

氏名	ユリアティ インドラヤニ Yuliati Indrayani
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1612号
学位授与の日付	平成19年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	農学研究科森林科学専攻
学位論文題目	The Invasive Dry-Wood Termite, <i>Incisitermes minor</i> (Hagen), in Japan: Infestation, Feeding Ecology and Control Strategies (移入害虫アメリカカンザイシロアリ:被害, 食害生態, 防除対策)
論文調査委員	(主査) 教授 今村 祐嗣      教授 奥村 正悟      教授 西田 律夫

### 論文内容の要旨

アメリカカンザイシロアリ (*Incisitermes minor* (Hagen)) は米国西海岸を原産とし、米国において経済的に重要なシロアリ5種のうちの一つに数えられる種である。本種はコロニー全体が乾燥材中で生活し、その生存に液体状の水を必要としないことから乾材シロアリと呼ばれ、種々の人間活動によって食害木とともに容易に運搬される。日本における最初の被害は1976年に東京都江戸川区、続いて千葉県で報告され、侵入から現在まで30年以上にわたって被害が静かに拡大しつつあると考えられる。本論文は、移入害虫であるアメリカカンザイシロアリの日本における被害の実態と食害生態、および新規防除法に関する一連の研究をとりまとめたものである。

#### 日本におけるアメリカカンザイシロアリ被害の実態

関西および北陸地域におけるアメリカカンザイシロアリ被害の実態についてアンケート調査を行ったところ、和歌山県、兵庫県、大阪府、福井県および富山県からその被害が報告され、本種の被害が広範囲に拡大しつつあることが明らかとなった。また、和歌山県における被害地区の詳細な実態調査の結果から、屋根部材が最も被害を受け易く、次いで外構部材と内装部材の被害頻度が高かった。日本においては、最重要種であるイエシロアリとヤマトシロアリ対策として床下部材と土壌の薬剤処理が行われているが、本調査結果から、こういった処理がアメリカカンザイシロアリ対策としては有効ではないことが明らかとなった。

#### 日本産アメリカカンザイシロアリコロニーの遺伝子解析

アメリカカンザイシロアリの日本における生息拡大様式について検討を行うために、マイクロサテライトマーカーを用いた遺伝子解析による日本産コロニー間の類縁関係の調査を実施した。その結果、全国7ヶ所から得られたコロニーは、和歌山県古座川町産コロニーと西宮市産コロニーからなるグループと、仙台市、東京都中野区、横浜市、和歌山県粉川町および尼崎市から得られたコロニーを含むグループの、2つのグループに大別された。このことは、本種の日本への侵入が複数回起こったこと、そして人間活動によって離れた地域にも分布を広げつつあることを意味している。

#### アメリカカンザイシロアリの摂食行動

CCDカメラを用いた観察から、アメリカカンザイシロアリがCutting (切り取り)、Pulling (引っ張り) およびCollecting (掻き集め) の3タイプの摂食行動を示すことが明らかになった。Cutting は小顎で木材を保持し大顎で小片を切り取る行動であり、Pulling は小顎と大顎の両者を使って体全身で木材片を引っ張り取る行動である。Collecting は大顎を用いた木材表面の清掃行動の一種であると考えられた。これら3種の行動はイエシロアリと共通していたが、ヤマトシロアリにおいてはCollecting は観察されなかった。摂食時のアコースティック・エミッション (AE) を測定した結果、摂食時に解放されるひずみエネルギーは、どのタイプの節食行動においても、アメリカカンザイシロアリが3種のシロアリの中で最も大きかった。

#### アメリカカンザイシロアリの各種木材に対する摂食反応

新しく提案した選択および強制木材摂食試験方法によって、国産材4種、米国産材5種、マレーシア産材1種、計10種の商用材に対するアメリカカンザイシロアリの摂食反応について検討した。その結果、試験方法としては中央部に孔を開けた試験体を連結した選択試験が本種に対しては最も適していることが明らかになった。心材と辺材の両者の結果を総合した10種商用材のアメリカカンザイシロアリに対する抵抗性の順位は、ブナ>カラマツ>スギ>ベイツギ>ベイマツ>ゴムノキ>アカマツ>ベイツガ>ヒノキ>スプルスであった。これは、従来知られているイエシロアリ、ヤマトシロアリに対する木材の抵抗性区分とは大きく異なるものであった。

#### 温・湿度環境とアメリカカンザイシロアリの摂食活性

各種温・湿度環境下におけるアメリカカンザイシロアリの摂食活性について、AEモニタリングによる観察を行った。6温度条件（15, 20, 25, 30, 35, 40°C）と4相対湿度条件（60, 70, 80, 90%）のうち、温度については35°C、相対湿度については70%の場合に本種は最も高い摂食活性を示した。また、温・湿度条件の組み合わせによる24通りの環境条件の中では、35°C-70%と35°C-80%の場合にAEの発生頻度が高かった。温度と相対湿度では、温度の方がアメリカカンザイシロアリの摂食活性に対してより大きな影響を有することが明らかとなった。最も高い温度条件である40°Cにおいて摂食活性は著しく低下し、供試虫は不動状態となった。最も低い15°Cという温度条件においても摂食活性は著しく低下した。

