

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 6 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2009～2013

課題番号：21255004

研究課題名(和文) 熱帯雨林の林冠における節足動物の多様性と群集構造

研究課題名(英文) Diversity and community structure of arthropods in tropical rainforest canopies.

研究代表者

市岡 孝朗 (Itoika, Takao)

京都大学・人間・環境学研究科(研究院)・教授

研究者番号：40252283

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 20,600,000円、(間接経費) 6,180,000円

研究成果の概要(和文)：森林を構成する樹木の生産活動や繁殖活動は、主に、森林の最上部に形成される林冠と呼ばれる枝葉の層で行われる。したがって林冠には植物を利用する多様な動物が生息していると予想される。しかし、熱帯雨林の林冠は地上から40m以上の高さに展開しているため、そこに生息する動物の調査は非常に困難であった。本研究では、林冠に接近する設備を用いて、熱帯雨林の生物群集の最も多様な構成要素である節足動物の種構成と各種の生息場所、餌、天敵、競争者、相利共生者を調査した。その結果、林冠の環境に特殊化した未記載種が多数存在すること、林冠ではアリ類が節足動物群集全体に幅広い影響を与えていることなどが示された。

研究成果の概要(英文)：Forest canopies, the top layers consisting of foliage and twigs, are core sites for the photosyntheses and reproductions of trees that form the forests. Hence, various animals that use the trees are expected to inhabit forest canopies. However, since the canopies mainly develop at the height of $h > 40$ meters above the ground in tropical rainforests, it has been very hard to investigate the animals there. In this research project, we explored the species composition, and their within-tree microhabitats, food menu, enemies, competitors and mutualistic partners, of the arthropods, which have been considered to be most diversified taxa in tropical rainforests, in the canopy of a tropical rainforest by using the architecture for observation in the canopy. Our results suggested that, in tropical rainforests, there are many undescribed arthropod species that are specialized to the microenvironments in the canopy, and that ants affect various traits of the community of arthropods in the canopy.

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：熱帯雨林 節足動物群集 生物多様性 東南アジア 生物間相互作用網 アリ類 クモ類 昆虫群集

1. 研究開始当初の背景

熱帯雨林は、地球上の陸上生態系のなかで、もっとも多様性が高く生物間相互作用網が濃密に発達している生態系のひとつであると考えられている。しかしながら、熱帯雨林の生産・繁殖活動の中心である林冠は地上から40m以上の高さに展開しているため、そこに接近して林冠に生息する生物の生態を非破壊的な方法によって調査することが極めて困難であった。そのために、熱帯雨林の林冠にどれほど多様な動物が生息しているのか、そしてそれらの餌資源・微小生息場所、天敵、相利共生者がどうなっているのかといった基本的な問題が、現在に至るまで十分に解明されてこなかった。

これまでの先行研究で、熱帯雨林の林冠では、現存量や生物間相互作用網における関与の多面性において、アリ類が重要な存在となっていること、アリ類とともにクモ類が捕食者として重要な位置を占めていること、林冠木の分岐部や着生植物の基部に形成される土壌が節足動物の微小生息空間となっていることなどが明らかになってきた。しかし、熱帯雨林の多様性の核となる節足動物類の林冠における多様性の詳細や、餌資源・生息空間の分割様式の詳細は、いまだに明らかになっていない。特に、食植性昆虫ギルド、クモ類を含む捕食性節足動物ギルド、分解者節足動物ギルドなど、食物連鎖網の主要なギルドの、基本的な種構成や構造特性については、ほとんど未解明である。

2. 研究の目的

以上の背景で述べた、熱帯雨林の林冠における節足動物の多様性や群集構造に関する基本的な問題を解明することによって、「熱帯雨林の豊かな生物多様性を創出・維持する機構の理解、生物相互作用網の構造とそれを決定する機構・要因の理解」にとって必要不可欠な基盤知識の集積を図ることが本研究の目的である。本研究では、熱帯雨林の林冠部に生息する節足動物の多種の共存・競争・資源分割様式、種間相互作用の具体的なあり方を順次明らかにし、それらの多様性と群集構造を実証的に解明する。

