

# シロアリの卵運搬本能を利用した 擬似卵型駆除剤の実用化開発

国立大学法人岡山大学 大学院環境学研究科 准教授 松浦健二

## 概要

シロアリは被害の甚大さと予防、駆除の困難さの点から見て、人類にとって最も厄介な害虫の一つである。シロアリの働き蟻は女王の産んだ卵を認識し、それを育室に運搬して毎日舐めて世話する。このような高度な社会生活の習性を利用して、擬似卵に含ませた殺虫剤をシロアリ自ら巣の中核に運搬させて巣全体を壊滅する技術を開発した。本技術により、既存の薬剤散布による駆除技術とは根本的に異なる、革新的で最も効果的なシロアリ駆除を実現できる。本研究は、擬似卵の基材開発、殺虫成分の選択と製剤技術開発、野外での導入技術の開発を行い、高い運搬活性と殺虫活性をもつ擬似卵型駆除剤の製品化を目指す。

## 技術分野

アグリ・バイオ

### 1. 開発技術の優位性

本研究で実用化を目指す駆除技術は、既存のシロアリ駆除技術の改良技術ではなく、シロアリの卵運搬・保護という強力な本能行動を利用するというオリジナルの原理に基づいた全く新しい駆除技術の確立である。この技術の特性は、きわめて効果的にコロニーの中核を破壊できる点にある。擬似卵に殺虫活性物質を含ませてシロアリ自らに生殖中核へと運搬させることにより、駆除にかかる労力を大幅に削減でき、駆除に必要な薬剤の量がきわめて微量で済む。これらの特性により、一般消費者でも安心して使用できる製品が実現する。卵保護行動はシロアリの種に関わらず普遍的であり、シロアリの卵認識物質は、広範囲の種に共通であることが明らかになっている。したがって、本技術は日本だけでなく、世界中のシロアリに適用できる画期的な駆除技術である。本技術は安全性、駆除効果、環境への配慮、駆除コストの全てにおいて既存の殺虫剤散布やベイト法などの駆除技術よりも優れており、既存のシロアリ駆除技術を刷新するだけでなく、一般家庭向けの実効性のあるシロアリ駆除剤として、新たな市場を創出するものである。

シロアリの卵保護行動は、最も基本的な社会行動の一つであるが、その研究は世界的にも松浦らの研究チームによって専ら行われてきた。この強力な本能行動に着目した発端は、松浦らが世界で初めてシロアリの卵に擬態する菌類（ターマイトボール）を発見したことにある。これは、*Fibularhizoctonia* 属の菌核菌が、シロアリの卵に物理的・化学的に擬態した菌核を作り、シロアリに保護、運搬させるという現象である。この菌核菌はシロアリの卵運搬本能を巧みに利用して実際にシロアリをコントロールしている。この卵擬態メカニズムに倣い、擬似卵に含ませた殺虫剤をシロアリが自ら巣内の生殖中核へと運搬する画期的な害虫管理システムを開発した（特許第4151812

号)。革新的なオリジナルの原理に基づく本発明は高く評価されており、日本農学進歩賞、Microsoft Innovation Award 2007 バイオ・アグリ部門賞、農林水産若手研究者表彰などの賞を受賞している。

本研究の研究代表者（松浦）は、これまで擬似卵運搬を利用した革新的なシロアリ駆除技術の基盤となる卵認識メカニズムの解明、卵認識フェロモンの特定、そして卵運搬行動の解析に取り組んできた。卵認識フェロモンの特定に挑み、その主成分が抗菌タンパク質のリゾチームとセルロース分解酵素のβ-グルコシダーゼであることを世界で初めて明らかにした。

このように、松浦らの研究により、本技術の基盤となる卵認識フェロモンの特定に成功しており、実際に人工フェロモンを用いて擬似卵を巣内に運搬させることが可能となっている。また、擬似卵運搬を駆除に利用する技術に関する先述の基本特許に加え、シロアリの卵認識フェロモンとしてこれらの成分を利用する技術についても、松浦らによって特許を取得している（特許第4126379号；特許第4258785）。



## 2. 技術の市場性と将来性

ほとんどの国民にとって、住宅は生涯で保有する最大の財産である。その貴重な財産がシロアリによって損なわれるという潜在的な不安と、正体が見えず、容易には駆除できないという恐怖は、社会問題と言っても過言ではない。シロアリが「住宅の癌」とも言われるひとつの理由である。この不安心理につけ込んだ悪質リフォーム業者や訪問販売による詐欺まがいの事件が多発し、大手の企業までもが業務停止処分を受けたことは記憶に新しい。このような状況は、消費者の過剰な警戒心を生み、市場の縮小にも繋がっており、顧客の立場に立って、シロアリの駆除に真剣に取り組んでいる専門業者にとっても少なからぬ打撃となっている。問題の根本的な解決策は、安全かつ簡便でコロニー全体の駆除が確実な革新的駆除技術を確立する他にない。特に、一般消費者が容易に購入、使用ができ、実際に巣全体を駆除できる製品へのニーズはきわめて高い。本研究は専門業者向けの駆除技術にとどまらず、家庭向けの簡便で確実なシロアリ駆除剤として新たな市場を創出するものである。

