

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：21401

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K14954

研究課題名（和文）人身および農作物被害を防止するクマ侵入防止柵の忌避効果の検証

研究課題名（英文）Verification of the repellent effect of bear invasion prevention fences to prevent damage to humans and crops

研究代表者

野田 龍（Noda, Ryu）

秋田県立大学・木材高度加工研究所・准教授

研究者番号：00626955

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：ツキノワグマに対して忌避効果のあるクマ避け杭について、その忌避成分の特定と経時変化を評価したところ、辛み成分としてカプサイシンとジヒドロカプサイシンの2種類が存在することが分かった。また、木栓に染み込ませた忌避成分は、時間の経過とともに減少していき、一定期間経過後はほぼ一定になることが分かった。クマ避け杭を用いてクマ侵入防止柵を作成し、クマによる被害が確認されている果樹園に設置したところ、設置後はクマが現れることはなく、被害はゼロとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本では2004年に全国各地でクマの大量出没が大きな社会問題となって以降、クマの人里への出没が常態化している。それに伴い、全国で毎年100名以上の人が死亡もしくは負傷している。本対策方法は設置場所に制限なく、クマ被害への効果的な対策法の一つとして提供できるものである。また、忌避成分を特定したことで、その成分を人工精製することができれば、野生鳥獣類を寄せ付けたくないモノや構造物に付加・添加することも可能となり得るものである。

研究成果の概要（英文）：We evaluated bear-repellent stakes repellent to black bears by identifying their repellent components and assessing changes over time. The results showed two types of pungent components, capsaicin and dihydrocapsaicin, were present. It was also found that the repellent components soaked into the wooden stakes decreased over time and became almost constant after a certain period.

Bear-repellent stakes were used to create a bear-entry prevention fence, which was installed in an orchard where damage by bears had been observed. After installation, bears did not appear and there was no damage to fruit trees.

研究分野：森林土木学・木材工学

キーワード：ツキノワグマ トウガラシ 忌避 暴露試験 動物実験

## 1. 研究開始当初の背景

日本では 2004 年に全国各地でクマの大量出没が大きな社会問題となって以降、クマの人里への出没が常態化している。それに伴い、全国で毎年 100 名以上の人が死亡もしくは負傷している。また、スイカやモモ、トウモロコシ等の農作物は毎年被害を受けており、例えば、秋田県の年間農作物被害額は 2,000 万円を超える。国内のクマ生息数を調査した先行研究ではクマの生息域が急激に拡大していることが示され、クマ類の生態に関する国内外の先行研究により、クマは脂質等を効率的に摂取できるよう季節に応じて食物を変化させること、ペンキ・灯油等の有機溶剤に誘引されること、人里近くで行動する際、昼行性から夜行性に变化すること等が明らかとなっている。

一方、人の生活空間への侵入を防止する方法としてクマを誘引する物(放置果樹、廃棄農作物、生ごみ)の除去、藪の刈払い、電気柵の設置等が進められている。しかし、中山間地域の過疎化や高齢化により、放置果樹の除去や藪の刈払い等を着実にやることは困難になっている。また、電気柵は設置およびメンテナンスに費用が嵩むうえ、感電等の安全面に問題があるため、より安価で安全な対策法が求められている。さらに、積雪地域では冬期の積雪により電気柵の支柱が折損するため、毎年支柱の設置・撤去を行う必要があり、農家等にとって大きな負担となっている。

筆者らはクマによる人身被害、農作物被害を防止するための研究を進め、これまでにクマは唐辛子等の辛み成分を嫌がることを明らかにし、唐辛子粉末とエタノールを混合させた混合液を木の柱に染み込ませることで、クマを近づけない効果があることを突き止めた。この木柱を木杭に打ち込むことで、クマによる損傷被害を受けない標柱や看板の支柱として利用できるほか、木杭を一定間隔で建て込み、木柱を取り付けたロープまたは板を杭と連結することでクマ侵入防止柵にすることも可能である。また、木柱を取り替えることで効果の持続性を期待することができる。しかし、クマが混合液に含まれるどの成分を忌避しているのか、クマが忌避する成分含有量の閾値はどの程度なのか、実現場に設置したときの忌避効果の持続期間についてはまだ分かっていない。また、新型コロナウイルスの感染対策としてエタノールを含むアルコール類の需要が世界的に急増しており、入手困難な状況となっている。この状況はしばらく続くと考えられることから、エタノールに代わる代替案を見出す必要がある。

