

平成 21年 2月 25日現在

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2006～2009

課題番号：18207002

研究課題名 (和文) 送粉共生系と植物-植食者系における共進化と共種分化

研究課題名 (英文) Coevolution and cospeciation in plant-pollinator and plant-herbivore interactions

研究代表者 加藤 真 (KATO MAKOTO)

京都大学・大学院地球環境学堂・教授

研究者番号：80204494

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：種間関係・共進化

1. 研究計画の概要

コミカンソウ-ハナホソガ絶対送粉共生系は、きわめて種特異性の高い送粉者によって植物の送粉が行なわれるという類い稀な例である。種特異性の高いホソガがどのように植物の遺伝子流動を制御し、種分化を促進しているかについて、ホソガのこれらの匂いの反応と誘引効果、送粉・産卵行動の誘導などの分析を通して解析する。

また、植物と送粉者のそれぞれの系統樹の分岐関係を比較することによって、両者の種分化が並行的に進行したかどうか、共生関係から寄生関係への転換がもしあるとしたらどのような条件下で起こるのかを、解析する。

一方、コミカンソウ科には、送粉をする胚珠寄生性のホソガとは別に、系統的に近縁な潜葉性のホソガが見られる。送粉者と植食者それぞれの系統樹を作成し、両者の種分化様式を、寄主植物の多様化様式と比較しあうことによって、共生と寄生という種間関係の違いがもたらす進化的影響を浮き彫りにする。

2. 研究の進捗状況

アジアとオセアニア、マダガスカル、大平洋の島嶼のカンコノキ属植物とその送粉ホソガの系統樹を作成したところ、(1) ホソガの能動送粉行動と口吻の絨毛は中新世に1回だけ起源し、(2) 絶対送粉共生はコミカンソウ属 *Gomphidium* 亜属でおそらく起源し、(3) ホソガが寄主転換をすることによってコミカンソウ科の少なくとも5つの系統で絶対送粉共生が成立し、(4) 絶対送粉共生を獲得した系では、植物と送粉者

の双方が相乗多様化をする傾向があり、(5) ハナホソガ属で能動送粉行動を失った種子寄生性の系統が2回起源したことがあきらかになった。

また、コミカンソウ科の絶対送粉共生の系統では、(1) 花の匂いの種間差が顕著であり、(2) 雄花と雌花の間でも顕著な匂いの差があることが明らかになり、種特異的な関係を維持するために花の匂いがいかに重要な役割を担っているかが明らかになりつつある。

カンコノキ属の植食者については、十分なサンプルが集まり、その生態と系統については、現在解析中である。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)

コミカンソウ-ハナホソガ絶対送粉共生の起源と進化様式の全体像が明らかになってきたからである。これまで知られていたイチジク-イチジクコバチ系では、共生系が成立する以前の外群が発見されていないため、共生系の起源がいまだに明らかになっていない。本系では、どの系統の植物で、どのような種子寄生昆虫と、いつごろ、どのようにして共生関係を結んだかが、明らかになった。

4. 今後の研究の推進方策

コミカンソウ科を利用する食植性昆虫の解析を進めることで、共生系と寄生系における共進化と共種分化のパターンの違いを明らかにする予定である。

一方、花の匂いに関してもさらに分析を進

め、花蜜を報酬とする一般的な送粉共生から、種子を報酬とする絶対送粉共生へと変化する過程で、花の匂いとその役割がどのように変化したかを解析しようとしている。花の匂いが介在した種分化の解析には、コミカンソウ科だけでなく、チャルメルソウ属でも研究を進めている。

5. 代表的な研究成果

(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 15 件) (すべて査読あり)