3. 研究の方法

ボルネオ(マレーシア国・サラワク州)のランビル国立公園に広がる熱帯雨林を調査地として、調査地に設置されている観測塔、観測クレーン、観測架橋などからなる高度な林冠観測システムを利用して、当地の熱帯雨林の林冠において、2009年から2013年にかけて、年間3~7回、定量的サンプリング調査とともに野外観測を行った。また、サンプルと観測の状況に応じて、発見した植食性昆虫を野外で継続して飼育を行った。それらの一部は、室内に持ち帰り飼育した。林冠の樹木構造の改変操作、あるいは、アリやその他の天敵の除去操作を加えた野外実験や、餌の

選好性を検証するための複数餌同時供与実験なども行った。対象となる節足動物の栄養段階を検証するために、それらが示す安定同位体を分析した。さらに二者間の相互関係が敵対的であるのか、相利的であるのかを明らかにするため、体表面の化学物質の分析とそれを用いた生物検定を行い、化学物質による情報伝達の可能性とその様相を検証した。種多様性を検証するとともに、節足動物の構成種ごとの食性・採餌習性・餌資源利用様式、生息空間利用様式を解明し、食物連鎖網構造、相互作用網構造を種レベルのデータに基づいて解析するため、様々な分類群を対象とする多くの分類学者と連携して、種同定や未記載種の新種記載も遂行した。

4. 研究成果

林冠でのサンプリング調査によって得られた各種の節足動物のサンプルには、多数の未記載種が含まれており、熱帯雨林に生息する節足動物の種多様性がいまだに十分に把握されていないことが改めて示された。それらの未記載種のサンプルは、連携研究者である分類学研究者の研究材料として供され、その一部に対して新種記載がなされた。残りのものに対しても、記載などを含む分類学的な研究が行われており、成果の公表に向けて現在準備が進行している。

林冠の表層部で実施したサンプリング調査の結果から、個体数と生体量の双方において、アリ類、クモ類、半翅目が林冠表層に生息する節足動物群集の大きな部分を占めていること、前二者は排他的な空間分布を示すこと、半翅目の大部分は寄主植物に対する特異性をほとんど示さないことが示された。ただし、アリに擬態するアリグモ類は、それぞれの種類のモデルとなるアリ種が利用する局所的な生息空間を共有していることが多かった。また、採餌実験や野外での観察・サンプリング調査と、消化管内容物のDNA分析などの結果から、林冠に生息するハムシ類では、それぞれの種の成虫が利用する寄主植物の食性幅は従来予想されていたものよりもはるかに幅広く、強い広食傾向が認められることが明らかになった。

着生植物は、それ自身に共生するアリやそれが涵養する土壌中に営巣するアリの活動を通して、林冠木上の植食性昆虫の量、アリの種構成、つる植物の存在量などの林冠の生物群集の特性に大きな影響を与えていることが示された。

植物との間に何らかの形で栄養-防衛共生(あるいは住み込み-防衛共生)を結ぶ共生アリによる対植食者防衛が植食者群集の資源利用様式に与える効果を明らかにするために、オオバギ属アリ植物をモデル系として、この系に入り込む植食者群集の採餌行動・寄主特異性・アリによる排除行動に対する適応形質を、飼育・観察・野外および室内実験によって分析した。その結果、アリによる防衛

行動が、アリ防衛の強い植物を利用しようとする植食性昆虫にアリへの対抗適応形質の進化を促し、専食性を強化する効果をもたらしている可能性が示唆された。一方で、アリの防衛行動は、植物が本来備えている物理的・化学的防衛の強度を弱める方向の適応進化を促している可能性が示された。物理的・化学的防衛の強度が低下した植物種には、何らかの攪乱要因による共生アリの衰退により、一部の広食性植食者が日和見的に出現することが明らかになった。これらのことから、熱帯雨林におけるアリと植物の間の相利共生関係は、植食者群集の資源利用様式に多様で広汎な影響を及ぼすことで、生物多様性の増大に貢献していることが示唆された。

また、観察や飼育によって得られた証拠に基づいて食性が明確に判明している種の個体もつ炭素と窒素の安定同位体比は、その食性・栄養段階をかなり正確に反映するような値を示すことが明らかになった。このことより、熱帯雨林の生態系では、安定同位体比分析を用いることで、現今では利用する餌が不明・推定困難である種の餌をある程度推定することができることが示された。また、安定同位体比や C^{14} の比を分析することで、特定の生物種が、植物を起点とする生食連鎖と土壌の腐食質を起点とする腐食連鎖のどちらにより強く連なっているかを識別することが可能であることも示された。

