

Buckthorn and Earthworm Interactions in Southern Minnesota: Facilitation Between Non-Native Species

ミネソタ州南部におけるクロウメモドキとミミズの相互作用：
外来種の扶助関係

Jamie Mosel*, Kathleen Shea***

St. Olaf College (Minnesota, USA), Hokkaido University

***:セント・オラツフ・カレッジ (Minnesota, USA),**

****北海道大学農学研究院（札幌）**

Introduction序論

■ Buckthorn (*Rhamnus cathartica*) and Eurasian earthworms are **invasive species** in the Great Lakes region of the USA.

アメリカ五大湖の周辺において、*Rhamnus cathartica* (クロウメモドキ)とユーラシアから来たミミズは**外来種**です。

■ Both organisms impact soil composition as well as local plant species, thereby jeopardizing native ecosystems. (Klionsky, Hale et al. 2005, Beare et al. 1994 as cited by Parkinson 1994, Doube 1998)

両種は土壌組成と在来種の植物組成に影響を与えつつ生育し、**生態系に影響を与える**(Klionsky, Hale et al. 2005, Beare et al. 1994 cited by Parkinson 1994, Doube 1998)。

By sampling earthworm populations at sites with varying amounts of buckthorn, this study investigates a possible facilitative relationship between earthworm density and diversity and buckthorn in southern Minnesota forests owned by St. Olaf College, with the hypothesis that **there will be more earthworms where there is more buckthorn.**

本研究は異なるサイズのクロウメモドキ個体群の存在するミネソタ南部の森林からミミズ個体群を推測するために、両外来種の間関係を調査した仮説として「***R. cathartica* が多いサイトではミミズ個体数も多い**」です。

Background 背景

■ **Earthworms in the Great Lakes region were eliminated during the last glacial period**, but reintroduced through human activity, such as soil transportation and fishing, after European arrival. (James 2004, Bohlen et al 2004, Hale et al. 2005) Buckthorn was introduced to the region as a decorative shrub. Both have shown high adaptability and spread in Minnesota. (Hale et al. 2005)

五大湖地域に生息していたミミズは最終氷期後に消滅したが、土壌の運搬や魚釣りといった人間の活動の結果として、移入された。(James 2004, Bohlen et al. 2004, Hale et al. 2005)。クロウメモドキは鑑賞植物として移入された(Heneghan et al. 2007)。両種は、ミネソタ州で高い順応性を示し、拡大し続けている(Hale et al. 2005)。

■ Specifically, earthworms have been shown to alter surface layer organic matter through the distribution of this matter to lower soil layers. This reduces the diversity of native, and sometimes rare, understory plants that grow in this “duff” layer. (Parkinson 1994)

ミミズは落葉などの有機物を食することで、地表面から下方へ移動させることで、土壌の形成に影響する。有機物を移動させることで、土壌表層に生育する在来の植物種の多様性を減らす(Parkinson 1994)。



Left column: maple forest without earthworms, Right column: maple forest with earthworms. Reduction of understory, and O soil horizon. (Photographs property of U of M, greatlakeswormwatch.org)

Meanwhile, **buckthorn out-compete native vegetation and tree species. Both may alter soil chemistry.** (Klionsky 2010)

クロウメモドキと在来植物種は競争する。しかし、ミミズの上記の働きでクロウメモドキと在来種の生育する土壌の特性を変化させる(Klionsky 2010)。

Some studies suggest that buckthorn may increase earthworm populations, providing a possible example of mutual facilitation (Madritch 2009), and a gateway for subsequent invasive species (Heneghan 2007).

例えば、クロウメモドキがミミズ個体群に影響を与えることで、この外来種の生育を助ける可能が示された (Madritch 2009)。その環境では、他の外来種が後から、そのような場所へたやすく侵入できる可能性を示す。(Heneghan 2007)。

Methods 方法

Each site exhibited a varying amount of buckthorn--no buckthorn at Site 1, recently removed buckthorn at Site 2, substantial cover at Site 3.

【調査地】各サイトはセント・オラフ・カレッジの森林で、クロウメモドキ個体数に注目した(ミネソタ州南部の3ヶ所の森林地から採取した)。

サイト1ークロウメモドキがなかった、サイト2ー最近切り取った、
サイト3ークロウメモドキが、密生していた。

Percent soil organic content, percent moisture, leaf litter weight, and percent bare ground were measured. (Brower, Zar, and Von Ende 1998) Mature trees (DBH>10) in a 4.5-meter radius of each subplot were recorded. The number and species of seedlings (<0.5-meters tall), and saplings (<10cm DBH) was recorded.

