

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580372

研究課題名(和文)外来牧草の雑草化リスクに及ぼす草地の種多様性の影響

研究課題名(英文)Effect of species diversity on invasion risk of introduced forage plants

研究代表者

西脇 亜也(Nishiwaki, Aya)

宮崎大学・農学部・教授

研究者番号：60228244

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は「外来牧草の雑草化リスクに及ぼす草地の種多様性の影響」を解明することで生物多様性の「強さ」の程度を評価する試みである。

1. 宮崎県串間市都井岬の岬馬放牧地(国指定天然記念物)では小松ヶ丘では雑草化が進行していたが扇山では進行していなかった。2. ポット栽培実験の結果、在来種の密度と種多様性が高い場合ほど外来種の増加を防ぐことが示され、在来種による裸地の修復能力の高さが生物多様性の「強さ」に貢献していると考えられた。3. 都井岬の扇山草地ではハイメドハギや匍匐性の高いコマツナギなどの在来植物が存在し、これら裸地の修復能力の高い遺伝子型の存在が外来牧草の雑草化リスクを防ぐ可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The object of this study is to know the "Effect of species diversity on invasion risk of introduced forage plants" through field survey and field experiments. 1. This grassland has been maintained as habitat of native horse that is one of national monument of our country. Few years ago, Komatugaoka and Ougiyama was dominated by native plants such as Zoysia japonica. Komatugaoka changed from native grass to alien grass dominated grassland for over 12years. But, Ougiyama was not changed. 2. The alien grass can't grow in a pot of high species richness and high density of native plant. 3. There are rich creeping genotypes of native plants in Ougiyama. These genotypes would prevent invasion risk of introduced forage plants because these genotypes have high re-covering ability of bare land.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：畜産学・獣医学 ・ 畜産学・草地学

キーワード：外来種 外来牧草 侵略性 放牧草地 種多様性 雑草化抑制 裸地形成 遺伝子型

1. 研究開始当初の背景

外来牧草は、草地からエスケープして増殖し生態系や人間活動への影響が特に大きい「侵略的外来種」とみなされており、2005年に施行された外来生物法(特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律)でも要注意外来生物にリストされている。外来牧草が禁止の対象となれば、穀物価格が上昇して厳しい経営状況の畜産農家にとっては深刻である。このような規制の動きに対応するためには、外来牧草が雑草化するリスクや条件を明確化し、それを回避する管理方法の開発が重要である。

2. 研究の目的

生物多様性のもつ意義と重要性は、1992年の地球サミットで「生物多様性条約」が採択されたのを契機に生物多様性の維持機構や機能に関する研究や侵略的外来生物による生物多様性の危機に関する研究は数多く展開されている。本研究は「外来牧草の雑草化防止に及ぼす草地の種多様性の影響」を解明することにより、生物多様性の重要な要素である種多様性が持つ頑強性の程度を評価する試みである。そこで、外来牧草が雑草化するリスクや条件を明確化し、それを回避する管理方法の開発を目的とした。

3. 研究の方法

1) 植生調査

都井岬での植生調査は、50×50cmのコドラートを設定し、出現種毎の草高、被度を調べる方法で行った。1999年は小松ヶ丘で10月と11月にそれぞれ3カ所で、2000年から2013年には4月から12月の毎月、小松ヶ丘3ヶ所、扇山3ヶ所で移動枠法によりプロテクトケージの内外の植生調査と地上部現存量を行った。

2) ポット栽培試験

都井岬の小松ヶ丘草地から在来種4種(シバ、メドハギ、シバスケ、チドメグサ)、外来牧草2種(カーペットグラス、バヒアグラス)を採取し黒ボク土を充填したワグネルポット(1/5000a)に植え付け、宮崎大学の温室内で無施肥栽培した。ポットの中央に外来牧草を植栽し、その周囲の在来植物の植栽密度(被度)を0、4、8個体とし、在来植物の構成は、1種(シバ)、2種(シバ、メドハギ)、4種(シバ、メドハギ、シバスケ、チドメグサ)とした処理により植栽後の被度の変化を測定した。

