

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 30 日現在

機関番号：11101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25891002

研究課題名(和文) 外来土壌動物の侵入及び分布拡大パターンとそれに伴う生態的解放の解明

研究課題名(英文) The range expansion pattern and ecological release of invasive soil invertebrates

研究代表者

池田 紘士 (Ikeda, Hiroshi)

弘前大学・農学生命科学部・准教授

研究者番号：00508880

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、外来土壌動物の一般的な侵入及び分布拡大パターンを明らかにするために、日本からアメリカに侵入したとされるハタケミミズをモデルとした研究を行った。日本とアメリカのハタケミミズの遺伝子解析を行った結果、ハタケミミズが日本からアメリカに侵入したことを支持する結果が得られたが、日本国内およびアメリカ国内で遺伝的な分化が認められなかったため、日本のどの地域から侵入し、どのように分布を拡大したかについてはわからなかった。これについては、今後さらに研究を進めて明らかにする必要がある。また、本研究により、これまで知られていなかった別種のミミズも日本からアメリカへ侵入していたことが明らかにされた。

研究成果の概要(英文)：The objective of our research is to elucidate the range expansion pattern of invasive soil invertebrates in the United States. We used one of the earthworm species, *Amyntas agrestis* (Megascolecidae), which has invaded to the United States from Japan, as a model species. We conducted molecular analyses for this species collected in Japan and US. The phylogenetic tree constructed in our study supported that *A. agrestis* has invaded to US from Japan. However, the invasion history and the range expansion pattern were not clear because of the low phylogenetic differentiation among the sites in Japan and in the US. In our study, we newly found that another species, *A. irregularis*, has also invaded from Japan.

研究分野：進化生態学

キーワード：生物多様性 土壌動物

1. 研究開始当初の背景

外来生物が在来生物の絶滅や在来生態系の改変を引き起こすことは、近年の環境科学における重要な問題となっている。しかし、地中に生息する外来土壌動物が及ぼす影響はほとんど注目されていない。ミミズは、土壌動物の中でも大型であるため、土壌に与える影響も大きい。そのため、ミミズが外来種として侵入した場合には、表層の有機物を急速に分解して土壌中の養分動態や微生物相を変え、在来の下層植生を全滅させて外来植物が優占する植生に変えてしまうなど(Hale et al. 2006)、在来の土壌動物相及び植物をも含めた生態系そのものを改変してしまう(McLean and Parkinson 2000; Snyder et al., 2011)。

ハタケミミズは日本からアメリカへの侵入種で、現在ではアメリカ東部の森林や草地に幅広く分布し、落ち葉を食い荒らして在来生態系に大きな被害を与えている(Callahan et al., 2003; Zhang et al., 2010; Snyder et al., 2011)。今後さらに分布を拡大し、在来の生態系を改変する可能性があるが、ハタケミミズのアメリカでの生活史に関する知見も不足しており、十分な対策はとられていない。

2. 研究の目的

本研究は、外来土壌動物の一般的な侵入及び分布拡大パターンを明らかにするために、ハタケミミズの日本からアメリカへの侵入経路と分布拡大パターンを解明することを目的とした。

3. 研究の方法

アメリカおよび日本でハタケミミズの採集を行った。アメリカについては、ハタケミミズの分布するアメリカ東部において、ジョージア州を中心に採集を行った。これら得られたサンプルに関し、動物のDNAバーコーディングに広く用いられているミトコンドリアのCOI領域の塩基配列を解読した。同様に、核のH3領域に関しても塩基配列を解読した。幼体については外部形態からの種同定が困難なため、ハタケミミズの可能性のある幼体が採集された場合には、遺伝子解析によって種を同定することとした。日本とアメリカのサンプルから得られたデータをもとに、ベイズ法によって分子系統樹の構築を行い、アメリカの集団が日本のどこから侵入し、アメリカ内でどのように分布を拡大したかの推定を行った。

4. 研究成果

平成25年度のアメリカでの採集により、ジョージア州を中心としたアメリカ東部の複数の州から6地点でハタケミミズの候補を採集することができた。平成26年度は、日本で直接自ら採集することが難しかったが、共同研究者の協力によって、北海道から愛媛県までの9地点でサンプルを得ることができ

た。これらのサンプルの遺伝子解析を行い、ミトコンドリアのCOI領域および核のH3領域の塩基配列を決定した。遺伝子解析を行った結果、H3領域については日本の9地点からデータが得られたが、日本国内では変異が認められなかった。アメリカについては3地点からH3の塩基配列が得られたが、地点間でほとんど変異はなく、日本の個体と塩基配列はほぼ一致した。COI領域については、日本では北海道の1地点の個体の塩基配列しか得られなかった。アメリカについても1地点のみからしか塩基配列が得られなかったが、その塩基配列は北海道の個体のものと類似性が非常に高かった。今回、H3、COI領域ともに塩基配列の類似性が非常に高かったことから、ハタケミミズが日本からアメリカに侵入したことが支持された。しかし、H3領域では日本の集団間で違いがなかったこと、COI領域では北海道の1地点の個体の塩基配列しか得られなかったことから、日本のどの地域から侵入したかについては今回のデータからはわからなかった。進化速度の速い領域であるCOIの塩基配列が今回はあまり解読できなかったため、今後はこのプライマーを作り直すことと、他の進化速度の速い領域を読むことを検討する予定である。

