

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月10日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21405011

研究課題名（和文） 常緑照葉樹を寄主とするゴール形成昆虫（タマバエ類・タマバチ類）の適応放散の起源

研究課題名（英文） The origin of adaptive radiation in gall inducers (gall midges and gall wasps) which parasitize evergreen trees

研究代表者

三島 美佐子 (MISHIMA MISAKO)

九州大学・総合研究博物館・准教授

研究者番号：30346770

研究成果の概要（和文）：インド北東部およびカンボジア南西部，および国内における調査により，クスノキ科にゴール（虫えい，虫こぶ）を形成するタマバエ類や，常緑ブナ科にゴールを形成するタマバチ類を中心に，ゴール形成昆虫相の一部を明らかにした．我々がこれまで行ってきた，照葉樹林帯東端に位置する日本をはじめとするアジア地域でのこれまでの研究成果と，今回の照葉樹林帯西端での調査結果を比較・統合する上で貴重な情報を得ることができた．

研究成果の概要（英文）： The species composition of gall-inducing insects on broad-leaved evergreen trees, mainly Cecidomyiidae (Diptera) on Lauraceae and Cynipidae (Hymenoptera) on Fagaceae, was investigated in a north eastern part of India and a south-western part of Cambodia. We obtained important data to infer the process of adaptive radiation in the gall-inducing insects and the maintenance mechanism of their biodiversity in combining the current investigations in India and Cambodia with the results of our earlier surveys in the broad-leaved evergreen forests of eastern parts of Asia.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	6,600,000	1,980,000	8,580,000
2010年度	5,500,000	1,650,000	7,150,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	13,000,000	3,900,000	16,900,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生物多様性・分類

キーワード：生物地理，アジア，種分化，進化，適応放散，寄生，生物間相互作用

1. 研究開始当初の背景

ゴール形成昆虫の多様性は，アジアの熱帯雨林や季節林などの湿潤な地域と，新大陸などの中緯度乾燥地帯において高く，これら異なる環境において，それぞれ適応放散した可能性が示唆されている．しかし，これまでの適応放散に関する研究は，後者の環境のみに着目している．一方，アジアの比較的湿潤な地域では，新大陸の乾燥地帯などと比べて相対

的に，ゴール形成者の属や科，目の多様性が高いという違いが見られるため，両環境においては，異なる時期に，異なる適応放散メカニズムにより多様化した可能性が高いと考えられる．

2. 研究の目的

湿潤な地域におけるゴール形成昆虫の適応放散の起源地と，適応放散過程を明らかにする

ことを目指す。そのために、アジアの照葉樹林帯の西端に位置し、ヒマラヤ山脈の麓で豊かな植生を展開しているインドのアッサム地方を中心に、学術調査を行う。とくに、クスノキ科にゴール（虫えい、虫こぶ）を形成するタマバエ類や、ブナ科にゴールを形成するタマバチ類を対象として、種構成やそれぞれの種の寄主範囲、遺伝的多様性などを調査する。日本においても同様な調査を行ない、我々がこれまでアジア地域で得てきた研究成果を統合し、照葉樹林帯の全域にわたるゴール形成性タマバエ・タマバチ相を明らかにし、それらの適応放散過程と多様性の維持機構など、歴史的背景と現状を解明するための基礎的資料を得る。

3. 研究の方法

- ・調査地：インド・アッサム地方および近隣地域を中心とした、常緑広葉樹の分布域。
- ・主な対象群：クスノキ科を寄主植物とするタマバエ類と、ブナ科を寄主植物とするタマバチ類と、それらの寄主植物種。
- ・現地調査：現地で発見されるゴールやゴール形成昆虫、および寄生蜂は、新記録や未記載のものである可能性が高いため、上記の分類群以外のものでも調査・採集したゴールを写真撮影し、寄主植物種ごとにゴールの種類と形状、採集地情報を記録。ゴールを現地で解剖し、ゴールの内部形態を記録・撮影。
- ・DNA調査：標本の系統解析を実施し、日本を含むアジアの既知のデータも含め、ゴール形成昆虫の分化の程度と寄主植物の系統関係を明らかにする。（本件については一部を除き、サンプル持ち出しおよび研究手続き上の理由により、実施できなかった）

4. 研究成果

インド北東部における3回の現地調査で、計二十数種類のゴールと、数種の寄生蜂が採集された。そのうち2種類のゴールについては、日本に分布するタマバチと同種あるいはごく近縁種によるものであることが示唆された。しかし、採集されたゴールのほとんどは未記載種、あるいは少なくとも新記録種のタマバエ類・タマバチ類により形成されたものであると考えられた。また、インドから記載されていたタブノキ属を寄主とするタマバエのゴールについては、北東部に広く分布する可能性のあることが分かった。

