

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2009 ～ 2010  
 課題番号：21780017  
 研究課題名 (和文) 帰化雑草アレチオグルマの生産するアレロケミカルと日本適応能力  
 研究課題名 (英文) Allelochemicals produced by invasive plant, camphorweed and assessment of its adaptation in Japan  
 研究代表者 森本 正則 (MORIMOTO MASANORI)  
 近畿大学・農学部・准教授  
 研究者番号：10278731

研究成果の概要 (和文)：キク科アレチオグルマは、アメリカの空き地などに群生する一、二年生草本で樟脳様の香気を持ち、植食性昆虫からの食害が少ない。これは、植物表面の滲出成分が食害抵抗性に関係していると考え、その成分を調査した。日本での栽培試験を通じて、本種が日本に侵入した場合、日本の在来植生への影響を与えるかを考察したところ、日本においては、食害抵抗性がうまく機能しないため、それほど繁茂しないと考えられた。

研究成果の概要 (英文)：Camphorweed (*Heterotheca subaxillaris*, Asteraceae) is widely distributed in U.S., and this plant have a camphor-like odor without damage from phytophagous insect. The reason of defense system was investigated and a few sesquiterpenes showed insect antifeedant activity against a worm. Additionally, the pot test in Japan using collected in MS. U.S. was investigated that change of constituents with plant development. When this plant will invade in Japan, the spread of this will be limited, because the defense system can not be effective in Japanese habitat.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学 作物学・雑草学

キーワード：帰化雑草、化学生態学、セスキテルペン

#### 1. 研究開始当初の背景

近年の外来生物に対するリスクアセスメントは、環境中での生物間競争力に寄与するアレロパシーの有無を考慮するようになってきている。近年、ヨーロッパ原産のヤグルマギク属植物の北アメリカでの繁茂に

ついて、アレロケミカルや土壤環境の違いからその原因を研究した報告は、外来種研究に強いインパクトを与えた。しかし、既に日本帰化が報告されている本種についての、化学生態学的な研究は少ない。日本での蔓延を危惧する理由として、研究代表者

のアメリカ滞在中の野外観察結果から、その多くの個体が無傷であり、現地の生育環境中では、病害虫への高い抵抗性を獲得していると考えられるからである。特に鱗翅目幼虫からの食害は皆無であった。しかし、ヨコバイ類の様な吸汁性昆虫の加害は認められる。この現象には、鱗翅目幼虫の様な咀嚼性昆虫は、葉部表面の油的を回避して食害することは不可能であるが、口針を立てて吸汁する昆虫であれば、油滴を避けて加害できると考え、先に述べた植物表面の油滴が害虫抵抗性に関わっているのではないかと推察した。その原因物質としては、予備的な試験からセスキテルペンカルボン酸がアレロケミカルの候補ではないかと推察している。さらに本種の生育する周辺には、他種の植物の生育も少ないことから、何らかの植物生育抑制物質の放出も予想された。そこで、油滴の植物毒性を評価したところ植物生長阻害活性が認められ、その後、単子葉植物に高い植物毒性を示す化合物が、カラムネン型セスキテルペンカルボン酸とアルコールであることを明らかにした。

## 2. 研究の目的

本種の生産する二次代謝産物に関する研究は古く、多くのテルペン類を生産することが報告されている。興味深いことに、これらのテルペン類の生産量は、生育時の貧栄養土壌条件下で増加し、これに伴って鱗翅目幼虫からの食害が減少することが報告されている<sup>8)</sup>。本研究では、まずの生育環境下での化学防御機構、特に昆虫からの食害回避と周辺植物に対する発芽・生長抑制に関わる物質の特定を行う。その後、生物活性を示す化合物が季節的、生育ステージ、生育土壌などの環境要因の変化に伴う生産や蓄積量の変化を調査し、これらを統合して本種のアメリカ南部での繁茂について化学生態学的に解析する。さらに、活性化化合物の局在部位や表面での化合物変化を明らかにする。既に本種の植物抽出物は、葉表面の油滴成分と比較すると活性成分の一群であるセスキテルペンカルボン酸量が非常に少ないことが明らかとなっている。このことは、植物毒性を持つセスキテルペンカルボン酸は、植物自身に影響のない様な毒性の低い前駆体として植物体から排出された後に酸化されカルボン酸やアルコールとして活性化され表面に蓄積した可能性も考えられる。本研究では、このような植物の生存戦略の一端の明らかにするとともに、それらがアメリカ南部のみで優位に機能するものか、日本国内でも機能するものであるかを考察する。