本研究では、クマとの共存を図りつつ、人の生活空間とクマの生息域に境界線を設けるために有効なクマ侵入防止柵に必要な条件は何か?を研究課題の核心をなす学術的「問い」と設定し、以下の研究を実施する。

## 2. 研究の目的

本研究では、混合液に含まれる忌避成分の特定とその含有量を明らかにするとともに、エタノールの代替法を開発する。この代替法を用いて、実現場での有効性を検証するとともに、混合液を含浸させた木柱内の成分含有量の経時変化を特定し、クマによる人身被害、農作物被害を防止する方法を提示することを目的とする。

## 3. 研究の方法

### 3.1 忌避成分の特定と時間的変化の検証

忌避には、嫌な匂いとして離れたところから感じるものと、接近したり触れた時に嫌な味もしくは皮膚刺激性として感じるものの 2 種類に大別できる。そこで、匂い成分については混合液を浸漬させた木柱から有機溶媒で成分を抽出し、その抽出液をガスクロマトグラフィー/質量分析法 (GC/MS) で分析した。GC/MS は気化させた成分を分析する手法で、各成分がどのくらい含まれるかを特定することができる。一方、唐辛子粉末に含まれ、刺激性を持つカプサイシンは気体になりにくい性質があるため、GC/MS だけではすべての忌避成分を特定することは難しい。そこで、液体クロマトグラフィー (HPLC) による分析を組み合わせることで、クマの味覚ないしは痛覚に影響を及ぼす忌避成分の特定を進める。また、木柱の忌避効果は時間とともに弱くなることが想定される。

そこで、木材高度加工研究所の敷地内にクマ侵入防止柵を設置し(図 1) 残存する忌避成分量の時間変化を上述の GC/MS と HPLC を用いて測定した。木柱の回収は 1、2、3 週間後、さらに 1、2、3、9 ヶ月後に行い、杭および柵に取り付けた木柱を 1 度の回収につき、それぞれ 3 体回収し、木柱に残存するカプサイシン量を定量した。

### 3.2 飼育クマを対象とした忌避効果の検証

クマが忌避する成分含有量を評価するため、飼育クマ(オス・メス各 1 頭)を対象に、



図 1 クマ侵入防止柵

成分含有量を変化させた試験を行う(図2)。具体的には、クマ厩舎内に試験体(直径20cm、高さ約15cmの円盤状木材)を2つ入れる。2試験体のうち、一方は何も処理していない材を、他方にはクマが嗜好する保存処理を施したうえで、忌避成分を付加させる。両試験体にはクマが普段食している餌(ペレット)を側面に開けた穴に入れておき、両試験体に対するクマの挙動を厩舎外からの動画撮影により観察、行動確認を行うことで、クマへの忌避効果の特定を進める。

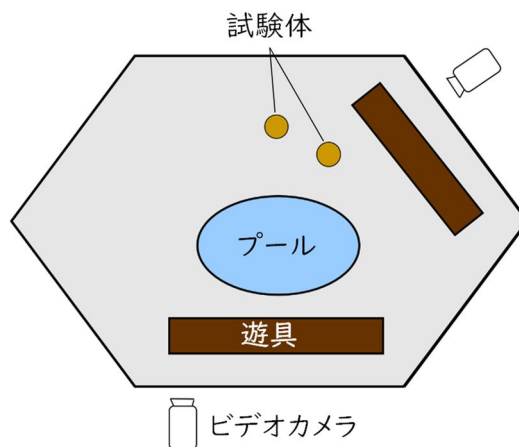


図2 飼育クマの試験状況

### 3.3 野生クマを対象としたクマ侵入防止柵の効果検証

クマへの忌避効果のある成分を含浸させた木栓を用いてクマ避け杭を作成し、現地にクマ侵入防止柵を設置して野生クマへの忌避効果の検証を行う。

混合液を含浸させた木栓を用いた、クマ侵入防止柵を果樹園(主にリンゴ)に設置した(図2)。当該果樹園付近では例年、クマの目撃情報や痕跡が見つかる地域で、2020年に初めて果樹の被害が確認された。そこで2021年、リンゴ収穫前の8月上旬から収穫後の11月下旬にかけてクマ侵入防止柵を設置し、センサーカメラでクマの行動観察を行った。侵入防止柵の設置位