シロアリによる経済被害と、駆除・防除業界の市場については企業や研究者による様々な調査データがあるが、その年間被害総額は火災による被害を上回り、日本で数千億円規模、木造ツーバイフォー住宅が主流である米国では修理費も含めると110億ドル（約1兆円）にも達する。シロアリの駆除・防除業界（TCO：Termite Control Operator）の市場は2002年が720億円、2006年が550億円と推定されている。TCO業者の使用薬剤費は2006年が約40億円、2007年が44億円程度である。本技術は専門業者が行うようなシロアリ駆除技術の代替だけでなく、一般向けの新たな市場を創設することになる。本技術が完成することによって、日本国内で150億円（業務用50億円、一般用100億円）、米国で500億円、全世界で1000億円以上の市場規模が期待される。

### 3. 目的・必要性

本技術の実用化のため、擬似卵型駆除剤の巣内への導入効率を高め、駆除効率を高めるためのデータ追加を目的とした試験研究を行う。第一に、フェロモンの活性を上げること、次に、基材の物性を限りなく実物の卵に近づけることが重要である。現在の人工フェロモンの活性は、すでに室内バイオアッセイでは、実物の卵から抽出したフェロモンと同等の活性レベルに達している。しかし、人工フェロモンをコートティングした擬似卵を、シロアリが巣の外部から内部へと搬入する率は、実物の卵には及んでいない。実物の卵の運搬率は、巣外に与えた場合でも、ほぼ100%である。つまり、野外での擬似卵の運搬率にはまだ伸びしろが残っている。ここからさらに導入効率を上げるためには、実物のフェロモンを凌ぐ人工フェロモンを開発すること、および、基材の物性を限りなく卵に近づけることが必要である。

### 4. 今後の課題

岡山大学大学院環境学研究科准教授松浦健二（研究代表者）、特任助教日室千尋および特任助教横井智之が共同で、フェロモンの化学的性質とシグナルの受容メカニズムをより詳細に分析することで、物性の差や含有殺虫剤による負の影響をカバーし、卵と同等の運搬率を実現する人工フェロモンを開発する。また、必要な物性条件についても、表面構造の電子顕微鏡レベルでの解析に加え、これまであまり考慮してこなかった比重と圧縮弾性率の卵認識に対する影響を定量的に解明する。さらに、野外における擬似卵駆除剤の運搬率と殺虫効率を定量的に解析する。



まず、シロアリの卵認識フェロモンと物性条件の完全解明により、室内実験環境で擬似卵型駆除剤の運搬率100%、巣への直接インジェクト法で生殖中枢への到達率90%、被害箇所から離れて設置されたステーションへの導入法で80%の導入率を実現する。また、野外の温度、湿度、季節性、保有卵数、コロニーサイズの擬似卵運搬に対する影響を定量的に明らかにし、本技術が最も効率的な時期と、適用可能な期間を決定する。さらに、ステーション型導入法でコロニー全体の駆除率を90%まで高める。



## 5. 対象特許

### 特許 1

特許の名称	卵認識フェロモンとしてリゾチーム、その塩、その生物学的フラグメントまたは関連ペプチドを用いる害虫駆除		
出願番号	特願2007-035030	出願日	2007年02月15日
特許番号	特許第4126379号		
出願人	国立大学法人 岡山大学		
発明者	松浦 健二、田村 隆、小林 憲正		
概要	<p>シロアリは卵として認識した物体を巣内の卵塊中に運搬し、保護する本能を有する。この卵保護本能を利用することにより、効率的に殺虫等の活性化化合物を巣内に導入することが出来る。本発明者らは、シロアリの卵認識フェロモンがリゾチームであり、シロアリがリゾチームを含有する卵を認識し、巣内の育室に運搬し、保護することを見出した。本発明により、安価かつ大量入手が可能なリゾチームを用いて昆虫の卵運搬、保護行動を強力に誘発し、きわめて効率的に人工擬似卵を昆虫の巣内に運搬させ、表面を舐める等の保護行動、すなわちグルーミング行動をとらせることが可能となった。この人工擬似卵に殺虫等の活性化化合物を含有せしめることにより、効果的な害虫の駆除及び防除が可能である。この人工擬似卵を用いた駆除及び防除技術は、特にシロアリに有効である。本発明により、擬似卵駆除・防除剤を安易、安価に製造することが可能となった。</p>		