## 3. 研究の方法

研究対象であるアレチオグルマは、国内帰化種として記録されており、九州での帰化が報告されている。一方、アメリカでは全土に広く分布しており、採集調査が容易であることから、ミシシッピ大学内アメリカ農務省(USDA)にて、成分分析用試料の調製ならびに滲出物の調製を行った。得られた試料の分析はGCMSを用い、滲出物からの成分の精製は、フラッシュ精製システムによる精製を行い、得られた化合物については、ハスモンヨトウ幼虫を用いた摂食阻害試験を実施し、食害抵抗性を評価した。また、採取した種子から発芽・育苗した植物について適時、同様にGCMS分析と表面観察を行うことで、物理的防御と化学的防御因子について考察した。さらに得られた昆虫摂食阻害物質の構造活性相関を実施するために誘導體化によって供試化合物の多様化を図った。

## 4. 研究成果

アレチオグルマの生産する植物生長阻害物質ならびに昆虫摂食阻害物質の単離・同定は、2009年8月にアメリカ合衆国ミシシッピ州で採集した植物から調製した抽出物からフラッシュ精製システムを用いた分画を行い、カラムネン型セスキテルペン類を得た。これらはハスモンヨトウ幼虫に対して摂食阻害活性を示し、本種の植食性昆虫に対する抵抗物質と考えられた。同時に成長段階の異なる植物の緒特性について、ミシシッピ州産と日本のガラス温室での栽培個体についてトリコム密度ならびに滲出物の量と質についてGCMSを用いた定量分析を行い比較した。その結果、植物の成長段階が進むにつれ、植食性昆虫からの物理的障壁となるトリコム密度は減少し、滲出物量が多くなることがわかった。その後、滲出物量は開花期に最大となりこの頃にはケトンやアルコールといった多様なセスキテルペンを含むようになることが判明した。このことから本種は、物理的防御から化学的防御へ変化する戦略をとることが伺える。この化学抵抗因子は生育土壌の貧栄養状態の時、その量が増加した。

このことから、多くの関連する代謝産物が花期に生産されることから、2010年は10月にアメリカミシシッピ州現地調査と抽出物調製を実施した。この抽出物は、今まで含有量が少なく分離困難であったセスキテルペンアルコール類やケトン体を多く含有していた。この抽出物から分離・精製またはカルボン酸からの還元反応によって調製したケトンのハスモンヨトウ幼虫に対する摂食阻害活性を実施したところ、ハスモンヨトウ幼虫に対して摂食阻害活性を示したセスキテルペンカルボン酸に対応するケトン体であるにも関わらず、ケトン体は供試昆虫に対して有意な摂食阻害活性を示さなかった。さら

に構造活性相関に関する知見を得るためにアルデヒド体の獲得と昆虫摂食阻害活性評価を試みたが、現在、生物検定に使用する十分な化合物量が確保できていない。

また、アレチオグルマの化学生態学的特性を明確にするために植物表面の油滴を取り去った植物の調製、アレチオグルマ抽出物を塗布した植物に病害虫抵抗性の付与などを、ポット試験または野外試験については、有機溶媒や界面活性剤による植物表面の油滴の除去が困難であったことから、代替実験を検討中である。ガラス温室での栽培試験中に、グンバイムシによる被害が多く確認されたことから、本種の滲出物の主成分であるカラメネン型セスキテルペンカルボン酸類は、鱗翅目昆虫に対しては、防御的に機能するが、ハムシ類には効果を示さないことが予想された。同様な現象は生育地でもハムシによる食害を確認している。近年、日本でのグンバイムシの繁茂が旺盛なことから、アレチオグルマの日本での生育にとっては、これが繁殖抑制要因の一つとして機能すると考えられた。

#### 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)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 2 件)

○増田昇義、森本正則、寺西雄大、駒井功一郎、帰化雑草アレチオグルマの種子発芽パターン、トリコーム密度、滲出物から見た生存戦略、第12回近畿雑草研究会、2009年12月5日(神戸)

○寺西雄大・森本正則・増田昇義・駒井功一郎、キク科草本アレチオグルマの生育ステージと養分状態の差異による滲出物由来テルペン類とトリコーム密度の変化、第53回香料・テルペンおよび精油に関する討論会、2009年11月7-9日(奈良)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

森本 正則 (MORIMOTO MASANORI)  
近畿大学・農学部・准教授

研究者番号：10278731