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 27 件)

- (1) Kishimoto-Yamada, K., Itioka, T., Sakai, S., Momose, K., Nagamitsu, T., Kiang, H., Meleng, P., Chong, L., Karim, A. A. H., Yamane, S., Kato, M., Reid, C. A. M., Nakashizuka, T. & Inoue, T. (2009) Population fluctuations of light-attracted chrysomelid beetles in relation to supra-annual environmental changes in a Bornean rainforest. *Bulletin of Entomological Research* 99: 217-227.(査読有)
- (2) Tanaka, H. O., Inui, Y. & Itioka, T. (2009) Anti-herbivore effects of an ant species, *Crematogaster difformis*, inhabiting myrmecophytic epiphytes in the canopy of a tropical lowland rainforest in Borneo. *Ecological Research* 24(6): 1393-1397.(査読有)
- (3) Kojima, H. & Itioka, T. (2009) A new species of *Eudela* (Coleoptera, Curculionidae) found on inflorescences of undergrowth palms in Borneo. *Japanese Journal of Systematic Entomology* 15(2): 383-387.(査読有)
- (4) Ueda, S., Quek, S-P., Itioka, T., Murase, K. & Itino, T. (2010) Phylogeography of the *Coccus* scale insects inhabiting myrmecophytic *Macaranga* plants in Southeast Asia. *Population Ecology* 52(1): 137-146. (DOI 10.1007/s10144-009-0162-4)(査読有)
- (5) Tanaka, H. O., Yamane, S. & Itioka, T. (2010) Within-tree distribution of nest sites and foraging areas of ants on canopy trees in a tropical rainforest in Borneo. *Population Ecology* 52(1): 147-157. (DOI 10.1007/s10144-009-0172-2)(査読有)
- (6) Hyodo, F., Matsumoto, T., Takematsu, Y., Kamoi, T., Fukuda, D., Nakagawa, M. & Itioka, T. (2010) The structure of a food web in a tropical rain forest in Malaysia based on carbon and nitrogen stable isotope ratios. *Journal of Tropical Ecology* 26: 205-214.(査読有)
- (7) Kishimoto-Yamada, K., Itioka, T., Sakai, S. & Ichie, T. (2010) Seasonality in light-attracted chrysomelid populations in a Bornean rainforest. *Insect Conservation and Diversity* 3(4): 266-277.(査読有)
- (8) Nomura, M., Hatada, A. & Itioka, T. (2011) Correlation between the leaf turnover rate and anti-herbivore defence strategy (balance between ant and non-ant defences) amongst ten species of *Macaranga* (Euphorbiaceae). *Plant Ecology* 212(1): 143-155. (DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-010-9810-1>)(査読有)
- (9) Tanaka, H. O. & Itioka, T. (2011) Ants inhabiting myrmecophytic ferns regulate the distribution of lianas on emergent trees in a Bornean tropical rainforest. *Biology Letters* 7(5): 706-709. (DOI 10.1098/rsbl.2011.0242)(査読有)
- (10) Hyodo, F., Takematsu, Y., Matsumoto, T., Inui, Y. & Itioka, T. (2011) Feeding habits of Hymenoptera and Isoptera in a tropical rain forest as revealed by nitrogen and carbon isotope ratios. *Insectes Sociaux* 58(3): 417-426. (DOI 10.1007/s00040-011-0159-9)(査読有)
- (11) Handa, C. & Itioka, T. (2011) Effects of symbiotic coccid on the plant-ant colony growth in the myrmecophyte *Macaranga bancana*. *Tropics* 19(4): 139-144.(査読有)
- (12) Yamane, S., Tanaka H. O. & Itioka, T. (2011) Rediscovery of *Crematogaster* subgenus *Colobocrema* (Hymenoptera, Formicidae) in Southeast Asia. *Zootaxa* 2999: 63-68.(査読有)
- (13) Maruyama, M., Matsumoto, T., & Itioka, T. (2011) Rove beetles