## 特許2

特許の名称	シロアリの卵認識フェロモンとして $\beta$ -グルコシダーゼを用いた擬似卵およびそれを用いたシロアリ駆除		
出願番号	特願2008-144663	出願日	2008年6月2日
特許番号	特許第4258785号		
出願人	国立大学法人 岡山大学		
発明者	松浦 健二		
概要	<p>シロアリは卵として認識した物体を巣内の卵塊中に運搬し、保護する本能を有する。この卵保護本能を利用することにより、擬似卵に殺虫等の活性化合物を含有せしめ、効果的に巣内に導入することが出来る。これまでにシロアリの卵認識フェロモンの成分の一つがリゾチームであることが明らかにされていたが、リゾチームのみでは擬似卵駆除剤を完成させるための十分な卵運搬活性が得られていなかった。</p> <p>擬似卵の運搬活性をさらに向上させ、安定化するため、シロアリの卵認識フェロモンの構成成分としてリゾチーム以外の物質も卵認識に関与している可能性を検討してきた。シロアリが自分で生産できる可能性のあるタンパク質を網羅的に調査し、種々のタンパク質標品について卵運搬活性試験を行ってきた。そしてシロアリの消化酵素として知られる<math>\beta</math>-グルコシダーゼを擬似卵に含有させることにより、擬似卵の運搬活性を大幅に高めることに成功し、本発明を完成するに至った。本発明により、<math>\beta</math>-グルコシダーゼを用いてシロアリの卵運搬、保護行動を強力に誘発し、きわめて効率的に人工擬似卵を昆虫の巣内に運搬させ、表面を舐める等の保護行動、すなわちグルーミング行動をとらせることが可能となった。この人工擬似卵に殺虫等の活性化合物を含有せしめることにより、効果的な害虫の駆除及び防除が可能である。この人工擬似卵を用いた駆除及び防除技術は、特にシロアリに有効である。本発明により、擬似卵駆除・防除剤を安易、安価に製造することが可能となった。</p>		

## 特許3

特許の名称	シロアリの卵の揮発性コーリングフェロモンおよび女王フェロモンを利用した駆除技術		
出願番号	PCT/JP2010/070187	国際出願日	2010/11/12
出願人	国立大学法人 岡山大学		
発明者	松浦 健二、日室 千尋、横井 智之		
概要	<p>従来、卵認識フェロモンを塗布しただけの擬似卵では、ワーカーが擬似卵に触れなければ運搬されることがないため、認識活性は高いものの、巣外から巣内への運搬率は本物の卵に比べて劣っていた。本発明により、卵の揮発性コーリングフェロモンを用いて、卵から離れた場所にいるワーカーを呼び寄せ、強力な運搬行動を誘発することに成功した。これにより、擬似卵駆除剤の運搬活性を飛躍的に高め、野外において実際にシロアリの巣外から擬似卵を大量に運搬させるための技術が確立できた（特願2009-259938）。</p>		

**連絡先**

所 属	岡山大学研究推進産学官連携機構 知的財産本部 知的財産マネージャー
氏 名	吉 田 研 一 (よしだ けんいち)
住 所	〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号
電 話	086-251-8465
E - m a i l	yoshidak@cc.okayama-u.ac.jp

# Implementing and Developing an Egg Mimicking Insecticide Taking Advantage of Termite Egg Carrying Instinct

Kenji Matsuura

Associate Professor

Graduate School of Environmental Science post-graduate course

Okayama University

## Summary of the topic

Termites are one of the most problematic insect pests for humans in terms of seriousness of damage and difficulty of extermination.

Worker termites recognize eggs laid by a queen, carry them to a 'nursery' chamber, and care for them by licking the eggs every day.

We have invented a technique which takes advantage of this high level social behavior to make the termites themselves carry the insecticide included in a mimetic artificial egg into the center of their nest, thereby destroying the entire nest.

According to this technique, it is possible to realize extremely effective and innovative termite extermination that is fundamentally different from the existing extermination techniques of spraying a chemical agent.

The present research covers the development of a base material for the mimetic egg, the insecticidal component selection and formulation technique development, and the development of field techniques for introducing the eggs in the nest, aiming to create a mimetic egg mimicking insecticide that is readily carried and has high insecticidal activity.

## Technical Field of the Topic

- Agriculture/Biology

### 1. Advantage of the developed technique

The extermination technique that the present research aims to realize is not a technical improvement on the existing termite extermination techniques, but rather is an entirely new extermination technique based on the original principle of taking advantage of the strong instinctive behavior of termite egg carrying and protection.

The distinctive characteristic of this technique is its ability to extremely effectively destroy the center of a colony. By including the insecticidal active substance in the mimetic egg and making the termites themselves carry the eggs into the reproduction center, the effort required to perform extermination is greatly reduced and the amount of chemicals necessary for the extermination is extremely small.

Because of these characteristics, a product that can be used with confidence by an ordinary consumer may be realized. It has become clear that the egg protection behavior is universal, regardless of the type of termite, and that the termite egg recognition substance is common to a wide range of termite type.

Accordingly, the present technique is a revolutionary extermination technique that can be applied to termites not only in Japan, but also throughout the world. The present technique is superior to the existing insecticide methods including spraying and baiting in safety, extermination efficacy, consideration for the environment, and extermination cost, and does not merely improve upon the existing termite extermination techniques, but, as a termite pesticide having effectiveness suitable for typical households, is a technique that creates a new market.

The egg protection behavior of termites is a fundamental social behavior of termites, but it has only been studied domestically or abroad by the research team of Matsuura et al. Their interest in this strong instinctive behavior was sparked by their discovery by Matsuura of fungi mimicking termite eggs (termite balls), the world's first such discovery.

