

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：13601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24658017

研究課題名(和文)メッシュ被覆資材を利用したアレチウリのシードバンク消費促進技術

研究課題名(英文)Weed control and promoting the seedbank consumption of *Sicyos angulatus* using the ground cover mesh fabric sheets

研究代表者

渡邊 修 (WATANABE, Osamu)

信州大学・学術研究院農学系・准教授

研究者番号：30360449

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：アレチウリは飼料畑、河川敷、林縁、自然植生など国内で蔓延し、侵略的外来生物として指定されているが、発生が長期にわたるため、除草剤など一般的な防除方法では効果が少ない。本研究では、目開4000 $\mu$ mのメッシュ被覆資材を用いて、アレチウリの実生発生を抑制する試験を行った。メッシュ被覆資材はアレチウリの発生と生育を大幅に抑制し、かつ低コストであり、実生発生を抑えることに加え、シードバンクの消費につながることを期待される。減少数について一般化線形回帰モデルを構築したところ、 $N = \exp(3.52436 - 0.47625 \times x)$ のモデル式が得られた(Nはフィールドでの実生発生数、xは管理年数)。

研究成果の概要(英文)：*Sicyos angulatus* is a widespread distribution and alien weed which grows among forage crops fields, open habitat of liver side and natural vegetation in Japan. This weed is appointed in a specific invasive weed in Japan, but general control method is not effective because of a long term emergence traits. This study was conducted to examine the emergence control of *S. angulatus* to use the ground cover agricultural material which is made of 4000 $\mu$ m mesh fabric sheets. Seedling emergence and growth of *S. angulatus* was drastically decreased in covering treatment. This ground cover mesh sheets material has low cost application to control the large size seedling of *S. angulatus* and this covering method promotes the consumption of the seedbank. To estimate a ratio of decline of seedbank, GLM model of poisson regression was made follow equation.  $N = \exp(3.52436 - 0.47625 \times x)$ , where N is number of field emergence of *S. angulatus* and x is controlling years of application.

研究分野：雑草学

キーワード：外来植物の防除管理

## 1. 研究開始当初の背景

環境省が指定する特定外来生物の北米原産ウリ科雑草アレチウリ (*Sicyos angulatus* L.) は、1952年に静岡県清水港で初見され、その後日本各地の河川敷や飼料畑を中心に蔓延した。アレチウリは繁殖力が強く、大型群落を形成するため、競争排除による在来植生への影響に加え、農業生産性の低下、景観悪化、河川管理にも影響を与える。アレチウリの防除には決定的な方法がないのが現状であり、発生地域では有効な防除対策を打てないまま、一部地域では住民や自治体による手取り除草が行われている。

アレチウリの発生は地域によって異なり、4月から10月近くまで発生すると言われているが、発生生態やフェノロジーに関する研究例は少ない。アレチウリが多発する場所ではシードバンクから繰り返し個体が発生することから、ここでは挑戦的萌芽研究の課題として、通常では雑草防除で使われない市販のメッシュ被覆資材をアレチウリ発生エリアに設置して、アレチウリの実生が通過できないような環境を作り出し、実生発生や個体の生育を抑制するとともに、シードバンクの減少効果を明らかにする。

今回行った研究課題のポイントは、アレチウリの防除に特化した手法を検討すること、一般のマルチ資材などによる地面の被覆は雑草の発生を完全に抑えることを目的とするが、メッシュ資材は光や水を通し、その中ではアレチウリが発芽することから、シードバンクの消費が促進される可能性を持つことが特徴である。