点格子板法による外来牧草と在来種の被度の測定を6月～11月まで毎月一回行った。

3) コマツナギの遺伝子型探索



2013年4月に都井岬の扇山草地のコマツナギと宮崎市清武町の宮崎大学農学部附属農場付近のコマツナギをそれぞれ堀取って実験室に持ち帰り、黒ボク土を充填したワグネルポット(1/5000a)に植え付け、宮崎大学の実験圃場で無施肥栽培し、その後の草高等を観察した。

上記の2地点のコマツナギに加えて6カ所、計8カ所のコマツナギ母樹それぞれから5月と10月に挿し穂を約30本採取し、これを3分割することで10本を1組とする挿し穂の組毎に黒ボク土を充填したセルトレイに挿し木を行い、挿し木の3ヶ月後に発根個体と生存個体を確認した。

4) 暖地型外来牧草の広域分布調査

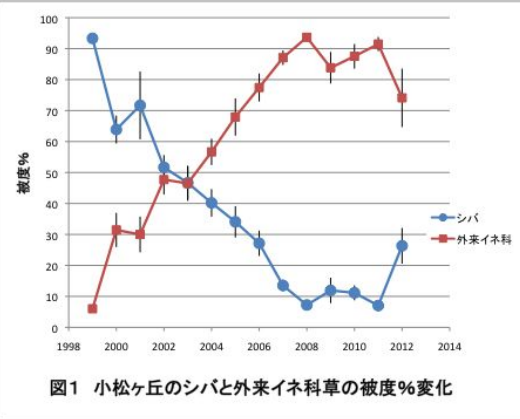
都井岬と同様に暖地型の外来雑草が侵入・優占化している地域がどの範囲に存在するのかについて、日本各地でGPS記録機能があるデジタルカメラ(CASIO EXLIM EX-H20G)を用いて分布調査を行った。

4. 研究成果

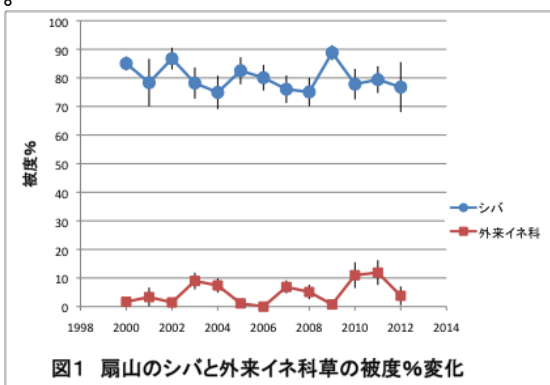
1) 外来牧草の雑草化が進行する草地(小松ヶ丘)と進行しない草地(扇山)

宮崎県串間市都井岬の岬馬放牧地(国指定天然記念物)では外来牧草の雑草化が進行中であるので、毎月の調査を継続したところ、小松ヶ丘では雑草化が進行していたが現在でも扇山では進行していないことが明らかとなった。

小松ヶ丘: 1999年にはシバの被度は平均で90%以上と高かったが、その後は経年的にシバの被度は減少し、2005年以降は40%を下回った。一方、バヒアグラスやカーペットグラスなどの暖地型の外来牧草の被度は1999年にはそれぞれ10%以下であったが、その後は経年的に増加し、2008年以降は90%前後で変動した。



扇山：2000年から調査を開始した。シバの平均被度は、どの調査年もほぼ80%を維持した。それに対し、バヒアグラスやカーペットグラスのような外来牧草の被度は常に10%以下であった。調査年によってはその前年よりも外来牧草が増加した時もあったが、その次年度にはその傾向は持続せず、次第に衰退した。