アメリカでの調査によって得られたハタケミミズ候補のサンプルの遺伝子解析の結果は、いくつかの個体はハタケミミズではないが別の外来種であることを示した。日本の個体の塩基配列との比較から、これらの個体は、これまでにアメリカで報告がなかったフキソクミミズであることが明らかにされた。フキソクミミズの塩基配列はアメリカの互いに離れた2地点から得られており、この種も以前に日本からアメリカに侵入してしまっていたが、これまでは誤同定されていたために侵入の報告がされていなかった可能性がある。

引用文献

Callahan Jr., M.A., Hendrix, P.F., Phillips, R.J., Occurrence of an exotic earthworm (*Amyntas agrestis*) in undisturbed soils of the southern Appalachian Mountains, USA. *Pedobiologia* 47, 466–470, 2003.

Hale, C.M., Frelich, L.E., Reich, P.B.: Changes in hardwood forest understory plant communities in response to European earthworm invasions. *Ecology* 87, 1637–1649, 2006.

McLean, M.A., Parkinson, D.: Field evidence of the effects of the epigeic earthworm *Dendrobaena octaedra* on the microfungus community in pine forest floor. *Soil Biology and Biochemistry* 32, 351–360, 2000.

Snyder, B.A., Callaham, M.A. Jr., Hendrix, P.F.: Spatial variability of an invasive earthworm (*Amyntas agrestis*) population and potential impacts on soil characteristics and millipedes in the Great Smoky Mountains National Park, USA. *Biological Invasions* 13, 349–358, 2011.

Zhang, W., Hendrix, P.F., Snyder, B.A., Molina, M., Li, J., Rao, X., Siemann, E., Fu, S., Dietary flexibility aids Asian earthworm invasion in North American forests. *Ecology* 91, 2070–2079, 2010.

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 7件)

Ikeda, H., Y-B. Cho, T. Sota: Colonization history of the carrion beetle *Necrophila jakowlewi* (Coleoptera: Silphidae) in Japan inferred from phylogeographic analysis. 査読有, *Zool. Sci.*, 30: 901-905, 2013.

Sugiura, S., H. Ikeda: Keratin decomposition by trogid beetles: evidence from a feeding experiment and stable isotope analysis. 査読有, *Naturwissenschaften* 101: 187-196, 2014.

Zalewski, M., D. Dudek, A. Tiunov, J-F. Godeau, Y. Okuzaki, H. Ikeda, P. Sienkiewicz, W. Ulrich: High niche overlap in the stable isotope space of ground beetles. 査読有, *Annales Zoologici Fennici* 51: 301-312, 2014.

岩崎貴也, 阪口翔太, 横山良太, 高見泰興, 大澤剛士, 池田紘土, 陶山佳久 (2014) 総説 生物地理学とその関連分野における地理情報システム技術の基礎と応用, *日本生態学会誌*, 64:183-199.

Ohwaki A, Kaneko Y and Ikeda H (2015) Seasonal variability in the response of ground beetles to forest edge in a heterogeneous agricultural landscape in Japan. 査読有, *European Journal of Entomology*, 112:135-144.

Ikeda, H., M.A. Callaham Jr, J.J. O'Brien, B.S. Hornsby, E.S. Wenk (2015) Can the invasive earthworm, *Amyntas agrestis*, be controlled with prescribed fire? 査読有, *Soil Biology & Biochemistry*, 82:21-27.

Hashimoto, A., G. Sato, T. Matsuda, M. Matsumura, S. Hatakeyama, Y. Harada, H. Ikeda and K. Tanaka (2015) Taxonomic revision of *Pseudolachnea* and

Pseudolachnella and establishment of *Neopseudolachnella* and *Pseudodinemasporium* gen. nov., 査読有, *Mycologia*, 107. 383–408.

[学会発表](計 4件)

Ikeda, H., M.A. Callaham Jr, J.J. O'Brien, B.S. Hornsby, E.S. Wenk: Life history and feeding studies of the invasive earthworm, *Amyntas agrestis*: Can they be controlled with prescribed fire? 10th International Symposium on Earthworm Ecology (Athens, GA, USA), 2014.

Ikeda, H., M.A. Callaham Jr, J.J. O'Brien, B.S. Hornsby, E.S. Wenk: Management of the invasive earthworm, *Amyntas agrestis*, with prescribed fire. Ecological Society of America 99th Annual Meeting (Sacramento, CA, USA), 2014.

池田紘土, M.A. Callaham Jr, J.J. O'Brien, B.S. Hornsby, E.S. Wenk: アジアからアメリカに侵入したハタケミミズ(*Amyntas agrestis*)の生態, ミミズ公開実習 (横浜国立大学), 2014.

池田紘土, M.A. Callaham Jr, J.J. O'Brien, B.S. Hornsby, E.S. Wenk: 日本からアメリカに侵入した外来ミミズを火入れで管理できるか?, 日本生態学会 (鹿児島大学), 2015.

[図書](計 0件)

[産業財産権]

○出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
特にありません

6 . 研究組織

(1)研究代表者

池田 紘士 (IKEDA, Hiroshi)

弘前大学・農学生命科学部・准教授

研究者番号：00508880

(2)研究分担者

特にありません

(3)連携研究者

特にありません