一方、カンボジアにおける調査でも、インド北東部とは異なる植物種を寄主とする新規のゴールを含む、二十種類近いタマバエ・タマバチ類のゴールと、数種の寄生蜂が採集された。

2年目以降、渡航調査および分析に関わる手続き交渉が難航したため、インドのサンプル分析を実施することができず、現地で記録した情報と撮影したゴール形状についてデータベース

化した。

以上のように、本研究により、日本からインドに至る照葉樹林帯の中で、その西縁部（インド北東部）および中央部（カンボジア）の一部において、タマバエ・タマバチ類の分布の概要や現地状況の把握できたことにより、当初の究極的な目標である、湿潤な地域におけるゴール形成昆虫の適応放散の起源地と、適応放散過程を明らかにするための基礎資料を得た。今後さらに、インドから東南アジアを含み、日本に至るまでの照葉樹林帯の調査を継続することで、その全貌を明らかにし、ゴール形成昆虫の多様化に関する新たな仮説を提唱することができるようになるだろう。

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は下線）

〔雑誌論文〕（計8件）

1. Abe, Y., M. Bhuyan, J. Mech, P. R. Bhattacharyya, T. Ide, M. Mishima, C. Suyama, S. Sato, K. Matsuo and N. Wachi, Discovery of an oak gall wasp (Hymenoptera: Cynipidae) inducing galls on deciduous oak trees in India. *Entomological Science*, 15, in press. 査読有
2. Abe, Y. and K. Konishi, New distributional and host records for the parasitoid *Gronotoma adachiae* (Hymenoptera: Figitidae: Eucolilinae) in Asia, *Entomological Science*, 15, in press. 査読有
3. Ide T., N. Wachi and Y. Abe, Three new species and a new record of *Cycloneuroteus* (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) inducing galls on *Cyclobalanopsis* in Japan. *Annals of the Entomological Society of America*, in press. 査読有
4. Abe, Y., T. Ide and N. Wachi, 2011, Discovery of a new gall-inducing species in the inquiline tribe *Synergini* (Hymenoptera: Cynipidae): inconsistent implications from biology and morphology. *Annals of the Entomological Society of America*, 104: 115-120. 査読有
5. Ide T., N. Wachi and Y. Abe, 2010, Discovery of a New *Plagiotrochus* Species (Hymenoptera: Cynipidae) Inducing Galls on the Evergreen Oak, *Quercus (Cyclobalanopsis) glauca* Thunberg, in Japan. *Annals of the Entomological Society of America*, 103: 838-843. 査読有
6. Wachi N. and Y. Abe, 2010, Taxonomic status of the oak gall wasp *Callirhytis hakonensis* (Hymenoptera: Cynipidae), with description of the sexual generation. *Annals of the Entomological Society of America*, 103: 322-326. 査読有