- (Coleoptera: Staphylinidae) associated with *Aenictus laeviceps* (Hymenoptera: Formicidae) in Sarawak, Malaysia: strict host specificity, and first myrmecoid Aleocharini. *Zootaxa* 3012: 1-26.(査読有)
- (14) Ueda, S., Okubo, T., Itioka, T., Shimizu-kaya, U., Yago, M., Inui, Y. & Itino, T. (2012) Timing of butterfly parasitization of a plant-ant-scale symbiosis. *Ecological Research* 27(2): 437-443.(査読有)
- (15) Handa, C., Ueda, S., Tanaka, H., Itino, T. & Itioka, T. (2012) How do scale insects settle into the nests of plant-ants on *Macaranga* myrmecophytes? Dispersal by wind and selection by plant-ants. *Sociobiology* 59(2): 435-446.(査読有)
- (16) Tanaka, H. O. & Itioka, T. (2012) Effects of a fern-dwelling ant species, *Crematogaster difformis*, on the ant assemblages of emergent trees in a Bornean tropical rainforest. *Annals of the Entomological Society of America* 105(4): 592-598.(査読有)
- (17) Kishimoto-Yamada, K. & Itioka, T. (2013) Seasonality in phytophagous scarabaeid (Melolonthinae and Rutelinae) abundances in an 'aseasonal' Bornean rainforest. *Insect Conservation and Diversity* 16: 179-188. (doi: 10.1111/j.1752-4598.2012.00201.x)(査読有)
- (18) Handa, C., Okubo T., Yoneyama, A., Nakamura, M., Sakaguchi, M., Takahashi, N., Okamoto, M., Tanaka-Oda, A., Kenzo, T., Ichie, T. & Itioka, T. (2013) Change in biomass of symbiotic ants throughout the ontogeny of a myrmecophyte, *Macaranga beccariana* (Euphorbiaceae). *Journal of Plant Research* 126(1): 73-79 (doi: 10.1007/s10265-012-0500-z)(査読有)
- (19) Shimizu-kaya, U., Okubo, T., Inui, Y., Yago, M. & Itioka, T. (2013) Myrmecoxeny in *Arhopala zylda* (Lepidoptera, Lycaenidae) larvae feeding on *Macaranga* myrmecophytes. *Entomological News* 123(1): 63-70.(査読有)
- (20) Shimizu-kaya, U., Okubo, T., Inui, Y., & Itioka, T. (2013) Potential host range of myrmecophilous *Arhopala* butterflies feeding on *Macaranga* myrmecophytes. *Journal of Natural History* 47(43-44): 2707-2717.(査読有)
- (21) Kishimoto-Yamada, K., Kamiya, K., Meleng, P., Diway, B., Kaliang, H., Chong, L., Itioka, T., Sakai, S. & Ito, M. (2013) Wide host ranges of herbivorous beetles? : Insights from DNA barcoding. *PlosOne* 8(9): e74426(査読有)
- (22) Nakatani, Y., Komatsu, T., Ueda, S., Itino, T., Shimizu-kaya, U., Itioka, T. & Hashim, R. (2013) New *Pilophorus* species associated with *Macaranga* trees from Malaysia (Heteroptera: Miridae: Phylinae). *Tijdschrift voor Entomologie* 156(2-3): 113-126.(査読有)
- (23) Shimizu-kaya, U., Okubo, T. & Itioka, T. (2014) Exploitation of food bodies on *Macaranga* myrmecophytes by larvae of a lycaenid species, *Arhopala zylda* (Lycaeninae). *Journal of the Lepidopterists' Society* 68(1): 31-36.(査読有)
- (24) Shimizu-kaya, U. & Itioka, T. (2014) Host plant use by two *Orthomeria* (Phasmida: Aschiphasmatini) species feeding on *Macaranga* myrmecophytes. *Entomological Science* (in press)(査読有)
- (25) Maruyama, M., Bartolozzi, L., Inui, Y., Tanaka, H. O., Hyodo, F., Shimizu-kaya, U., Takematsu, Y., Hishi, T. & Itioka, T. (2014) A new genus and species of myrmecophilous brentid beetle (Coleoptera: Brentidae) inhabiting the myrmecophytic epiphytes in the Bornean rainforest canopy. *Zootaxa* 3786(1): 73-78.
- (26) 市岡孝朗 (2010) 森の生物多様性を支える共生の仕組み. *環境と健康* 23(3): 271-284. (査読無)
- (27) 市岡孝朗 (2013) アリ植物を食べる昆虫: オオバギ属のアリ植物を利用する植食性昆虫. *北方林業* 65(4): 113-116. (査読無)
- [学会発表](計 23 件)
- (1) 市岡孝朗「森の生物多様性を支える共生の仕組み」, 第 15 回いのちの科学フォーラム市民公開講座「われら地球の共生家族 — いのちを育む共生の仕組み」(主催: (財)慢性疾患・リハビリテーション研究振興財団・(財)体質研究会、後援: 京都新聞社、2010 年 2 月 6 日、京大会館)
- (2) Itioka, T. (2010) Entomological Studies in Lambir Hills National Park. *Sarawak Forestry Forum*. Kuching, Sarawak, Malaysia. 2010 March.
- (3) Kishimoto-Yamada, K. (2010) Responses of flower-visiting chrysomelids to general flowering