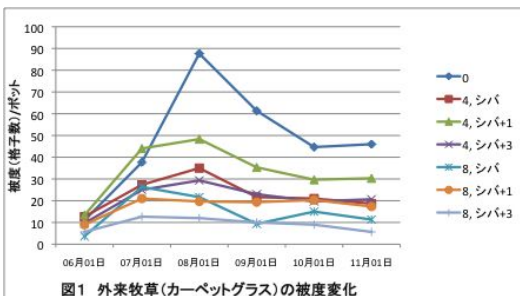


小松ヶ丘と扇山の違い：2000年にはどちらの草地もシバが優占していたが、小松ヶ丘ではしだいに外来牧草が優占していき、扇山ではシバ優占草地が維持されていた。馬により利用される場所ほど、外来牧草が優占しやすい事が示唆された。

2) 外来牧草の侵入・優占に対するシバ型草地の抵抗性に及ぼす在来植物の損失の影響

小松ヶ丘地区での外来牧草の雑草化は放牧圧の増加にともなう放牧草地の種多様性の減少と平行して生じていた。そこで、種多様性の高さや外来牧草の雑草化に関する要因解析実験を継続した結果、在来種の密度と種多様性が高い場合ほど外来種の増加を防ぐことが示された。

外来牧草(カーペットグラス、バヒアグラス)の被度の拡大速度は在来植物の植栽密度(被度)の影響を極めて強く受けること



が明らかとなった。外来牧草による在来植物の競争的排除効果は低かった。外来牧草の侵入・優占には在来植物の損失後の裸地が必要であることが明らかである。高密度植栽(8個体)の際の在来植物の種構成が多様な4種(シバ+3種)の場合に外来牧草の侵入・優占化を抑制する効果が高かった。この結果は、優占種だけでなく非優占種も外来牧草に対する抵抗性を持ち、種多様性の損失は外来種侵入抵抗力を低下させることを示唆する。裸地に速やかに定着可能な在来植物種は外来牧草の侵入・優占に対する抵抗性の重要な要素であると考えられる。今後は、放牧馬の蹄傷による裸地形成に注目し、在来植物や外来牧草の裸地への侵入・定着能力の差について検討することが必要であると考えられた。

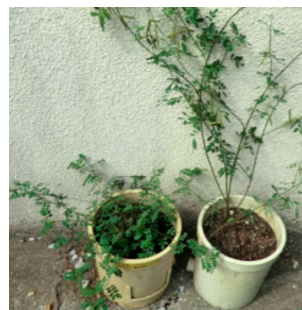
小松ヶ丘における高い放牧圧による在来種の除去による裸地の形成が外来牧草の増加をもたらしていたと考えられ、在来種の密度と種多様性が高い場合ほど外来種の増加を防ぐことが明らかとなった。裸地に速やかに定着可能な在来植物種は外来牧草の侵入・優占に対する抵抗性の重要な要素であると考えられる。

3) 都井岬放牧地に分布する矮性コマツナギの高いクローン繁殖能



都井岬の扇山では放牧馬の蹄傷によって生じた裸地への侵入・定着能力の高い在来植物の遺伝

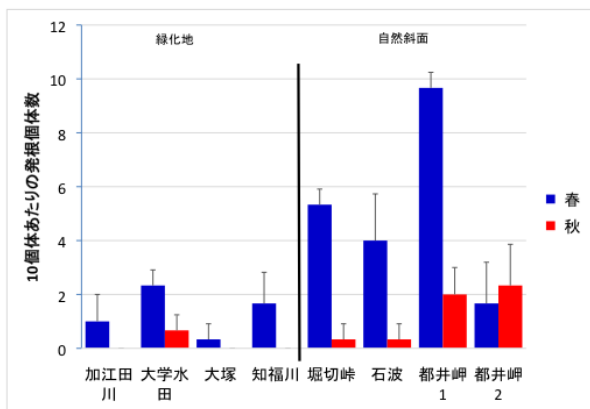
子型が発見され、これら匍匐性の高い新規な遺伝子型の植物は外来牧草の雑草化抑制に機能していると考えられた。