【調査項目】土壌の有機物含有量(%）、水分含量(%）、落葉重さ、植物の被覆度 (Brower, Zar, and Von Ende 1998) 4.5m半径の中の成木の種とDBHを測定。稚樹(<0.5m)と幼木(DBH>10cm)の種類を記録した。

Site 1: No buckthorn



Site 2: Recently removed buckthorn



Site 3: Moderate buckthorn



compact, darker



dry, gray



sandy, light

Earthworms were extracted with a mixture of 40g mustard flour and 1 gallon water (Bouche and Gardner 1984) applied at 3 33-square cm subplots along a 50-meter transect at each site. Juvenile earthworms were identified by ecological group and mature earthworms with clitella by species when possible.

【ミミズの採取】50mのラインプロットに3つのサブプロット(33cm²)を設けた。そこに、40gの洋辛子粉末を3.8リットルの水に溶いた溶液をミミズ穴に注ぎ、ミミズをサンプリングした。幼ミミズからクリッテラ(clitella: 生殖開口付近の環帯)のある成熟したミミズまで確認できた。



In lab, earthworms from each site were stored in containers with soil from their sites. Earthworms were provided leaves of *Quercus rubra*, *Acer saccharum*, and *Rhamnus cathartica*. Leaves were weighed initially and again after 8 days.

各サイトのミミズは同時に採取した土壌と共に研究室でコンテナに保管した。ミミズには *Quercus rubra*(オーク)、*Acer saccharum*(サトウカエデ) *Rhamnus cathartica* (クロウメモドキ) の落ち葉が供給された。供給した落葉は、供与する前と8日後で重量を計測した。

Results 結果

Trees 植生 :

Site 1: Dominated by *Acer saccharum* 優占木—カエデ (*Acer saccharum*)

Site 2: *Acer saccharum* seedlings and saplings (苗木と若木), mature *Quercus ru.* (成木)

Site 3: Dominated by *Rhamnus ca.* seedlings and saplings (優占), also *Acer sa* and *Quercus ru* saplings (若木), *Zanthoxylum americana* and *Fraxinus americana* seedlings (苗木).

Earthworms ミミズ :

Site 1: greatest average number of earthworms was at Site 1--twice that of Site 2,3. Deep-burrowing Anecic type found.

カエデ優占林でサイズ最大（他の約2倍）、深く潜るAnecicミミズタイプが生育。

Site 2, 3: Litter dwelling and shallow burrowing Epi/Endogeic found. 浅い場所で活動のみ

Soil 土壌 :

Site 1: Highest percent moisture content (22.2%) and soil organic content found (10.0%).

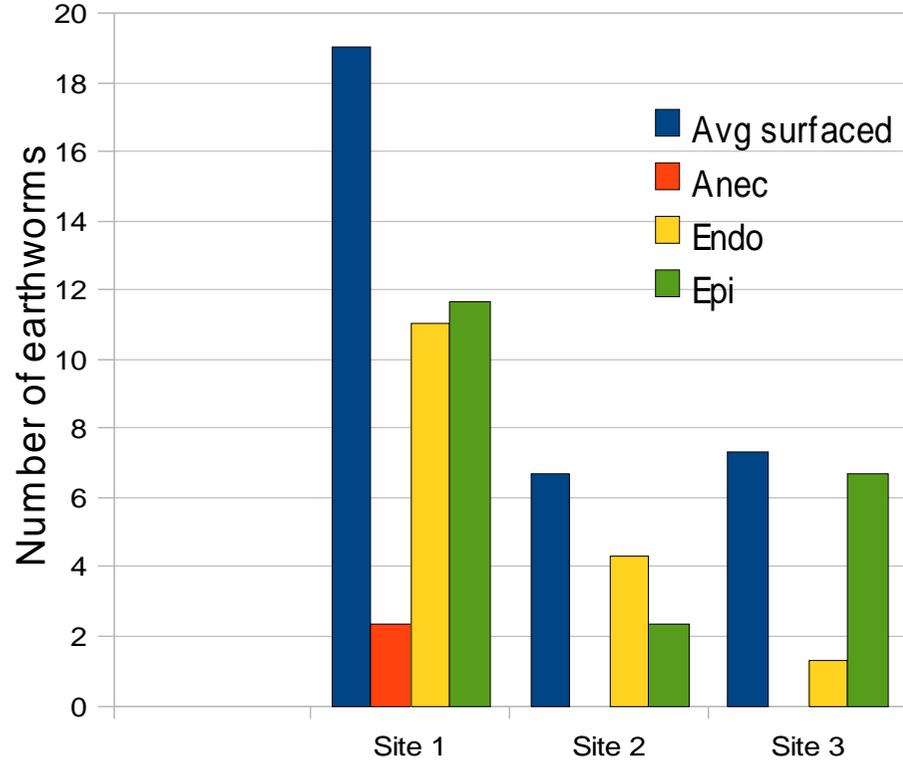
カエデ優占林で土壌の水分含量（22.2%）と有機物含有量パーセント（10.0%）が最大。