- periods in Bornean dipterocarp rainforests (シンポジウム: Animal responses to general flowering and mast fruiting in Southeast Asian tropics). 第 57 回日本生態学会大会, 2010 年 3 月 17 日, 東京大学教養学部
- (4) 半田千尋・市岡孝朗 (2010) アリ-アリ植物オオバギ共生系に共生カイガラムシは必要か?. 第 57 回日本生態学会大会, 2010 年 3 月 17 日, 東京大学教養学部
- (5) T. Itioka, T. Okubo, K. Shimizu & M. Nomura (2010) Effects of interspecific variation in myrmecophytic traits among Macaranga plants on the diversity of herbivore (シンポジウム: Effects of ants and termites in ecosystem process and biodiversity). 第 57 回日本生態学会大会, 2010 年 3 月 19 日, 東京大学教養学部
- (6) H. O. Tanaka, S. Yamane, Y. Inui & T. Itioka (2010) Effects of ants on canopy structure of tropical rainforests (シンポジウム: Effects of ants and termites in ecosystem process and biodiversity). 第 57 回日本生態学会大会, 2010 年 3 月 19 日, 東京大学教養学部
- (7) 上田昇平・Swee-Peck Quek・大久保忠浩・清水加耶・市岡孝朗・市野隆雄 (2010) アリ植物をめぐる生物間相互作用の形成過程を探る. 日本昆虫学会第 70 回大会, 2010 年 9 月 19 日, 山形大学農学部
- (8) 市岡孝朗 (2010) ランビル・ヒルズ国立公園における昆虫多様性調査. 日本昆虫学会第 70 回大会, 2010 年 9 月 20 日, 山形大学農学部
- (9) 清水加耶・大久保忠浩・乾陽子・市岡孝朗 (2011) オオバギ共生アリが好蟻性シジミチョウの食草利用に与える影響. 日本昆虫学会第 71 回大会, 2011 年 9 月 18 日, 信州大学理学部
- (10) 坂本拓道・橋本佳明・大橋瑞江・遠藤知二・市岡孝朗・池野英利 (2011) 画像処理によるアリ類とアリ擬態グモの類似度指標の開発: アリ類の多様性はアリグモ類の多様性の鑄型となっているか, その 1. 日本昆虫学会第 71 回大会, 2011 年 9 月 18 日, 信州大学理学部
- (11) 橋本佳明・坂本拓道・池野英利・遠藤知二・市岡孝朗 (2011) Morphometric 手法による擬態とモデル群集の形態マッチング度の評価: アリ類の多様性はアリグモ類の多様性の鑄型となっているか, その 2. 日本昆虫学会第 71 回大会, 2011 年 9 月 18 日, 信州大学理学部
- (12) 清水加耶・大久保忠浩・乾陽子・市岡孝朗 (2012) 好蟻性シジミチョウ *Arhopala zylda* の幼虫に見られる特異な習性. 日本昆虫学会第 72 回大会, 2012 年 9 月 17 日, 玉川大学農学部
- (13) 橋本佳明・遠藤知二・市岡孝朗・坂本拓道・山崎健史 (2012) 擬態現象を生物多様性創出・維持機構として解析する: サラワク州ランビル熱帯雨林におけるアリ類垂直分布構造とアリグモ属のアソシエーション. 日本昆虫学会第 72 回大会, 2012 年 9 月 17 日, 玉川大学農学部
- (14) 岸本圭子・伊藤元己 (2013) DNA バーコーディングによる植食性昆虫ホストレンジの解明. 第 60 回日本生態学会大会, 2013 年 3 月 7 日, グランシップ(静岡県コンベンションアーツセンター)
- (15) 上田昇平・長野祐介・小松貴・片岡陽介・市岡孝朗・清水加耶・乾陽子・市野隆雄 (2013) アリ植物オオバギ属に共生するシリアゲアリ属のマイクロサテライト解析. 日本昆虫学会第 73 回大会, 2013 年 9 月 14 日, 北海道大学農学部
- (16) 橋本佳明・遠藤知二・市岡孝朗・兵藤不二夫・山崎健史 (2013) アリ類-アリグモ類の多様性アソシエーション: 擬態パターンの多様性と擬態モデル種の形態的・生態的特性との関係. 日本昆虫学会第 73 回大会, 2013 年 9 月 15 日, 北海道大学農学部
- (17) 市岡孝朗 (2014) ランビル林冠節足動物研究の概要(シンポジウム: 熱帯雨林林冠の節足動物の群集構造と多様性はどこまで分かったか -Challenging aspects of tropical canopies: numerous diversity, complex community structure, and highly specialized interactions-). 第 61 回日本生態学会大会, 2014 年 3 月 15 日, 広島国際会議場
- (18) 岸本圭子・石川忠・市岡孝朗 (2014) 林冠節足動物群集の構造特性の解明~今回は半翅目編~(シンポジウム: 熱帯雨林林冠の節足動物の群集構造と多様性はどこまで分かったか -Challenging aspects of tropical canopies: numerous diversity, complex