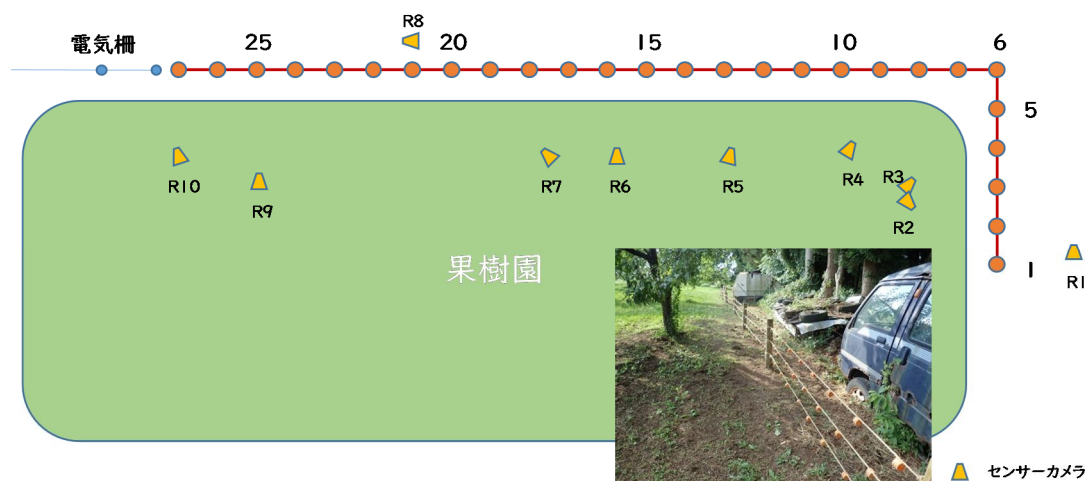


図3 忌避分量の時間的変化

置およびセンサーカメラの取り付け位置を図3に示す。

## 4. 研究成果

### 4.1 忌避成分の特定と時間的変化の検証

忌避成分を特定するため、混合液を染み込ませた木栓をエタノールで抽出し、含まれる成分をGC/MSで分析した。その結果、カプサイシンとジヒドロカプサイシンの2成分が検出された。カプサイシンは酸化しにくい性質があり、GC/MSだけでなく、液体クロマトグラフィー(HPLC)での分析も検討したが、GC/MSの注入口の温度条件を検討することで容易にGC/MSで分析できることがわかったため、以降の実験にはGC/MSを用いることにした。

野外に設置したクマ侵入防止柵から回収した木栓について、上記と同様、GC/MSを用いて木栓に残存するカプサイシン量を定量した。その結果、図4に示すように、杭に埋め込んだ木栓のカプサイシン量は約270日

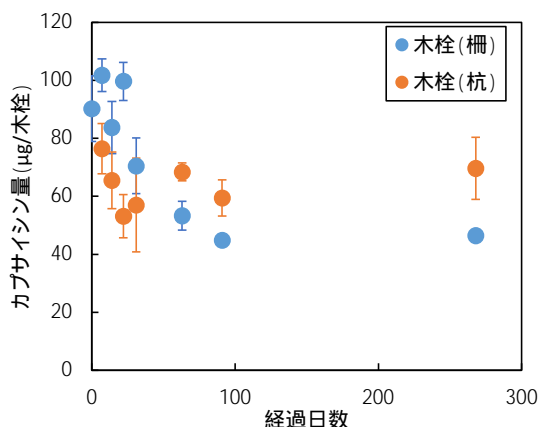


図4 忌避分量の時間的変化

経過後も設置当初とほぼ変わらないことが分かった。一方、柵に取り付けた木柱のカプサイシン量は設置後 60 日を経過すると設置当初よりも有意に減少することが分かった。