This is a phenomenon in which fungi of the genus *Fibularhizoctonia* form into hardened masses, sclerotia, that physically and chemically mimic termite eggs, which are protected and carried by the termites.

Such sclerotia skillfully take advantage of the egg carrying instinct of the termites to in effect control the termites. Imitating this egg mimesis mechanism, the revolutionary insect pest management system we invented causes termites to themselves carry insecticide included in mimetic eggs into the reproduction center in the nest (Patent No. 4151812).

The present invention, which is based on an innovative original principle, has been favorably evaluated, receiving the Japan Prize in Agricultural Sciences Achievement Award for Young Scientists; the Bio/Agriculture category award of the Microsoft Innovation Award 2007; and an Agriculture, Forestry and Fisheries Young Researcher Award, amongst others.

The research representative for this research (Matsuura) has thus far been engaged in clarification of the egg recognition mechanism that is the foundation of this innovative termite extermination technique inducing mimetic egg carrying, identification of the egg recognition pheromone, and analysis of the egg carrying behavior.

In the course of efforts for the identification of the egg recognition pheromone, the main components thereof were found to be the antibacterial protein lysozyme and the cellulose digestive enzyme  $\beta$  — glucosidase, hitherto unknown domestically or abroad.

**Why is termite extermination difficult?**

1. Termites inhabit closed spaces inside wood, which are therefore difficult to penetrate from the outside with a chemical agent.
2. Termites, which are characterized by forming societies, will move and cause more widespread damage if even one part of a colony remains.
3. Since they live by eating the very wood which they inhabit, the introduction of a poisoned feed chemical is ineffective.

**Limitations of a chemical agent permeation method**

Eliminating the need for large amounts of chemical agent

Necessity of termite extermination techniques taking health and the environment into consideration

**Research and understanding of termite ecology is essential**

**Serious problems are caused**

1. Health hazards such as sick building syndrome
2. Environmental contamination
3. Incomplete extermination and secondary damage
4. High costs



In this way, according to the research of Matsuura et al, the egg recognition pheromone that is the foundation of the present technique has been successfully identified, whereby it has become possible to actually cause mimetic eggs to be carried into a nest using artificial pheromones. Further, in addition to the previously mentioned basic patent relating to the technique of using mimetic egg carrying for extermination, Matsuura et al have also obtained a patent with regard to a technique using these components as termite egg recognition pheromones (Patent No. 4126379; Japanese Patent Application No. 2008-144663 (assessment completed)).

## **2. Technique marketability and future prospects**

For most people, their homes will be the most valuable property that they possess in their lifetimes.

It is no exaggeration to say that the lingering anxiety that this valuable asset will be damaged by termites and the fear of termites that cannot be seen or easily exterminated are social problems. This is one reason why termites are called "cancer of the home".

Cases of fraud by unscrupulous home renovators and door-to-door salespeople exploiting this apprehension occur repeatedly and, in recent memory, even major companies have undergone suspension of business.

This state of affairs has led to excessive wariness in consumers, is linked to a contraction in the market, and has also had no small impact on specialist businesses dealing seriously with termite extermination from the standpoint of the customer.

As a measure for solving the root cause of the problem, the establishment of an innovative extermination technique that reliably exterminates entire colonies safely and cheaply is the only option.

In particular, there is a very strong need for a product which the typical consumer can buy and use and which is capable of truly exterminating entire nests.

The present research does not stop at an extermination technique suitable for industry professionals, but creates a new market for a convenient and reliable termite pesticide suitable for homes.

Surveys by companies and researchers have yielded various data on economic damage caused by termites. The total cost of termite damage per year is greater than that of damage due to fire, and is on a scale of hundreds of billions of yen in Japan, while in America, where two-by-four wooden houses are typical, this cost reaches eleven billion dollars (approximately one trillion yen) when repair costs are added in.

The market for the termite extermination and control industry (TCO: Termite Control Operator) was valued at 72 billion yen in 2002 and 55 billion yen in 2006. The cost of the chemical agent used by TCOs was around 4 billion yen in 2006 and 4.4 billion yen in 2007.

The present technique not only offers an alternative to the kind of termite extermination techniques carried out by industry professionals, but creates a new market suitable for typical consumers.

By perfecting the present technique, a market on a scale of 15 billion yen domestically in Japan

(business use - 5 billion yen, general use - 10 billion yen), 50 billion yen in America, and over 100 billion yen globally is anticipated.

### 3. Objectives and what needs to be done

In order to commercialize the present technique, testing and research will be performed with the object of supplementing data for the purposes of improving the efficiency of introduction of the egg mimicking pesticide into the nest and improving the extermination efficiency.

It is necessary to first raise the pheromone activity and subsequently to bring the physical properties of the base material as close as possible to those of real eggs.

In laboratory bioassays, the activity of the present artificial pheromone has been found to already reach an activity level equivalent to pheromones extracted from real eggs. However, the rate at which the termites carry and introduce the mimetic egg coated with the artificial pheromone from the outside of the nest to the inside thereof (carrying rate) does not match that of the real eggs.

