

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450025

研究課題名(和文)ネピアグラス栽培による重金属汚染，口蹄疫家畜埋却，耕作放棄土壌の修復・飼料生産

研究課題名(英文) Phytoremediation and herbage production in fields polluted with heavy metals, in sites of animals buried after Foot-and-Mouth Disease Infection and in abandoned areas by cultivation of napiergrass

研究代表者

石井 康之 (Ishii, Yasuyuki)

宮崎大学・農学部・教授

研究者番号：50211032

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：南九州地域の条件不利地として，宮崎県児湯郡管内の口蹄疫家畜埋却地および耕作放棄地の飼料生産・資源植物生産への活用を検討した。

1) 重金属汚染土壌に対するネピアグラスの修復機能：本草種のカドミウム吸収能力を植物体の器官別に実証した。2) 口蹄疫家畜埋却地の植生管理としてのネピアグラス栽培の適応性：宮崎県立高鍋農高埋却地に本草種を移植し，不整地で機械管理が困難な埋却地の植生管理に適することを明らかにした。3) 矮性ネピアグラスの九州・沖縄地域への普及：本草種の機械移植造成法，耕作放棄水田転換畑，耕作放棄果樹園跡地，県立高千穂高校宮尾野農場・傾斜野草地での放牧利用あるいは採草利用の可能性を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Phytoremediation and herbage production by napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumacher) were examined for the fields polluted with heavy metals, in sites of animals buried after Foot-and-Mouse Disease (FMD) Infection and in the abandoned fields in Kyushu. I) Phytoremediation potential of napiergrass: Cadmium phytoremediation potential was examined for several plant fractions in napiergrass under the cultivation of fields polluted with cadmium. II) Adaptability of napiergrass for weed control: Napiergrass was transplanted in sites of animals buried after FMD infection to evaluate the suitability for weed control in three years of cultivation. III) Extension of dwarf napiergrass cultivation to Kyushu and Okinawa regions: Development of mechanical cell-tray propagation and field transplanting, grazing use of dwarf napiergrass pasture on the abandoned orchard and lowland fields and cut-and-carry harvest of normal napiergrass in the sloped native pasture of Takachiho, Miyazaki were examined.

研究分野：飼料作物学，草地学

 キーワード：ネピアグラス 重金属汚染地 口蹄疫埋却地 環境修復 矮性ネピアグラス 中山間地域 放牧利用
機械移植

1. 研究開始当初の背景

・本研究に関連する国内・国外の研究動向および位置づけは、以下の通りであった。

1) 家畜生産における粗飼料確保の重要性：

近年わが国の家畜生産では、輸入飼料の関与が疑われる口蹄疫や牛海綿状脳症等の越境流行性家畜疾病が相次いで発生し、自給粗飼料の安全性やトレーサビリティの高さが再認識された。また、トウモロコシ・サトウキビなどの食料と競合する資源作物のバイオエタノール利用やアジア諸国の畜産振興、生産国の天候不順などの諸要因に端を発した配合飼料価格の高騰から、繁殖牛農家でも自給粗飼料の安定的確保が畜産経営継続の緊急課題であった。

2) 多年生暖地型牧草栽培の利点：

トウモロコシ等の青刈1年生作物では、作期毎の耕起・播種・造成や病害虫・雑草防除などの精密栽培が要求されるが、多年生暖地型イネ科牧草のネピアグラスやバヒアグラスは、南九州の沿岸低・中標高地帯で越冬可能であるため、一旦草地・飼料畑を造成すると、数年以上にわたって収穫・施肥管理を行うだけで粗飼料生産が可能である。立地条件が狭隘で大型機械の作業が困難な耕作放棄地でも栽培可能で、省力・低コストでの持続的な粗飼料生産が期待でき、矮性ネピアグラス(DL)の家畜嗜好性の高さ、収穫・家畜給与の簡便さが実証されていた。