#### アメリカカンザイシロアリ被害のマイクロ波を用いた探知

マイクロ波を用いたシロアリ探知器（商品名：Termatrac™）のアメリカカンザイシロアリへの適用可能性について、実際の被害材を用いて検討した。その結果、7本のスギ小寸法被害木において、10センチ区画毎の本種の存在の有無を正確に捉えることができた。

#### ゲルベイトシステムによるアメリカカンザイシロアリ駆除の可能性

アメリカカンザイシロアリの効率的駆除方法の開発を目指し、ゲル製剤を用いたベイトシステムについて検討を行った。3タイプの試験容器による実験結果から、殺虫有効成分を含有するゲルベイト剤の本種に対する基礎的効力を確認することができた。しかしながら、容器による死亡率のバラツキが大きく、材中に複雑な孔道を構築する本種に対して安定的な効力を発揮させるためには、高い誘引効果を有する化合物の探索が必要であることが示唆された。

#### 結論

本研究より、アメリカカンザイシロアリが日本において複数の侵入回数を持ち、その被害が拡大しつつあることが明らかとなった。被害実態調査により、従来のシロアリ防除処理というものが本種に対しては全く効果を持たないことが確認され、新たな防除システム構築の必要性が指摘された。これまで確立されていなかった本種に対する適切な摂食試験方法を提案することに成功し、材料の耐アメリカカンザイシロアリ性試験や薬剤の効力試験などへの今後の応用の可能性を示した。材中に深く穿孔して生活する本種の探知と効率的駆除について、マイクロ波探知器の適用性を確認するとともに、ゲルベイト製剤を用いた駆除処理の将来的な可能性を示した。

侵入害虫であるアメリカカンザイシロアリの今後の被害拡大をくい止めるためには、研究者、シロアリ防除業者、製剤メーカーおよび各種関連団体が密接な協力関係のもと、早急に力を合わせて取り組むことが必要である。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、日本への侵入から30年以上が経過し、現在被害の拡大が懸念されながらも、その被害実態や食害生態についてほとんど検討の行われていなかったアメリカカンザイシロアリ (*Incisitermes minor* (Hagen)) について、被害、食害生態、防除対策の観点からの一連の研究成果をとりまとめたものであり、評価できる点は以下の通りである。

- ① 本種による住宅の被害実態について初めて詳細な調査を行い、屋根部材、外構部材、内装部材など、在来種であるイエシロアリやヤマトシロアリを対象とする、従来のシロアリ対策では想定していない部分に被害が集中することを明らかにした。
- ② 本種に対するマイクロサテライトマーカの開発に初めて成功し、これによって全国7ヶ所から集めた日本産アメリカカンザイシロアリコロニーが、大きく分けて2つのグループに分けられることを明らかにした。この結果は、本種の日本への侵入が複数回あること、さらに、人間活動によって離れた地域へもその分布が拡大しつつあることを示している。

る。

- ③ 本種の摂食行動について詳細な観察を行い、イエシロアリと同じく Cutting, Pulling および Collecting という3タイプの摂食行動が存在すること、また、これらの行動に伴って解放されるひずみエネルギーはイエシロアリやヤマトシロアリよりも大きいことを初めて明らかにした。
- ④ 本種に対しての新しい木材食害試験方法を提案することによって、商用材、特に各種の国産材のアメリカカンザイシロアリに対する抵抗性を初めて明らかにした。
- ⑤ 種々の温度・相対湿度環境において摂食活性をモニタリングし、本種の摂食活性に対しては温度が相対湿度よりも大きい影響を有すること、さらに、35°C というイエシロアリやヤマトシロアリと比較して明らかにより高い温度において本種が最も高い摂食活性を示すことを初めて明らかにした。
- ⑥ 近年シロアリの総合防除という観点からその重要性が高まりつつある探知技術に関して、イエシロアリやヤマトシロアリに対して既にその有効性が示されているマイクロ波探知器を本種に対して初めて応用し、実際の被害材を用いた実験によってその有用性を実証することに成功した。
- ⑦ 本種の新しい駆除方法として、殺虫有効成分を含むゲル製剤を用いたベイトシステムに注目し、数種の生物試験によってその基礎効力を初めて示した。

以上のように、本論文は、拡大が懸念されている移入種のアメリカカンザイシロアリ (*Incisitermes minor* (Hagen)) について、被害、食害生態、防除対策の観点から新たな知見を得たものであり、居住圏環境共生学、社会性昆虫学、林産加工学の発展のみならず、木材保存における実際面にも寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成19年2月20日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。