## 2. 研究の目的

### (1)メッシュ被覆資材によるアレチウリ抑制効果

アレチウリは繰り返し同じ場所で発生し、大型の子葉を展開するため、安価で他草種への影響が小さいメッシュ被覆資材を使用し、アレチウリの大型の実生がメッシュを通過しにくい環境を作り出し、発生抑制効果を明らかにする。2011年に予備試験として目開き2000 $\mu$ m、4000 $\mu$ m、5000 $\mu$ m、9000 $\mu$ mのメッシュ資材の有効性を検討したところ、2000 $\mu$ mのメッシュはポット試験において発生を100%抑制し、他のメッシュサイズでは5~8割の抑制効果が見られた。一方、2000 $\mu$ mメッシュは資材のコストが¥10,000/m<sup>2</sup>を超え、現地に設置するのは現実的でない。そこで設置コストが¥400/m<sup>2</sup>程度の4000 $\mu$ mの資材を現地に設置し、アレチウリの発生抑制効果を明らかにする。また、被覆資材の設置は地上部の物理的な被覆に加え、他の植物も生育することから、資材内への光透過が大幅に抑制されることが期待されるため、本研究では資材内部における光量子束密度の減少割合と、資材内でのアレチウリの生育量を調査し、アレチウリの生育がどの程度抑制されるのかを明らかにする。

### (2)アレチウリの実生発生に関するフェノロジーと埋土種子減少効果

アレチウリは実生発生が長期間続くが、どの時期にどれくらいの数の実生が発生するのか、具体的データに乏しい。本研究では、メッシュ資材の被覆効果の調査に加え、隣接するエリアにコドラートを設置し、アレチウリ実生発生数をカウントし、実生発生のフェノロジーを明らかにする。また、発生調査後に個体を除去し、アレチウリの種子補充が生じない植生管理を行い、どれくらいの管理年数で発生数がどの程度減少するのかを明らかにするモデルを構築する。さらに実生発生数とシードバンクの関係を調べるため、土壌コアサンプルを採取し、埋土種子数のカウントを行う。

### (3)アレチウリの土壌中における種子寿命に関する調査

アレチウリ群落では多数の種子が生産され、その多くは重力散布によってリター内や土壌中にシードバンクを形成する。アレチウリは非浸水性の種皮による休眠性を持ち、シードバンクから個体の補充が行われるが、土壌中における種子寿命に関する知見はほとんどない。本研究では、埋土した種子を定期的に掘り出して、種子の生存数と死滅数の割合を調査し、種子寿命に関する基礎データを収集する。雑草の種子寿命調査は一般的に長期間の研究が必要であるが、大きな種子は小動物等による捕食やカビ等の病原菌の影響を受け死亡率が高くなる可能性があるため、挑戦的萌芽研究の課題として研究項目を設定する。

## 3. 研究の方法

### (1)メッシュ被覆資材によるアレチウリ抑制効果

調査対象とした信大農学部隣接するアカマツ林縁の約16m x 8m (約144m<sup>2</sup>)の空地では、2011年以前からアレチウリが多発し、特に植生管理が行われないまま放置されていた。

2012年にメッシュ被覆資材を利用したアレチウリ発生抑制試験を実施した。目開き

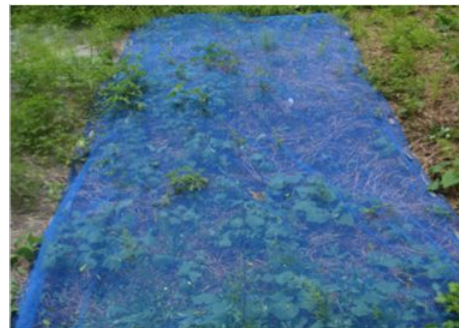


写真. アレチウリが多発する調査地に設置したメッシュ被覆資材。メッシュサイズは4000 $\mu$ m。市販の防風ネットで低コストである。

4000  $\mu\text{m}$  の安価な防風ネット(写真)をアレチウリ多発エリアに 1.7m $\times$ 4m の範囲でそれぞれ3プロット設置し、5月からメッシュを通過するアレチウリの個体数をカウントした。

メッシュ資材内の光環境を明らかにするため、平成25年8月から10月にかけて、3ライン光量子センサーとデータロガー(エスペック製)を設置し、被覆資材内外の光量子束密度を連続測定した。また、シートを設置して1ヶ月後に被覆資材の内部および隣接する対照区において、ランダムに選んだ5プロット(0.5m $\times$ 0.5m)からアレチウリの地上部個体からアレチウリの地上部を刈り取り、花序、葉、茎に分離してそれぞれ乾物重を測定した。