7. Katsuda, T. and J. Yukawa, 2009, Cecidophagy in adults of *Demotina fasciculata* (Coleoptera: Chrysomelidae) and its effects on the survival of *Andricus moriokae* (Hymenoptera: Cynipidae) inhabiting leaf galls on *Quercus serrata* (Fagaceae). *Entomological Science*, 13(1): 8-16. 査読有
8. 松尾和典・湯川淳一. 2009, 日本産 *Torymus* 属 (膜翅目: オナガコバチ科) の寄主記録と分布情報. *環動昆*, 20: 133-135. 査読有
- [学会発表] (計 28 件)
1. 徳田 誠・湯川淳一・三島美佐子・須山知香・Mantu Bhuyan. インドでタブノキ属を寄主とする *Daphnephila* 属タマバエとそのゴール形状について. 日本昆虫学会九州支部第 59 回大会, 鹿児島大学 (鹿児島市), 2011. 12. 4.
 2. 阿部芳久・井手竜也・和智仲是. ゴールを形成するヤドカリタマバチ族 (膜翅目: タマバチ科) の発見とその意義. 日本昆虫学会大会, 松本, 2011. 9. 19.
 3. 湯川淳一・佐藤信輔・徳田 誠・徐 環李, 最近の研究成果に基づく *Resseliella* 属タマバエ類 (ハエ目: タマバエ科) の分類と生態. 日本昆虫学会大会, 松本市, 2011. 9. 18.
 4. Wachi, N, Y. Abe, N. Inomata, and H. Tachida. Incongruent divergent patterns between mitochondrial and nuclear loci in the oak gall wasps, the *Andricus mukaigawae* complex (Hymenoptera, Cynipidae). *SMBE2011, Annual Meeting of the Society for Molecular Biology and Evolution*, Kyoto, Japan. 2011. 7. 27.
 5. 藤井智久・松尾和典・小舟 瞬・湯川淳一・桐谷圭治・阿部芳久・徳田 誠. シキミタマバエ (ハエ目: タマバエ科) の捕食寄生蜂相. 日本応用動物昆虫学会大会, 九州大学 (福岡市), 2011. 3. 28.
 6. 井手竜也・阿部芳久. アカガシ (ブナ科: コナラ属: アカガシ亜属) から発見されたナラタマバチ族 (膜翅目: タマバチ科) の 3 新種とそれが示唆するアジアのタマバチ相の種多様性. 日本応用動物昆虫学会大会, 福岡県福岡市, 2011. 3. 27.
 7. 阿部芳久, 井手竜也, 和智仲是. ゴールを形成するヤドカリタマバチ族 (膜翅目: タマバチ科) の 1 新種の発見—ゴールを形成する性質は「先祖返り」か. 日本応用動物昆虫学会大会, 福岡, 2011. 03. 27.
 8. 和智仲是・井手竜也・阿部芳久. タマバエのゴールに同居するヤドカリタマバチ (膜翅目: タマバチ科) の 1 新種の形態的特徴と分類学的位置. 日本応用動物昆虫学会大会, 福岡, 2011. 3. 27.
 9. 徳田 誠・松尾和典・湯川淳一・桐谷圭治. シロダモタマバエの分布や個体群密度に影響を与える要因. 個体群生態学会第26回年次大, 横浜国立大学 (横浜市), 2010. 9. 23.
 10. 和智仲是・井手竜也・阿部芳久. ゴール形成性タマバチと同居性ヤドカリタマバチ (膜翅目: タマバチ科) をめぐる分類学的諸問題. 日本昆虫学会, 山形大学 (鶴岡市), 2010. 9. 20.
 11. 井手竜也・和智仲是・阿部芳久. アカガシ亜属 (ブナ科: コナラ属) から初めて記載されるゴール形成蜂 (膜翅目: タマバチ科: ナラタマバチ族) の 1 新種の形態, 寄主範囲, 生活環および生物地理. 日本昆虫学会, 山形大学 (鶴岡市), 2010. 9. 20.
 12. 湯川淳一. 昆虫の出現期と植物の開葉期のずれが生物多様性に及ぼす影響. 日本昆虫学会, 山形大学 (鶴岡市), 2010. 9. 19.
 13. 徳田 誠・松尾和典・湯川淳一・桐谷圭治. 三宅島のシロダモタマバエ個体群はなぜ衰亡したのか. 日本昆虫学会, 山形大学 (鶴岡市), 2010. 9. 19.
 14. 藤井智久・松尾和典・湯川淳一・桐谷圭治・阿部芳久・徳田 誠. 伊豆半島と伊豆諸島におけるイヌツゲタマバエ (ハエ目: タマバエ科) の捕食寄生蜂群集の比較. 日本昆虫学会, 山形大学 (鶴岡市), 2010. 9. 19.
 15. 阿部芳久, 井手竜也, 三島美佐子, 須山知香, 佐藤信輔, 松尾和典, 和智仲是, Bhuyan, M., Mech, J., Bhattacharya, P. R. インドにおけるナライガタマバチ (膜翅目: タマバチ科) の発見とその生物地理学的意義. 日本昆虫学会, 山形大学 (鶴岡市), 2010. 9. 18.
 16. 松尾和典・ほか3名・湯川淳一・徳田 誠. 日本と台湾のタブノキ属植物に多様な形状のゴールを形成する *Daphnephila* 属タマバエ (ハエ目: タマバエ科) の捕食寄生蜂相. 日本昆虫学会, 山形大学 (鶴岡市), 2010. 9. 17.
 17. 徳田 誠・松尾和典・湯川淳一・桐谷圭治. 植食性昆虫の分布制限要因としてのフェノロジーの非同時性と新芽の凍霜害. 日本植物学会, 中部大学 (春日井市), 2010. 9. 11.
 18. Yukawa, J., Possible effects of asynchrony between gall midge emergence and host plant phenology on host range shift leading to speciation. 7th International Congress of Dipterology, San Jose, Costa Rica, 2010. 8. 10.
 19. Tokuda, M., Matsuo, K., Yukawa, J. and Kiritani, K. Factors affecting abundance and distribution of *Pseudasphondylia neolitseae* (Diptera: Cecidomyiidae). 7th International Congress of Dipterology, San Jose, Costa Rica, 2010. 8. 10.
 20. Matsuo, K., Tokuda, M., Kiritani, K., Mishima, M. and Yukawa, J. Comparison of parasitoid communities between insular and mainland populations of *Pseudasphondylia neolitseae* (Diptera: Cecidomyiidae) in the Izu district, Japan. 7th International Congress of Hymenopterists, Kőszeg, Hungary, 2010. 6. 23.