3) 重金属汚染土壌の修復に果たすネピアグラスの役割：

九州管内ではカドミウム(Cd)などの重金属に汚染され、作物栽培の制約を受ける圃場が存在する。西南暖地のCd汚染水田転換畑における環境修復(ファイトレメディエーション)に適する多年生牧草としてのネピアグラスの役割が期待されていた。

4) 口蹄疫家畜埋却地の植生管理としてのネピアグラスの役割：

2010年に宮崎県で発生した口蹄疫により、本県では約28万8千頭余(牛約6万8千頭、豚約22万頭)の偶蹄類の家畜が殺処分された(宮崎県口蹄疫対策検証委員会2011)。口蹄疫は、偶蹄類の伝染病の中でも感染力が強く、家畜伝染病予防法に基づく殺処分・埋却処理と埋却地の3年間発掘禁止の措置が採られ、本県の埋却地は約100haに及んでいた。そこでは作物生産ができず、不整地であるため機械作業による雑草防除も困難で、さらに埋却された家畜の土壌中での腐敗あるいは土壌微生物等による分解に伴い、大量の無機塩類が生じ、周辺環境に流亡することによる土壌汚染も懸念されていた。

2. 研究の目的

1) 矮性ネピアグラス(DL)栽培の宮崎県児湯郡および九州地域への普及：

宮崎県庁、宮崎大学、関連市町村、業界団体等が参画して、宮崎県畜産新生プロジェクトが平成24年6月から組織され、研究代表者は生産コスト低減ワーキングチームに所属し、中山間地域の果樹園・桑園跡の耕作放棄地におけるDLの適応性を平成24年8月以降検討中であった。この成果を平成25年度に、宮崎県内の各地で検討を続けた。さらに、DLのより効率的な栄養繁殖方法の開発と栄養苗の機械移植技術の開発を検討した。

2) 重金属汚染土壌の修復に果たすネピアグラスの機能の解明：

ネピアグラス普通品種を対象に、Cd汚染土壌における浄化効率の検討、刈取り回数増加がCd浄化効率に及ぼす影響、および浄化効率に果たす植物体諸器官の役割を検討した。

3) 口蹄疫家畜埋却地の植生管理としてのネピアグラス栽培の適応性：

宮崎県立高鍋農高の家畜埋却地の植生管理としてのネピアグラス栽培および土壌分析を平成25年度も継続し、3か年間の持続性を実証するとともに、研究成果を速やかに公表すること、平成26年度以降には、発掘禁止措置が解除された児湯郡地域の他の埋却地にも、DL栽培を普及することを目指した。

3. 研究の方法

2. 研究の目的に示した本研究における主要な研究目的は、以下の3点であった。

1) 矮性ネピアグラス(DL)栽培の宮崎県児湯郡および九州地域への普及、

2) 重金属汚染土壌の修復に果たすネピアグラスの機能の解明、

3) 口蹄疫家畜埋却地の植生管理としてのネピアグラス栽培の適応性。

これらを達成するために、

課題1) 宮崎県高岡町に平成24年度に移植・造成したDL草地の越冬性、生産性、持続性を調査する。その結果を受け、他の宮崎県内あるいは九州地域への普及を継続して実施する。さらに、DLのより効率的な栄養繁殖方法の開発と栄養苗の機械移植技術の開発を検討する。

平成26年度以降では、宮崎県中山間地域に位置する高千穂町の傾斜野草地におけるネピアグラスの適応性を検討する。

課題2) ネピアグラス普通品種のCdの吸収効率に及ぼす刈取り頻度の影響および植物体諸器官の影響を検討する。

課題3) 宮崎県立高鍋農高の口蹄疫家畜埋却地に、平成23年度に移植・造成したネピアグラスの越冬性、生産性、持続性を、造成3年目の平成25年度も継続・調査することとした。

4. 研究成果

課題 1) 矮性ネピアグラスの九州・沖縄地域への普及:

矮性ネピアグラスの機械移植による草地造成法を確立した (Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, 2016)。また, 矮性ネピアグラス草地の乳用牛による放牧利用の検討 (American Journal of Applied Sciences, 2016), 矮性ネピアグラス草地に秋季にイタリアンライグラスを追播した2毛作体系におけるバイオガスプラント消化液 (以下, 消化液) の施用効果 (American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 2016), それらに対する消化液施用の後作用の検討 (Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 2016), 消化液施用による矮性ネピアグラスの成長と土壌化学性の検討を行った (Journal of Agronomy, 2014)。次いで, 本草種の当該地域への普及として, 耕作放棄水田転換畑, 耕作放棄果樹園跡地に矮性ネピアグラスを移植し, 黒毛和種繁殖牛による放牧利用を検討した (日本草地学会誌, 2015; 学会発表, 日本暖地畜産学会, 2015; 学会発表, 日本草地学会, 2014)。特に, DL草地造成直後の雑草防除の必要性が明らかとなった (Journal of Life Sciences, 2014)。宮崎県立高千穂高校宮尾野農場の傾斜野草地に, 矮性ネピアグラスと普通種ネピアグラスを移植し, 採草利用を検討した (学会発表, 日本草地学会, 2016; 2015)。その結果, 放牧利用では輪換放牧の重要性が浮き彫りになり, 一方, 標高 300 m 以上の中標高地野草地でも, 普通種ネピアグラスは越冬可能であることが示された。

課題 2) 重金属汚染土壌に対するネピアグラスの環境修復機能

ネピアグラスのファイトレメディエーション機能を明らかにするため, 本草種のカドミウム (Cd) の吸収能力を植物体の器官別に, 汚染土壌での栽培試験および重金属投与の水耕試験により実証した (Applied and Environmental Soil Sciences, 2015; Journal of Agricultural Science and Technology A, 2013)。

課題 3) 口蹄疫家畜埋却地の植生管理としてのネピアグラス栽培の適応性

口蹄疫被害の激しかった宮崎県児湯郡内で, 乳牛 32 頭, 肉用牛 22 頭, 豚 281 頭が埋却処理された宮崎県立高鍋農高との共同研究により, 埋却地の植生管理を 3 年検討した。その結果, 不整地で機械による管理が困難な埋却地でも, 植生管理に適するネピアグラスの特性が明らかとなった (Scientifica, 2016)。

以上のことから, 本地域の条件不利地域における飼料生産, 資源植物生産に, ネピアグラス栽培の活用が可能と推察された。

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 10 件)

1. Renny Fatmyah Utamy, Yasuyuki Ishii, Sachiko Idota, Lizah Khairani, Kiichi Fukuyama, Development of mechanical methods for cell-tray propagation and field transplanting of dwarf napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach.*). *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 査読有, 117: 11-19, 2016.
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hebis:34-2015112649437>
2. Yasuyuki Ishii, Yusuke Iki, Kouhei Inoue, Shuhei Nagata, Sachiko Idota, Masato Yokota, Aya Nishiwaki, Adaptability of napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach*) for weed control in site of animals buried after foot-and-mouth disease infection. *Scientifica*, 査読有, Volume 2016, ID6532160, 8 pages, 2016.
DOI: 10.1155/2016/6532160
3. Hadijah Hasyim, Yasuyuki Ishii, Ahmad Wadi, Ambo Ako Sunusi, Satoru Fukagawa, Sachiko Idota, Residual effects of compacted digested effluent on growth of dwarf Napier grass in warm regions of Japan. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 査読有, 4(1): 74-84, 2016.
DOI: 10.18006/2016.4(1).74.84
4. Hadijah Hasyim, Yasuyuki Ishii, Ahmad Wadi, Sachiko Idota, Quality herbage production of dwarf napiergrass with Italian ryegrass cropping under digested effluent application in Southern Kyushu, Japan. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 査読有, 11 (1): 35-44, 2016.
DOI: 10.3844/ajabssp.2016.35.44
5. Hadijah Hasyim, Ahmad Wadi, Yasuyuki Ishii, Sachiko Idota, Kiichi Fukuyama, Production and quality in dwarf Napier grass pasture fertilized by digested effluent of manure under two-years of dairy cow-grazing in warm regions of Japan. *American Journal of Applied Sciences*, 査読有, 13(5): 479-489, 2016.
DOI: 10.3844/ajassp.2016.479.489
6. Yasuyuki Ishii, Kotomi Hamano, Dong-Jin Kang, Sachiko Idota, Aya Nishiwaki, Cadmium phytoremediation potential of napiergrass cultivated in Kyushu, Japan. *Applied and Environmental Soil Sciences*, 査読有, Volume 2015, ID756270, 6 pages, 2015.
DOI: 10.1155/2015/756270