#### (2) アレチウリの実生発生に関するフェノロジーと埋土種子減少効果

予備試験として2011年に、調査地内に1 $\times$ 1m コドラートを8個設置し、毎月発生数をカウントし、計測後に実生を除去した。2012年は被覆資材設置試験を行ったため、発生調査は行わず、発生個体の除去管理のみを行い、2013年と2014年にコドラートを7個設置し、約10日おきに発生数をカウントした。調査は4月から10月の間に実施し、計測後の個体はすべて除去した。調査区では新規に種子が補充されないよう周辺に発生したアレチウリを除去管理した。

現地でのアレチウリの埋土種子数および分布の様子を明らかにするため、2013年4月に調査地の5 $\times$ 12mの範囲で、4 $\times$ 6か所の土壌コアサンプリングを行った。サンプルは直径6cmのコアで地上部から約5cmを抜き取り、サンプル土壌は温室で乾燥させた後、ふるいにかけて埋土種子数を数えた。

#### (3) アレチウリの土壌中における種子寿命に関する調査

実験に用いた種子は、2012年10月16日に信州大学農学部構内圃場の温室横で採取したものである(特定外来飼養許可:12000374)。アレチウリ種子100粒をアグリシートの袋に入れ、30袋用意した。これを、2013年5月23日、信州大学構内圃場温室横の地面に埋土した素焼きポットに入れ、雑草種子を含まない砂で埋土した。種子の入った袋を2カ月おきに掘り出し、取り出した種子は蒸留水で洗い、シャーレに敷いた紙の上で発芽試験を行った。1カ月間観察した後、発芽しなかった種子についてTTC(トリフェニルテトラゾリウム塩)法を行った。TTCは無色であるが、還元されることで赤色を示す。休眠状態でも生存している種子は呼吸しているため、呼吸系に関与している酵素を生産している。これによってTTCが還元されたとき、赤色を呈するので生存を確認することができる。アレチウリ種子を半分に切り、0.1% TTC水溶液に漬け、2時間後に赤く着

色したものを生存とした。TTCで着色しなかったもの、および掘りだした段階で腐っていたものは死亡とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) メッシュ被覆資材によるアレチウリ抑制効果

メッシュ被覆資材設置区でアレチウリの発生数を数えた結果、設置後約2ヶ月にメッシュを通過した個体数は1.7個体/m<sup>2</sup>であり、非設置区(対照区)では累積発生数が29.1個体/m<sup>2</sup>であった。約4000 $\mu\text{m}$ のメッシュ被覆資材によるアレチウリ実生発生の抑制効果はかなり高いものがあつたが、100%抑えるものではなく、一部メッシュを通過した個体が確認されたため、実際の現場では抜き取り作業が必要である。

平成25年9月にメッシュ被覆資材内に生育していたアレチウリの生育量を調査した結果、被覆資材内部では地上部乾物重が4.46dwg/m<sup>2</sup>、対照区(資材設置外)の個体の地上部乾物重は34.1dwg/m<sup>2</sup>であった(表)。被覆資材内部ではアレチウリの生育は著しく抑制され、開花した個体はごく一部であり、種子生産には至らなかった。

表. メッシュ被覆資材設置後の資材内外におけるアレチウリの生育量

	アレチウリの乾物重(dwg/m <sup>2</sup> )			地上部合計
	花	葉	茎	
被覆資材内	0.168 $\pm$ 0.16	3.53 $\pm$ 3.07	9.69 $\pm$ 9.31	4.46 $\pm$ 6.9
被覆資材外	3.44 $\pm$ 2.09	46.59 $\pm$ 22.3	52.2 $\pm$ 24.2	34.1 $\pm$ 28.9

メッシュ資材内部の光環境を明らかにするため、光量子ラインセンサーを平成25年8月上旬に設置し、メッシュ資材内外で15分ごとの連続測定を行った。ここで測定した数値は3ラインセンサーの平均値である(図1)。