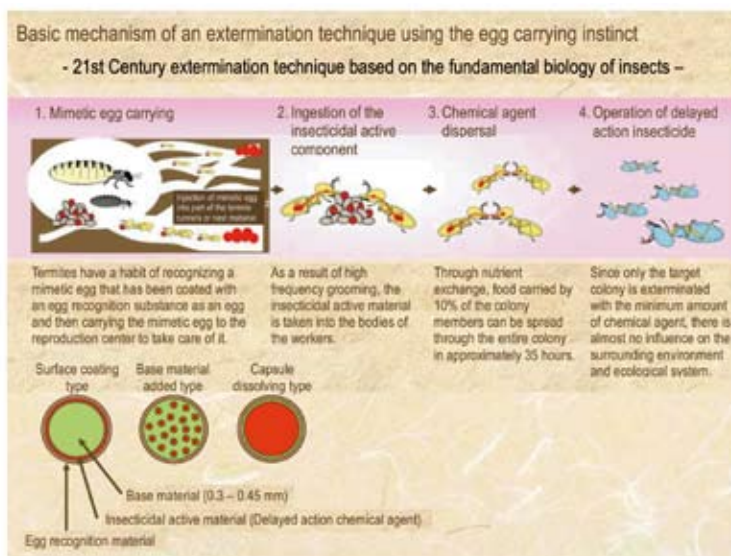
The proportion of the real eggs that are carried is almost 100%, even in cases where the eggs are placed outside the nest.

That is, there is still room for improvement in the proportion of the mimetic eggs carried from outside the nest. In order to further raise the carrying rate and introduction efficiency from this level, there is a need to develop an artificial pheromone surpassing the real pheromone and to bring the physical properties of the base material as close as possible to those of a real egg.

### 4. Future topics

In collaboration, associate professor Matsuura Kenji (research representative), specially appointed assistant professor Himuro Chihiro, and specially appointed assistant professor Yokoi Tomoyuki will, by analyzing the chemical nature of the pheromones and the signal reception mechanism, compensate for the negative influence caused by the difference in the physical material and the contained insecticide and thereby develop an artificial pheromone realizing a carrying rate equivalent to a real egg.

Further, to determine the necessary physical properties and conditions, in addition to analysis of the surface structure at the electron microscope level, quantitative clarification will be made of the influence of specific gravity and compression modulus of elasticity, which have been hitherto rarely considered, on the egg recognition.



Furthermore, quantitative analysis will be made of the mimetic egg pesticide carrying rate and the efficiency of the insecticide in the field.

First, by thorough clarification of the termite egg recognition pheromone and the physical properties and conditions, the following will be realized: a mimetic egg type pesticide carrying rate of 100% in a laboratory testing environment, a reproduction center arrival rate of 90% using a method of injection directly into a nest, and an introduction rate of 80% using an introduction method of stations installed apart from the damaged sites.

Further, the influence of the temperature, humidity, seasonality, number of retained eggs and colony size in the field in respect to the mimetic egg carrying will be quantitatively ascertained and determination will be made as to the most efficient time and the periods of possible application of this technique.

Further, the extermination rate for the entire colony using the station type introduction method will be raised to 90%.

## 5. Target Patents

### Patent 1

Title of Patent	Insect pest extermination using lysozyme as an egg recognition pheromone, salts thereof, biological fragments thereof, or related peptides thereof		
Application Number	Japanese Patent Application No. 2007-035030	Application Date	February 15, 2007
Patent Number	Patent No. 4126379		
Applicant	National University Corporation Okayama University		
Inventors	Matsuura Kenji, Tamura Takashi, Kobayashi Norimasa		
Summary	<p>Termites possess an instinct to carry objects that they recognize as eggs to a cluster of eggs within a nest and protect these objects. Taking advantage of this egg protection instinct, it is possible to efficiently introduce an active compound such as an insecticide into a nest. The present inventors found that the termite egg recognition pheromone is lysozyme and that termites recognize eggs containing lysozyme, carry the eggs into a nursery chamber within their nest, and protect the eggs. According to the present invention, it is possible to strongly induce insect egg carrying and protection behavior using lysozyme which is available at a low cost and in large quantities, cause the artificial mimetic egg to be carried into the insect nest with great efficiency, and induce protection behavior such as licking of the surface, that is, grooming behavior. By including an active compound such as an insecticide in this artificial mimetic egg, effective pest extermination and control are possible. The technique of extermination and control using this artificial mimetic egg is particularly effective against termites. In accordance with the present invention, it is possible to manufacture a mimetic egg extermination and control agent easily and at low cost.</p>		