7. 石井康之・岩村康司・小畑 寿・立山松男・須崎哲也・有馬典男・黒木 寿・井戸田幸子, 生産コスト低減に向けての新規自給飼料生産の開発. 日本草地学会誌, 査読有, 61:27-30, 2015.

8. Hadijah Hasyim, Yasuyuki Ishii, Ahmad Wadi, Sachiko Idota, Effect of digested effluent of manure on soil nutrient content and production of dwarf napier grass in southern Kyushu, Japan. *Journal of Agronomy*, 査読有, 13 (1): 1-11, 2014.
DOI: 10.3923/ja.2014.1.11

9. Renny Fatmyah Utamy, Yasuyuki Ishii, Kouji Iwamura, Sachiko Idota, Effect of weed control on establishment and herbage production in dwarf napiergrass. *Journal of Life Sciences*, 査読有, 8(1): 46-50, 2014.

10. Yasuyuki Ishii, Kotomi hamano, Dong Jin Kang, Rengsirikul Kannika, Sachiko Idota, Kiichi Fukuyama, C₄-Napier grass cultivation for cadmium phytoremediation activity and organic livestock farming in Kyushu, Japan. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 査読有, 3: 321-330, 2013.

〔学会発表〕(計5件)

1. 吉岐侑祐・石井康之・一木 剛・甲斐 有・井戸田幸子, 南九州の中標高傾斜野草地における越冬再生後のネピアグラスの生育特性について, 石川県立大学(石川県石川郡野々市町)日本草地学会石川大会, 2016年03月31日。

2. 吉岐侑祐・石井康之・岩村康司・井戸田幸子・須崎哲也・有馬典男・永友延洋, 南九州の果樹園跡地における矮性ネピアグラスの放牧利用 東海大学農学部(熊本県阿蘇郡南阿蘇村), 日本暖地畜産学会熊本大会, 2015年10月25日。

3. 吉岐侑祐・石井康之・岩村康司・井戸田幸子・須崎哲也・有馬典男・永友延洋, 宮崎県中山間刈干野草地におけるネピアグラスの草量および飼料品質, 信州大学農学部(長野県南箕輪村), 日本草地学会信州大会, 2015年3月25日。

4. 吉岐侑祐・Hadijah Hasyim・田中陽介・Ahmad Wadi・井戸田幸子・石井康之, 矮性ネピアグラスの越冬貯蔵方法が栄養苗の萌芽率および増殖効率に及ぼす影響, 宮崎県宮崎市, 日本暖地畜産学会宮崎大会, 2014年10月24日。

5. 石井康之・岩村康司・小畑 寿・立山松男・須崎哲也・有馬典男・黒木 寿・井

戸田幸子, 生産コスト低減に向けての新規自給飼料生産の開発 宮崎県宮崎市, 日本草地学会宮崎大会, 2014年4月1日。

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石井 康之 (ISHII, Yasuyuki)
宮崎大学・農学部・教授
研究者番号: 50211032

(2) 研究分担者

井戸田 幸子 (IDOTA, Sachiko)
宮崎大学・農学部・准教授
研究者番号: 40325733

西脇 亜也 (NISHIWAKI, Aya)
宮崎大学・農学部・教授
研究者番号: 60228244

(3) 連携研究者

なし