A N O V A :

significant p-values for soil moisture 土壌水分量(0.00448), total worms surfaced ミミズの総数(0.00094), and the anecic and endogeic ecological groups (0.00019 and 0.0021).

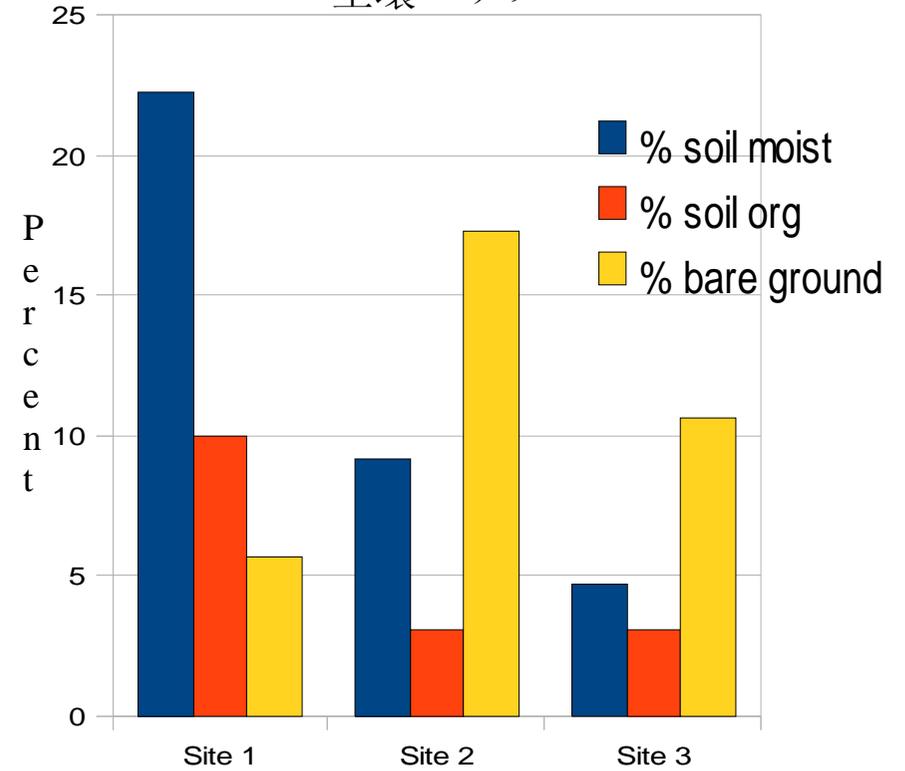
Total Earthworms Surfaced per Site and Eco. Group