## Patent 2

Title of Patent	Mimetic egg using $\beta$ -glucosidase as a termite egg recognition pheromone and termite extermination using the same		
Application Number	Japanese Patent Application No. 2008-144663	Application Date	
Patent Number	Patent No. 4258785		
Applicant	National University Corporation Okayama University		
Inventor	Matsuura Kenji		
Summary	<p>Termites possess an instinct to carry objects that they recognize as eggs into a cluster of eggs within their nest and protect these objects. Taking advantage of this egg protection instinct, it is possible to include an active compound such as an insecticide in a mimetic artificial egg and effectively introduce this into a nest. It has been found that one component of termite egg recognition pheromones is lysozyme; however, with lysozyme alone, egg carrying activity sufficient to complete the mimetic egg pesticide was not obtained.</p> <p>In order to further improve the mimetic egg carrying activity and increase stability, examination was made in regard to the possibility of substances other than lysozyme being related to egg recognition as a constituent component of a termite egg recognition pheromone. Comprehensive investigation was made into proteins that termites might be capable of producing themselves and testing was performed upon a variety of protein samples for their egg carrying behavior activation. It then was found that by including <math>\beta</math>-glucosidase, which is known as a termite digestive enzyme, in the mimetic egg, the carrying of the mimetic eggs was greatly increased, thereby completing the present invention. According to the present invention, it is possible to strongly induce termite egg carrying and protection behavior using <math>\beta</math>-glucosidase, cause the artificial mimetic egg to be carried into the insect nest with great efficiency, and cause protection behavior such as licking of the egg surface, that is, grooming behavior. By including an active compound such as an insecticide in this artificial mimetic egg, effective insect pest extermination and control is possible. The technique of extermination and control using this artificial mimetic egg is particularly effective against termites. According to the present invention, it is possible to manufacture a mimetic egg extermination and control agent easily and at low cost.</p>		

### Patent 3

Title of Patent	Extermination technique using a volatile termite egg calling pheromone and a queen pheromone		
Application Number	PCT/JP2010/070187	Application Date	November 12, 2010
Applicant	National University Corporation Okayama University		
Inventors	Matsuura Kenji, Himuro Chihiro, Yokoi Tomoyuki		
Summary	In the related art, mimetic eggs are only coated with an egg recognition pheromone, so that the mimetic eggs are not carried unless touched by the workers, and despite the mimetic eggs having a high recognition activity, the proportion carried from outside the nest to inside the nest was inferior to that of the real eggs. The present invention, using an egg calling volatile pheromone, successfully attracted workers located apart from the eggs, after which they exhibited strong carrying behavior. In this manner, it was possible to establish a technique for rapidly increasing the carrying activity of a mimetic egg pesticide and for ensuring that a large proportion of the mimetic eggs are actually carried from outside the termite nest (Japanese Patent Application No. 2009-259938).		

### Contact Person

Name	Kenich YOSHIDA
E-mail	yoshidak@cc.okayama-u.ac.jp
Name of department	Intellectual Property Office of Organization For Research Promotion & Collaboration of OKAYAMA University
Position	Manager of Intellectual Property Office





## 利用白蚁搬运卵的本能的假卵型驱除剂的实用化开发

国立大学法人冈山大学 大学院环境学研究科 准教授 松浦健二

### 概要

从受害巨大，预防、驱除困难的方面来看，对人类而言白蚁是最难对付的害虫之一。白蚁的工蚁识别蚁后产的卵，将其搬运至储育室中每天舔弄照料。本研究者利用这种高度的社会生活习性，发明了使白蚁自体将含在假卵中的杀虫剂搬运至巢的中枢、从而毁灭巢整体的技术。与现有的药剂散布的驱除技术根本上不同，通过本技术可实现革命性的且最具效果的白蚁驱除。本研究进行假卵的基材开发、杀虫成分的选择和制剂技术开发、野外投药技术的开发，目标在于将具有高搬运活性和杀虫活性的假卵型驱除剂制品化。

### 技术领域

农业·生物

#### 1. 开发技术的优越性

本研究中以实用化为目标的驱除技术，不是现有的白蚁驱除技术的改良技术，而是基于利用白蚁的搬运·保护卵这一强力的本能行为的创新原理，开创的一种新型驱除技术。本技术特性在于能以极佳的效果破坏群体的中枢。通过在假卵中包含杀虫活性物质、并使白蚁自体搬运至生殖中枢，可大幅度消减驱除所需的劳力，使驱除所必要的药剂的量为微量即可。由于这些特性，可实现一般消费者也可安心使用的制品。已经知道卵保护行为与白蚁种属无关、是一种普遍的行为，并且白蚁的卵识别物质在广范围种属上是共通。因此，本技术不仅适用于日本，而且是可适用于世界各国的白蚁的划时代的驱除技术。本技术在安全性、驱除效果、对环境的考虑、驱除成本上比现有的杀虫剂散布或投饵法等驱除技术更加优良，不仅革新了现有的白蚁驱除技术，而且将开创出面向一般家庭的具有实效性的白蚁驱除剂的新市场。

白蚁的保护卵的行为是最基本的社会行为之一，关于其的研究在世界上被松浦等人的研究小组专门地进行。着眼于这种强本能行为的开端是由于松浦等人世

界上首次发现拟态白蚁卵的菌类（termite ball）。这是*Fibularhizoctonia*属的菌核菌产出物理上、化学上拟态白蚁卵的菌核，从而使白蚁保护、搬运的现象。该菌核菌巧妙地利用了白蚁的卵搬运本能，实际上控制着白蚁。本研究者模仿该卵拟态机理，发明了使白蚁自体将含在假卵中的杀虫剂搬运至巢内生殖中枢的划时代的害虫管理系统（日本专利第4151812号）。基于革新的创新性原理，本发明被高度评价，获得了日本农学进步奖、Microsoft Innovation Award 2007生物·农业部门奖、农林水产青年研究者表彰等奖项。