都井岬の扇山草地のコマツナギは矮性型の生育を示したが、宮崎市清武町の宮崎大学農学部附属農場付近のコマツナギは直立型の生育を示した(写真)。

他の地域の直立型のコマツナギに比べて都井岬の矮性型のコマツナギの挿し木成功率は極めて高かった。矮性型のコマツナギの小葉長は相対的に短く、栽培による変化

も少なかった。



コマツナギの挿し木成功個体数(10個体あたりの発根個体数)

都井岬のコマツナギは、矮性型による高い被食防衛能と高いクローン繁殖能力による蹄傷地への高い侵入能力を有することで、馬の放牧に対して遺伝的に適応した系統であると考えられた。

今後は、在来植物や外来牧草の裸地への侵入・定着能力の差について検討することが必要であるとする重要な研究方向性が得られた。

3. 暖地型の外来雑草が侵入・優占化している地域

都井岬と同様に暖地型の外来雑草が侵入・優占化している地域がどの範囲に存在するのかについて、GPS記録機能があるデジタルカメラによる分布調査法を検討した。そして各地で調査を行った結果、関東の房総半島、紀伊半島、淡路島、九州など主に南海に面した地域で暖地型の外来雑草が侵入・優占化している実態がさらに明らかとなってきた。全国的には温暖化が暖地型の外来牧草の雑草化に及ぼしている影響が大きいことが示された。

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 11件)

- 1) Comparison of relative DNA content estimated using DAPI and PI-FCM in *Miscanthus sinensis*, *Miscanthus sacchariflorus*, and their hybrids. [Journal of Warm Regional Society of Animal Science, 57 (1), (2014), 53-57] Marhamah Nadir, Arisa Tanaka, Shotaro Kuwabara, Hiroya Matuura, Toshihiko Yamada, J. Ryan Stewart, Aya Nishiwaki (査読有)
- 2) Natural variation in *Miscanthus sinensis* seed germination under low

temperatures. [Grassland Science, (2014) DOI: 10.1111/grs.12051] Maria S. Dwiyantri, J. Ryan Stewart, Aya Nishiwaki and Toshihiko Yamada (査読有)

- 3) Vegetation survey undertaken using automatically located photographs during horse trek in the Dachigam National Park, India. [Proceedings of the 22nd International Grassland Congress, (2013), 1103-1104] Aya Nishiwaki, Nobumi Hasegawa and Rikako Kimura (査読有)
- 4) 河川植生の分布と立地環境の対応に関する研究—宮崎県串間市の千野川における事例—. [景観生態学, 18 (1), (2013), 47-56] 伊藤 哲, 須藤陽子, 西脇亜也, 平田令子 (査読有)
- 5) Soil carbon stocks and carbon sequestration rates in seminatural grassland in Aso region, Kumamoto, Southern Japan. [Global Change Biology, 19, (2013), 1676-1687] Yo Toma, John Clifton-Brown, Shinji Sugiyama, Makoto Nakaboh, Ryusuke Hatano, Fabián G Fernández, J. Ryan Stewart, Aya Nishiwaki, Toshihiko Yamada (査読有)
- 6) 堆肥の品質評価を目的としたコマツナ発芽試験法の特徴：シャーレ法とシードパック法の比較. [日本土壌肥科学雑誌, 84 (2), (2013), 100-103] 日高悠希, 西脇亜也 (査読有)
- 7) Soil carbon source and accumulation over 12,000 years in a semi-natural *Miscanthus sinensis* grassland in southern Japan. [Catena, 104, (2012), 127-135] D.S. Howlett, Y. Toma, b, H. Wang, S. Sugiyama, T. Yamada, A. Nishiwaki, F. Fernandez, J.R. Stewart (査読有)
- 8) Genetic Analysis of Putative Triploid *Miscanthus* Hybrids and Tetraploid *M. sacchariflorus* Collected from Sympatric Populations of Kushima, Japan. [BioEnergy Research, 6, (2012), 486-493] Maria S. Dwiyantri, Arthur Rudolph, Kankshita Swaminathan, Aya Nishiwaki, Yoshiko Shimono, Shotaro Kuwabara, Hiroya Matuura, Marhamah Nadir, Stephen Moose, J. Ryan Stewart, Toshihiko Yamada (査読有)
- 9) Carbon sequestration in soil in a semi-natural *Miscanthus sinensis* grassland and *Cryptomeria japonica* forest plantation in Aso, Kumamoto, Japan. [Global Change Biology / Bioenergy, 4 (5), (2012), 566-575] Yo Toma, Kevin Armstrong, J. Ryan Stewart, Toshihiko Yamada, Aya Nishiwaki, Fabián G. Fernández (査読有)
- 10) Carbon budget and methane and nitrous