ミミズのタイプと個体サイズ



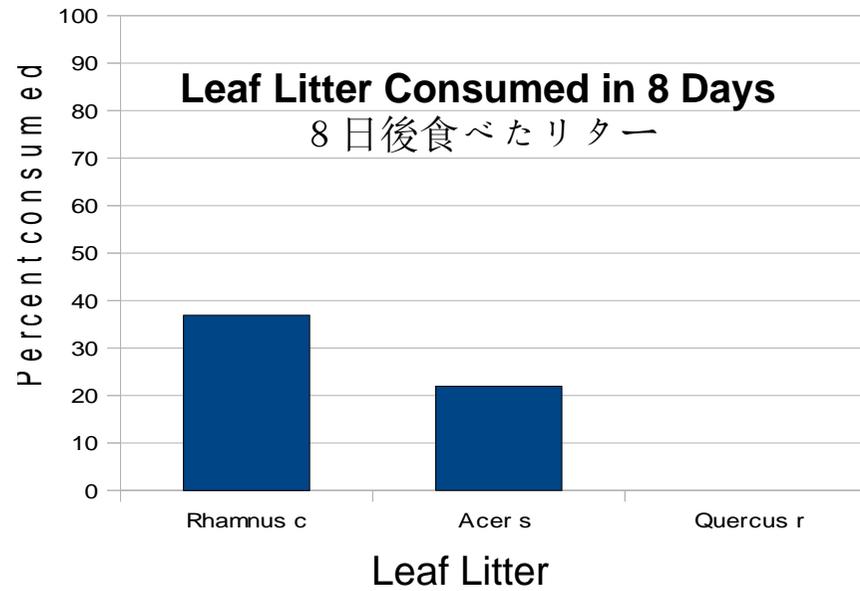
Soil Characteristics and Litter

土壌・リター



Leaf Litter Consumed in 8 Days

8日後食べたリター



Discussion 考察

■ Based on other studies (Madritch 2009, Heneghan 2006, Knight 2007), expected greater earthworm densities at Site 3. This study points to **opposite conclusion**. Sampling at Site 1 (no buckthorn) found greatest mean number of earthworms (19) per given subplot. Neither Site 2 or 3 had mean earthworm numbers greater than 10.

クロウメモドキの生育しないカエデ優占サイト1:一番多くミミズが生息していた(19頭)。(サイト2と3のミミズ数は10未満)。私達の研究結果は従来の結果からは支持されなかった。他の研究では(Madritch 2009, Heneghan 2006, Knight 2007)、ミミズ個体数はクロウエメモドキ優占のサイトで多かった。

■ May be explained partly by soil conditions, especially **soil moisture**. (Holdsworth et al 2007) 和達の結果から、土壌特性に注目した:特に、土壌の**水分含量**。

■ Site 1 showed mean percent moisture more than twice that of Site 2, and more than three times that of Site 3. Curry (1998) notes that earthworm distribution is often affected by moisture levels--earthworms prefer greater moisture. Sites 2 and 3 had qualitatively and quantitatively drier, sandier soil. Whether soil moisture is connected to earthworm presence or to buckthorn at these sites cannot be determined by this study.

例えば、サイト1はサイト2の2倍、サイト3の3倍の水分含量が観測された。Curry (1998)は「水分含量はミミズの個体群に強い影響が与え、ミミズは湿潤土に住みやすい」と指摘した。サイト2と3はサイト1に比べて、乾いた砂地土壌であった。(しかし、土壌の水分含量、ミミズとクロウメモドキの存在の関連は、本調査からは傾向を確定することはできない)。

■ Earthworms appear to be most active at Site 1, as percent soil organic matter is also much higher—suggesting that **earthworms are distributing more leaf litter**.

土壤の有機物含有量パーセントに注目:ミミズはサイト1でもっとも活動的。そこで、**ミミズが落ち葉を土壤に拡散させる**可能性を考察した。

■ Therefore, even if buckthorn leaves are highly palatable(37% consumed), under dry soil conditions there seems to be little advantage compared to moister soils where *Acer sa* litter is available.

ミミズがクロウメモドキ落葉を37%パーセント食べましたが、乾いた土壤の特性があれば、もっとミミズの嗜好性のある*Acer sa*の落葉であっても、水分が制限になっているため、利用出来る可能性は低下します。

■ In particular, Site 1 had Anecic type earthworms. Anecic earthworms have larger body mass and require more leaf litter, especially calcium. Site 1 provided large amounts of *Acer sa* leaf litter, containing high levels of calcium., which may support high population. (Holdsworth 2012)

得に、サイト1がAnecicミミズだったが、サイト2, 3はEpi/Endogeicしかいなかった。Anecicミミズの体はもっと大きくて、たくさんカルシウムが必要なので、*Acer*のサイト1がそんなミミズに手伝う可能性がある。(Holdsworth 2012)

Conclusion 結論

1. This study is unable to state definitively that buckthorn and earthworm populations affect each other.

本研究では、クロウメモドキとミミズの明確な相互依存関係を検出できなかった。

2. These results suggest that while buckthorn and earthworm densities may impact each other, overall soil conditions and moisture levels in particular may play a more decisive role in population levels. In turn, buckthorn and earthworm may be affecting soil conditions. More in depth study is necessary.

土壌水分が、特にミミズの活動に関連していることが強く示唆された。しかし、このことを確定するためには、さらなる調査地を増やして傾向を確定する必要がある。

3. In selecting future research sites, moisture levels should be taken into consideration. 将来の研究サイトを増やす上で、土壌の垂直方向の水分環境(特に水分含量)をさらに調べる必要がある。

4. It is necessary to consider the interactions between non-native species for protecting forest ecosystems in Minnesota.

ミネソタの森林の種多様性を維持するためには、さらに、外来種の相互関係の調査を行っていく必要がある。