aphelenchoididae) isolated from sap flow of *Quercus serrata* in Japan. *Nematology* 15: 975-990.

Kanzaki N., Taki H., Masuya H., Okabe, K., Chen, C.-Y. (2013) Description of *Ruehmaphelenchus formosanus* n. sp. (Tylenchina: Aphelenchoididae) isolated from *Euwallacea fornicates* from Taiwan. *Nematology* 15: 895-906.

Masuya H., Ichihara Y (2012) *Raffaelea quercivora*: Is the associate of *Platypus quercivorus* truly responsible for Japanese oak wilt? Proceedings of international symposium on oak forest preservation. KFRI, Seoul, Korea. p. 72-80

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡部 貴美子 (OKABE, Kimiko)

(独) 森林総合研究所・森林昆虫研究領域・チーム長

研究者番号： 2 0 3 5 3 6 2 5

(2) 研究分担者

升屋 勇人 (MASUYA, Hayato)

(独) 森林総合研究所・東北支所・チーム長

研究者番号： 7 0 3 9 1 1 8 3

(3) 研究分担者

神崎 菜摘 (KANZAKI, Natsumi)

(独) 森林総合研究所・森林微生物研究領域・主任研究員

研究者番号： 7 0 4 3 5 5 8 5