21. Wachi, N. and Y. Abe. Taxonomic notes on the oak gall wasp *Callirhytis hakonensis* Ashmead (Hymenoptera: Cynipidae), with description of the sexual generation. 7th International Congress of Hymenopterists, Kőszeg, Hungary, 2010. 6. 23.
22. 湯川淳一・秋本和彦. 寄主資源量の変動を考慮に入れた植食性昆虫と寄主植物の同時性のずれの評価. 日本応用動物昆虫学会大会, 千葉大学 (千葉市). 2010. 3. 12.
23. 松尾和典・湯川淳一・徳田 誠. シロダモタマバエ (双翅目: タマバエ科) の寄生蜂相. 日本昆虫学会九州支部・日本鱗翅学会九州支部合同大会, 別府市, 2009. 12. 10.
24. Abe Y. Taxonomy and biogeography of gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae) in Asia. The Japan-Italy joint international symposium: A global serious pest of chestnut trees, Tokyo, 2009. 11. 25.
25. Wachi N. and Y. Abe. Taxonomic status of the oak gall wasp *Callirhytis hakonensis* Ashmead (Hymenoptera: Cynipidae), a candidate for native host of *Torymus beneficus* Yasumatsu et Kamiyo (Hymenoptera: Torymidae), with a description of its sexual generation. The Japan-Italy joint international symposium: A global serious pest of chestnut trees, Tokyo, 2009. 11. 25.
26. 松尾和典・徳田誠・湯川淳一・桐谷圭治・三島美佐子. 常緑樹樹にゴールを形成するタマバエ類の寄生蜂相—伊豆地方の場合—. 日本昆虫学会, 三重大学, 2009. 10. 12.
27. 和智仲是・阿部芳久. *Ufo*属 (膜翅目: タマバチ科: ヤドカリタマバチ族) の分類と同居するゴールの記録. 日本昆虫学会, 三重大学, 2009. 10. 10.
28. Matsuo, K., Tokuda, M., Yukawa, J., Kiritani, K., Mishima, M. Parasitoid community centered upon gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) associated with evergreen trees on volcanic islands. V International Symposium on the Biology of Gall inducing Arthropods, Brazil, 2009. 8. 10.

[図書] (計3件)

- 湯川淳一, 2010. 「地球温暖化が日本の昆虫の生物多様性に及ぼす影響」 *In* 石井実監修「日本の昆虫の衰亡と保護」, 北隆館. pp. 190-203.
- 湯川淳一, 2010, 「昆虫と寄主植物のフェノロジーとの同時性」 *In* 桐谷圭司・湯川淳一著「地球温暖化と昆虫」, 全農教. pp. 140-150.
- 徳田 誠・湯川淳一, 2010, 「樹冠から下枝へ, 生活舞台の移動」 *In* 桐谷圭司・湯川淳一著「地球温暖化と昆虫」, 全農教. pp. 140-150.

[その他]

サイエンスカフェによるアウトリーチ

三島美佐子「ゴールを目指せ! 大学博物館の女性植物学者, インド・アッサムでハエを捕る!」 Qcafe2010 第3話 Cafe ソフル (女性研究者キャリア開発センター), カフェアートリエ, 福岡市. 2011. 1. 18.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三島 美佐子 (MISHIMA MISAKO)
九州大学・総合研究博物館・准教授
研究者番号: 30346770

(2) 研究分担者

阿部 芳久 (ABE YOSHIHISA)
九州大学・比較社会文化研究院・教授
研究者番号: 50222675

(3) 研究分担者

植田(須山) 知香 (UEDA-SUYAMA CHIKA)
金沢大学・自然科学研究科・博士研究員
研究者番号: 40464044

(4) 研究分担者

湯川 淳一 (YUKAWA JUNICHI)
九州大学・農学研究院・学術特任教員
研究者番号: 80041622

(5) 研究分担者

徳田 誠 (TOKUDA MAKOTO)
佐賀大学・農学部・准教授
研究者番号: 60469848

(6) 研究協力者

ブヤン マントゥ (BHUYAN MANTU)
インド国立北東科学技術研究所・Researcher B

(7) 研究協力者

佐藤 信輔 (SATO SHINSUKE)
宮崎大学・農学部・博士研究員

(8) 研究協力者

井手 竜也 (IDE TATSUYA)
九州大学・比較社会文化学府・大学院生

(9) 研究協力者

松尾 和典 (MATSUO KAZUNORI)
九州大学・生物資源環境科学府・大学院生

(10) 研究協力者

和智 仲是 (WACHI NAKATADA)
九州大学・システム生命科学府・大学院生

(11) 研究協力者

藤井 智久 (FUJII TOMOHISA)
九州大学・比較社会文化学府・大学院生