本研究的研究代表者（松浦）一直在进行作为利用假卵搬运的革新的白蚁驱除技术的基础的卵识别机理的阐明、卵识别信息素的确定、以及卵搬运行为的解析。挑战卵识别信息素的确定，世界上首次阐明其主成分为抗菌蛋白质的溶菌酶和纤维素分解酶的β-葡萄糖苷酶。

这样通过松浦等人的研究，成功地确定了作为本技术的基础的卵识别信息素，可实际上使用人工信息素使假卵向巢内搬运。另外，除了涉及利用假卵搬运进行驱除的技术的前述基本专利之外，关于作为白蚁的卵识别信息素、利用其成分的技术，松浦等人也获得了专利（日本专利第4126379号，日本专利第4258785）。

白蚁驱除为何困难

シロアリ駆除は、なぜ困難か



薬剤浸透法の限界

シロアリ駆除の生態研究、理解不可或缺

重大問題発生

1. 由于栖息在封闭空间的木材中，来自外界的药剂难于浸透。
2. 运营社会性的白蚁即便群体的一部分残存也可移动、扩大受害。
3. 由于以生息繁衍的木材自体作为食物进行生活，毒饵剂的投药效果甚微。

摆脱使用大量药剂的困境  
有必要开发考虑了健康、环境的白蚁驱除技术  
白蚁的生态研究、理解不可或缺

## 2. 技术的市场性和将来性

对于几乎所有的国民而言，住宅是一生保有的最大财产。这样贵重的财产被白蚁损害的潜在的不安，以及看不见本来面目、不容易驱除的恐惧被称为社会问题也不为过。这也是白蚁被称为“住宅的癌”的理由之一。抓住了这种不安心理的不良装修业者、访问销售进行欺诈的事件多有发生，我们记忆犹新连大型企业也受到过业务停止处分。这样的状况使消费者产生过分的警戒心，引发市场的缩小，对于那些站在顾客的立场，认真从事白蚁驱除的专门业者而言也是不小的打击。根本性解决该问题的对策只有确立一种安全、简便地驱除群体整体的创新驱除技术。尤其极其需要一种一般消费者可容易购入、使用，实际上可驱除巢整体的制品。本研究不仅创新了面向专门业者的驱除技术，而且作为面向家庭的简便、有效的白蚁驱除剂，开创了一个新市场。

关于白蚁所导致的经济受害、以及驱除·防除业界的市场，企业或研究者提供了各种各样的调查数据，其年度受害总额超过火灾受害。在日本达数千亿日元规模，在木造木框建造式住宅为主流的美国，若包含修理费可达110亿美元（约1兆日元）。白蚁的驱除·防除业界（TCO：Termite Control Operator）的市场在2002年推测为720亿日元，在2006年推测为550亿日元。TCO业者的使用药剂费在2006年为约40亿日元，在2007年为44亿日元左右。本技术不仅可代替专门业者进行的白蚁驱除技术，还将创设面向一般化的新市场。通过完成本技术，可期待在日本国内具有150亿日元（业务用50亿日元，一般用100亿日元）、在美国具有500亿日元、在全世界具有1000亿日元以上的市场规模。

## 3. 目的·必要性

为了将本技术实用化，进行了目的在于追加用于提高假卵型驱除剂向巢内的导入效率、提高驱除效率的数据的试验研究。重点在于第一，提高信息素的活性，第二，不限于基材的物性、不断接近实物卵。通过室内生物分析，现在的人工信息素活性已经达到与从实物卵中抽提的信息素同等的活性水平。然而，白蚁将以人工信息素包覆的假卵从巢的外部搬入内部的比率还不可与实物卵相提并论。实物卵的搬运率即使在巢外投与的场合也几乎为100%。也就是说，野外的假卵搬运率还有提高空间。为了进一步提高导入效率，有必要开发超过实物信息素的人工信息素，以及不限于基材的物性、不断接近实物卵。

#### 4. 今后的课题

冈山大学大学院环境学研究科准教授松浦健二（研究代表者），特任助教日室千寻以及特任助教横井智之共同地通过详细分析信息素的化学性质和信号接受机理，遮盖物性差别及含有杀虫剂所致的负面影响，开发了一种实现与卵具有同等搬运率的人工信息素。另外，对于必要的物性条件，除了表面结构的电子显微镜水平的解析之外，还定量地阐明了迄今为止几乎未考虑的比重、压缩弹性率对卵识别的影响。此外，还定量地解析了野外的假卵驱除剂的搬运率和杀虫效率。

首先，通过完全阐明白蚁的卵识别信息素和物性条件，实现了室内试验环境下的假卵型驱除剂的100%的搬运率，对巢直接注射法下到生殖中枢的90%的到达率，远离受害场所设置的基站导入法下80%的导入率。另外，定量地阐明了野外的温度、湿度、季节性、保有卵数、群体大小对假卵搬运的影响，确定了本技术最有效率的时期，适用可能的期间。此外，还将基站型导入法下的群体整体的驱除率提高至90%。