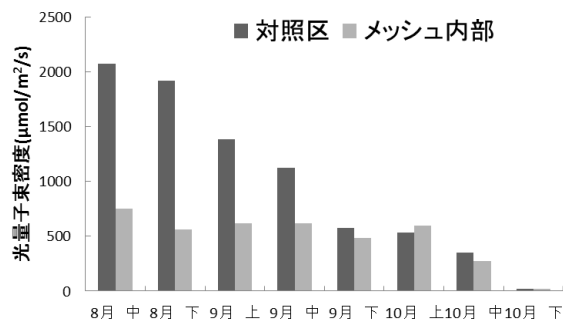


図1. メッシュ被覆資材内と対照区における光量子束密度の計測。

8月中下旬における対照区の光量子束密度は10日間積算値で約2000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、メッシュ内部では約600 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であり、地上部付近の光量子束密度は8月において約32%低下した。メッシュ内部の光量子束密度は9月以降も約600 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ で推移し、メッシュ被覆資材の設置は群落の物理的抑制に加えて、アレチウリの光合成も大きく阻害することが示された。資材設置外のアレチウリの群落では9月以降、多数の開花がみられ、多くの蜂類による花粉媒介が行われ種子が

結実する。今回設置した被覆資材内部では、個体の生育そのものが抑制されることに加え、開花や繁殖をほぼ完全に抑えることが示された。

## (2) アレチウリの実生発生に関するフェノロジーと埋土種子減少効果

コドラート内に発生したアレチウリの実生を毎月計測した結果、2013年5月から9月の間に発生が見られ、5月から7月にかけて多くの発生が見られた。2014年は6月から発生が見られたが、発生数は前年よりも大幅に減少した(図2)。発生が終わる時期は2013年と2014年とも9月下旬であり、アメダス観測点がある伊那市の最低気温が20以下になる時期以降は発生が見られなかった。

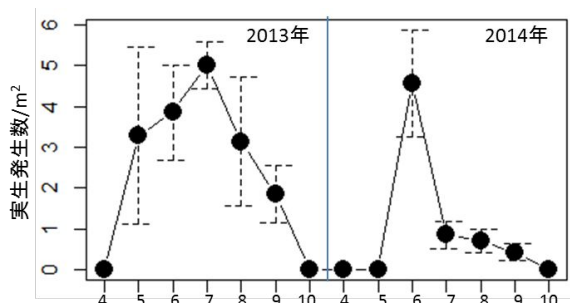


図2. アレチウリ実生発生のフェノロジー。1x1mコドラート7個の平均値。

2011年に予備調査として、除去管理前の累積発生数を計測し、図2で計測した2013年と2014年の累積発生数をプロットした結果、アレチウリ除去管理の複数年の継続の結果、実生発生数が管理年数とともに徐々に低下する傾向が見られた(図3)。

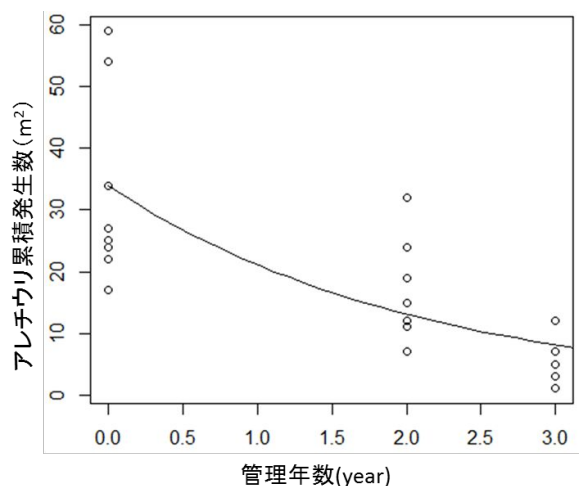


図3. アレチウリ除去管理年数と累積発生数の関係

このとき、アレチウリの管理年数(year)と累積発生数(N)関係を予測する一般化線形モデルを統計パッケージR3.12で構築したところ、ポアソン回帰モデルによって以下の関係式が得られた。

$$N = \exp(3.52436 - 0.47625 * \text{year})$$

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	3.52436	0.06004	58.70	<2e-16 ***
x	-0.47625	0.04151	-11.47	<2e-16 ***