oxide emissions over the growing season in a *Miscanthus sinensis* grassland in Tomakomai, Hokkaido, Japan. *GCB Bioenergy* : 3 (2) 116 - 134 (2011) Yo Toma, Fabian G. Fernandez, Syohei Sato, Miki Izumi, Ryusuke Hatano, Toshihiko Yamada, Aya Nishiwaki, German Bollero and J. Ryan Stewart(査読有)

11) Discovery of natural *Miscanthus* (Poaceae) triploid plants in sympatric populations of *Miscanthus sacchariflorus* and *Miscanthus sinensis* in southern Japan. *American Journal of Botany* : 98 (1) 154 - 154 (2011) Aya Nishiwaki, Aki Mizuguti, Shotaro Kuwabara, Yo Toma, Genki Ishigaki, Tomomi Miyashita, Toshihiko Yamada, Hiroya Matuura, Sachi Yamaguchi, A. Lane Rayburn, Ryo Akashi and J. Ryan Stewart (査読有)

〔学会発表〕(計 6 件)

- 1) 都井岬放牧地に分布する矮性コマツナギの高いクローン繁殖能[平成 24 年度日本草地学会大会](2014 年 03 月 30 日 - 2014 年 04 月 02 日, 宮崎市)
- 2) 宮崎県都井岬における野生馬放牧地のシバ草地について[日本芝草学会 2013 年度秋季大会・シンポジウム](2013 年 11 月 08 日 - 2013 年 11 月 11 日, 宮崎市サンホテルフェニックス)
- 3) Vegetation survey undertaken using automatically located photographs during horse trek in the Dachigam National Park, India[22nd International Grassland Congress] (2013 年 09 月 15 日 - 2013 年 09 月 19 日, Sydney, Australia)
- 4) 外来牧草の侵入・優占に対するシバ型草地の抵抗性に及ぼす在来植物の損失の影響 [2013 年度日本草地学会山形大会] (2013 年 03 月 24 日 - 2013 年 03 月 26 日, 山形大学)
- 5) 野草と野草地に関する生態学的研究[2012 年度日本草地学会北海道大会] (2012 年 08 月 27 日 - 2012 年 08 月 29 日, 酪農学園大学)
- 6) 外来牧草が侵入・優占する草地と優占しない草地 [2011 年度日本草地学会宇都宮大会](2011 年 03 月, 宇都宮大学)

〔図書〕(計 2 件)

- 1) 身近な雑草の生物学. [朝倉書店, 2014, pp151]根本正之・西脇亜也他 17 名
- 2) 生態学入門 (第 2 版). [東京化学同人, 2011, pp287]日本生態学会, 嶋田正和・西脇亜也他 23 名

〔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 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕
ホームページ等

<https://srhumdb.miyazaki-u.ac.jp/webopen/search?method=view&id=366>

6. 研究組織

(1) 研究代表者
西脇亜也 (Aya Nishiwaki)
宮崎大学・農学部・教授
研究者番号 : 60228244

(2) 研究分担者
()

研究者番号 :

(3) 連携研究者
()

研究者番号 :