利用了卵搬运本能的驱除技术的基本机理  
～扎根于昆虫基础生物学的21世纪的驱除技术～

1.假卵的搬运	2.杀虫活性成分的摄取	3.药剂的扩散	4.迟效性杀虫剂的作用
白蚁具有将被卵识别物质包覆后的假卵识别为卵、并将其搬运至生殖中枢进行照料的习性	通过高频度的修饰行为，杀虫活性物质被摄入工蚁的体内	通过营养交换，10%群体成员拥有的食物在35小时下传递至群体整体	由于仅以最小限度的药剂驱除目标群体，几乎对周边环境、生态体系没有影响
表面包覆型	基材添加型	胶囊溶解型	
基材 (0.3-0.45mm) 杀虫活性物质(迟效性药剂) 卵识别物质			



## 5. 对象专利

### 专利 1

专利名称	使用溶菌酶、其盐、其生物学的片段或关联多肽作为卵识别信息素的害虫驱除		
申请号	日本专利申请 2007-035030	申请日	2007 年 02 月 15 日
专利号	日本专利第 4126379 号		
申请人	国立大学法人 冈山大学		
发明人	松浦 健二, 田村 隆, 小林 宪正		
概要	<p>白蚁具有将识别为卵的物体搬运至巢内的卵块中、进行保护的本能。通过利用该卵保护本能, 可将杀虫等的活性化合物高效率地导入至巢内。本发明者等研究发现白蚁的卵识别信息素为溶菌酶, 白蚁识别含有溶菌酶的卵, 并将其搬运至巢内的储育室, 进行保护。通过本发明, 使用价廉且可大量获得的溶菌酶, 强力诱发昆虫的卵搬运、保护行为, 可使之进行以极高的效率将人工假卵搬运至昆虫的巢内、舔弄表面等的保护行为, 即修饰行为。通过在该人工假卵中含有杀虫等的活性化合物, 可有效果地驱除及防除害虫。利用该人工假卵的驱除及防除技术尤其对白蚁有效。根据本发明, 可容易、廉价地制造假卵驱除·防除剂。</p>		

### 专利 2

专利名称	使用 $\beta$ -葡萄糖苷酶作为白蚁的卵识别信息素的假卵以及使用其的白蚁驱除		
申请号	日本专利申请 2008-144663	申请日	2008 年 6 月 2 日
专利号	日本专利第 4258785 号		
申请人	国立大学法人 冈山大学		
发明人	松浦 健二		
概要	<p>白蚁具有将识别为卵的物体搬运至巢内的卵块中、进行保护的本能。通过利用该卵保护本能, 可在假卵中含有杀虫等的活性化合物、高效果地导入巢内。距今为止已经阐明了白蚁的卵识别信息素之一为溶菌酶, 然而仅使用溶菌酶不能获得完成假卵驱除剂所需的足够的卵搬运活性。</p>		

	<p>为了提高假卵的搬运活性、进行稳定化，作为白蚁的卵识别信息素的构成成分，分析了除溶菌酶以外的物质也可能与卵识别相关。对白蚁自身生产的具有可能性的蛋白质进行了网罗式调查，对各种蛋白质标品进行了卵搬运活性试验。通过将作为白蚁的消化酶知晓的<math>\beta</math>-葡萄糖苷酶包含在假卵中，成功地大幅度提高了假卵的搬运活性，从而完成了本发明。根据本发明，使用<math>\beta</math>-葡萄糖苷酶强力地诱发白蚁的卵搬运、保护行为，可使之进行以极高的效率将人工假卵搬运至昆虫的巢内、舔弄表面等的保护行为，即修饰行为。通过在该人工假卵中含有杀虫等的活性化合物，可有效果地驱除及防除害虫。使用该人工假卵的驱除及防除技术尤其对白蚁有效。根据本发明，可容易、廉价地制造假卵驱除·防除剂。</p>
--	--

### 专利 3

专利名称	白蚁卵的挥发性召唤信息素以及使用蚁后信息素的驱除技术		
申请号	PCT/JP2010/070187	国际申请日	2010/11/12
申请人	国立大学法人 冈山大学		
发明人	松浦 健二，日室 千寻，横井 智之		
概要	<p>以往，对于仅涂布卵识别信息素的假卵而言，由于若工蚁不碰到假卵、则不进行搬运，因此即便识别活性高，与真正的卵相比从巢外向巢内的搬运率较差。根据本发明，使用卵的挥发性召唤信息素，成功地召集远离卵场所的工蚁、诱发强力的搬运行为。由此，飞跃性提高了假卵驱除剂的搬运活性，确立了用于在野外实际上使白蚁从巢外大量地搬运假卵的技术（日本专利申请 2009-259938）。</p>		

### 联系方式

所 属	冈山大学研究推进产学官联合机构 知识产权本部 知识产权经理
姓 名	吉田 研一 (Yoshida keniqi)
地 址	〒700-8530 (日本) 冈山县冈山市北区津岛中一丁目 1 番 1 号
电 话	086-251-8465
E-mail	yoshidak@cc.okayama-u.ac.jp