community structure, and highly specialized interactions-). 第 61 回日本生態学会大会, 2014 年 3 月 15 日, 広島国際会議場

(19) 橋本佳明・遠藤知二・市岡孝朗・片山元気・兵藤不二夫・山崎健史・坂本拓道 (2014) 擬態現象を生物多様性創出・維持機構として解析する: ボルネオ熱帯雨林におけるアリ類垂直分布構造とアリグモ属のアソシエーション(シンポジウム: 熱帯雨林林冠の節足動物の群集構造と多様性はどこまで分かったか-Challenging aspects of tropical canopies: numerous diversity, complex community structure, and highly specialized interactions-). 第 61 回日本生態学会大会, 2014 年 3 月 15 日, 広島国際会議場

(20) 乾陽子・田中洋・市岡孝朗 (2014) 着生および亜高木のアリ植物に見られる共生系を維持する化学的機構(シンポジウム: 熱帯雨林林冠の節足動物の群集構造と多様性はどこまで分かったか-Challenging aspects of tropical canopies: numerous diversity, complex community structure, and highly specialized interactions-). 第 61 回日本生態学会大会, 2014 年 3 月 15 日, 広島国際会議場

(21) 上田昇平・清水加耶・大久保忠浩・市岡孝朗・乾陽子・矢後勝也・市野隆雄 (2014) オオバギ属(トウダイグサ科)を食樹とするシジミチョウ類における好蟻性形質の系統進化. 第 61 回日本生態学会大会, 2014 年 3 月 15 日, 広島国際会議場

(22) 片山元気・岸本圭子・田中洋・遠藤知二・橋本佳明・市岡孝朗 (2014) 熱帯雨林の林冠部で見られたアリとクモの排他的空間分布. 第 61 回日本生態学会大会, 2014 年 3 月 18 日, 広島国際会議場

(23) 清水加耶・市岡孝朗 (2014) オオバギ属アリ植物を利用するナナフシ 2 種の寄主選択性. 第 61 回日本生態学会大会, 2014 年 3 月 18 日, 広島国際会議場

〔図書〕(計 1 件)

(1) 市岡孝朗 (2009) 生物群集のキーストン: アリの役割. 「シリーズ群集生態学 3 生物間ネットワークを紐とく」(大串隆之・近藤倫生・難波利幸 編), pp. 123-149, 京都大学学術出版会, 京都.(査読有)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

市岡 孝朗(京都大学・人間・環境学研究所・教授)

研究者番号: 40252283

(2) 研究分担者

乾 陽子(大阪教育大学・教養学部・准教授)

研究者番号: 10343261

(3) 連携研究者

竹松葉子(山口大学・農学部・教授)

研究者番号: 30335773

市栄智明(高知大学・教育研究部自然科学系・准教授)

研究者番号: 80403872

酒井章子(京都大学・生態学研究センター・准教授)

研究者番号: 30361306

岸本圭子(東京大学・総合文化研究科・研究員)

研究者番号: 80525692

遠藤知二(神戸女学院大学・人間科学部・教授)

研究者番号: 60289030