Null deviance: 247.09 on 21 degrees of freedom  
Residual deviance: 101.15 on 20 degrees of freedom  
AIC: 202.76

ここで得られたモデル式から、管理を継続して実生発生数が1以下になる年数を推定すると、約7.4年となることが示された。

次に、調査地における土壌コアサンプルから検出されたアレチウリの種子数を計測した結果を図4に示した。今回使用したコアサンプラーの直径は直径6cmで、検出されたアレチウリの種子数は最大で3であり、予想よりも検出精度が低かった。一般的な雑草種子はコアサンプル内に数百の種子が検出されることがあるが、今回行った調査では、サンプラーのサイズがアレチウリの検出には適していないと考えられ、現地における埋土種子数の見積りは困難であった。アレチウリのような大型種子の埋土数を推定するには、サンプルサイズを大きくすることが必要であると考えられた。

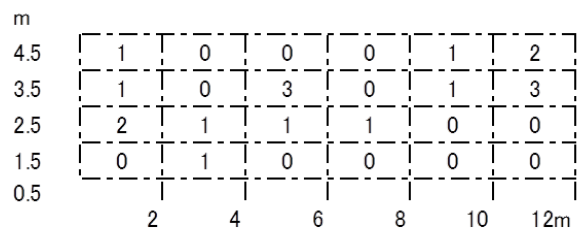


図4. 調査地における土壌コアサンプル内から検出されたアレチウリの種子数。

## 3) アレチウリの土壌中における種子寿命に関する調査

アレチウリの種子を2013年5月に埋土し、2ヶ月おきに掘り出して、生存率と死滅率の推移を図5に示した。この研究項目は現在も継続中であり、アレチウリの種子死滅率は、20ヶ月の埋土で約55%であった。埋土期間が長くなるにつれ、ほぼ直線的に死滅率が増加する傾向があり、アレチウリのシードバンクはある一定割合で減少する傾向が示され

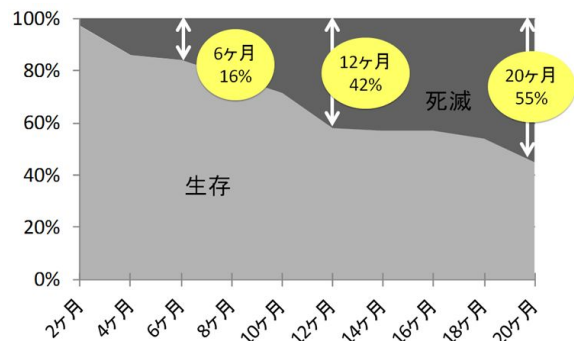


図5. アレチウリ種子の埋土期間に対する生存率と死滅率の推移。

た。この結果は、図3で示した実生発生数の減少とも関連する要因であると思われる、実生発生フェノロジー、管理による減少割合、種子死滅の要する期間に関する基礎的データが多く得られた。

## 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)

[学会発表](計3件)

1. 伊藤茜・渡邊修，アレチウリの発生と種子寿命に関する研究，日本雑草学会54回大会，2015年4月18日，秋田県立大学（秋田県）
2. 渡邊修・伊藤茜，アレチウリの出芽反応と被覆資材による抑制効果，日本雑草学会53回大会，2014年3月29日，法政大学小金井キャンパス（東京都）
3. 渡邊修・佐藤賢和・伊藤茜，メッシュ被覆資材によるアレチウリの発生抑制効果，日本雑草学会52回大会，2013年4月13日，京都大学（京都府）

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡邊修 (WATANABE, Osamu)

信州大学・学術研究院農学系・准教授

研究者番号：30360449