- ① Kawakita, A. and M. Kato. 2009. Repeated independent evolution of obligate pollination mutualism in the *Phyllanthea-Epicephala* association. *Proceedings of the Royal Society B* 276: 417–426.
- ② Kato, M., Y. Kosaka, A. Kawakita, Y. Okuyama, C. Kobayashi, T. Phimminith and D. Thongphan. 2008. Plant-pollinator interactions in tropical monsoon forests in Southeast Asia. *American Journal of Botany* 95: 1375–1394.
- ③ Okamoto T, Kawakita A, Kato M. 2008. Floral adaptations to nocturnal moth pollination in *Diplomorpha* (Thymelaeaceae). *Plant Species Biology* 23: 192–201.
- ④ Kawazoe K, Kawakita A, Kameda Y, Kato M. 2008. Redundant species, cryptic host-associated divergence, and secondary shift in *Sennertia* mites (Acari: Chaetodactylidae) associated with four large carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopa) in the Japanese island arc. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 49: 503–513.
- ⑤ Kawazoe K, Kawakita A, Sugiura S, Kato M. 2008. Phylogenetic position of the endemic large carpenter bee of the Ogasawara Islands, *Xylocopa ogasawarensis* (Matsumura, 1912) (Hymenoptera: Apidae), inferred from four genes. *Zoological Science* 25: 838–842.
- ⑥ Aoki K, M. Kato and N. Murakami (2008) Glacial bottleneck and postglacial recolonization of a seed parasitic weevil, *Curculio hilgendorfi*, inferred from mitochondrial DNA variation. *Molecular Ecology* 17(14): 3276–3289.
- ⑦ Kawakita, A., J. S. Ascher, T. Sota, M. Kato and D. W. Roubik. (2008) Phylogenetic analysis of the corbiculate bee tribes based on 12 nuclear protein-coding genes (Hymenoptera: Apoidea: Apidae). *Apidologie*. 39: 163–175.
- ⑧ Suetsugu, K., A. Kawakita, and M. Kato (2008) Host range and selectivity of the hemiparasitic plant *Thesium chinense*

(Santalaceae). *Annals of Botany*. 102: 49–56.

- ⑨ Okuyama, Y., O. Pellmyr and M. Kato (2008) Parallel floral adaptations to pollination by fungus gnats within the genus *Mitella* (Saxifragaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 46: 560–575.
- ⑩ Kobayashi, C., Y. Fukasawa, D. Hirose and M. Kato (2007) Contribution of symbiotic mycangial fungi to larval nutrition of a leaf-rolling weevil. *Evolutionary Ecology* 22:150–155.
- ⑪ Okamoto, T., A. Kawakita, and M. Kato (2007) Interspecific variation of floral scent composition in *Glochidion* and its association with host-specific pollinating seed parasite (*Epicephala*). *Journal of Chemical Ecology* 33: 1065–1081.
- ⑫ Kobayashi, C. and M. Kato (2007) Effects of leaf quality and microhabitat on the survival of a leaf-rolling weevil (Attelabidae). *Ecological Research* 22: 150–155.
- ⑬ Hata, H. and M. Kato (2006) A novel obligate cultivation mutualism between damselfish and *Polysiphonia* algae. *Biology Letters* 2: 593–596.
- ⑭ Kato, M., K. Tsuji and A. Kawakita (2006) Pollinator and stem- and corm-boring insects associated with mycoheterotrophic orchid *Gastrodia elata*. *Annals of the Entomological Society of America* 99: 851–858.
- ⑮ Kawakita, A. and M. Kato (2006) Assessment of the diversity and species specificity of the mutualistic association between *Epicephala* moths and *Glochidion* trees. *Molecular Ecology* 15: 3567–3581.

[学会発表] (計 12 件)

- ① 加藤真. 森の4つの共生系. 日本生態学会 公開講演会「エコロジー講座 森の不思議を解き明かす」福岡. 2008年3月.

[図書] (計 4 件)

- ① 加藤真 (2008) 森の4つの共生系. 矢原徹一責任編集『森の不思議を解き明かす』文一総合出版. pp. 44–53.
- ② 加藤真 (2008) 花と昆虫にみる共進化. 石川良輔編『節足動物の多様性と系統』裳華房. pp. 71–78.