#### 4.2 飼育クマを対象とした忌避効果の検証

試験は朝の放場（午前 9 時前）から 2 時間を目安に行った。撮影動画より、1 分ごとにクマが取った行動を記録することとし、動画の区分は 試験体の匂いをかぐ、 試験体を引っ掻く、 試験体に身体を擦り付ける、 試験体をかじる、 餌の採食・試験体の抱え込み、 常同行動、 睡眠・休息の 7 区分とした。

図 5 にはじめて油性塗料が塗布された試験体を置いた時のオスクマの行動結果を示す。未処理試験体に対しては試験開始後、試験体側面に入れておいた餌を食べるために近づいたものの、それ以降、試験体に近づくことはなかった。一方、油性塗料を塗布した試験体に対しては試験開始直後から身体を擦り付ける、試験体をかじるといった行動が確認された。その後、一旦試験体への興味がなくなるものの、試験開始 65 分後ころより再度試験体に身体を擦り付ける、かじるといった行動が確認された。複数回の同一実験およびメスクマでも同様の行動が確認された。

試験体に対する行動を、試験体に接触あるいは試験体のそばに居座る「滞在時間」と離れた場所から試験体に近づいてくる「訪問回数」として整理した結果を図 6（左）に示す。未処理の場合、試験体に近づいてくることはあっても、傍に長く居座ることはほとんどなく、すべての試験において多くても時間当たり 100 秒程度であった。一方、油性塗料は未処理に比べて明らかに滞在時間が長く、油性塗料に誘引されていることが分かった。使用した油性塗料は木材保存剤として全国で広く使用されているものであるため、このような塗料を施した構造物へクマが誘引される可能性が高いことが示唆された。

一方で、図 6（右）に示すように、油性塗料の上からトウガラシ成分を付加させると未処理の場合と同程度の滞在時間・訪問回数となることが分かった。実際、トウガラシ成分を付加させた試験体に対して、かじるといった損傷行動はほとんど見られず、トウガラシ成分を付加することで、損傷行動を抑え、油性塗料による誘引を緩和する効果が示唆された。

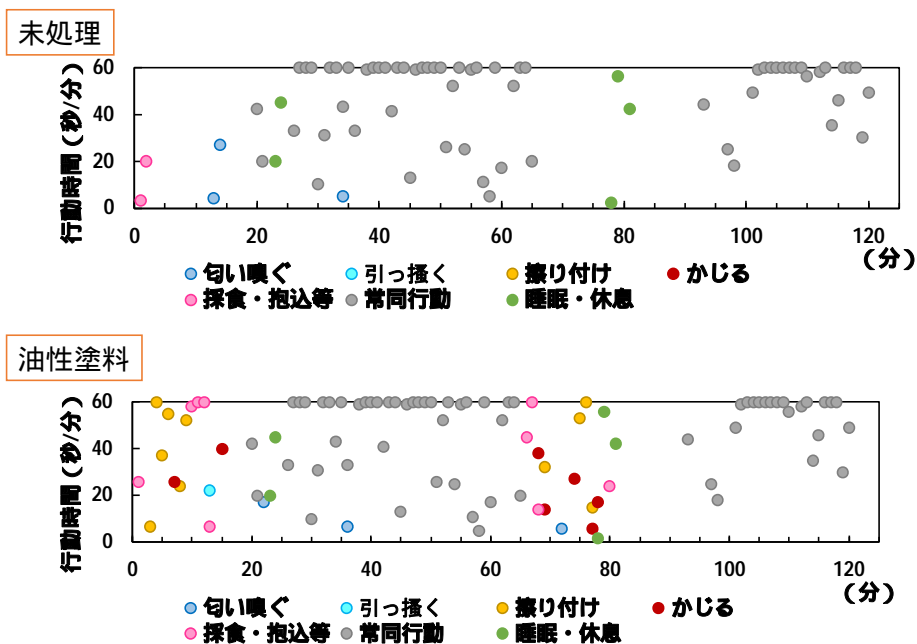


図 5 オスクマの行動結果

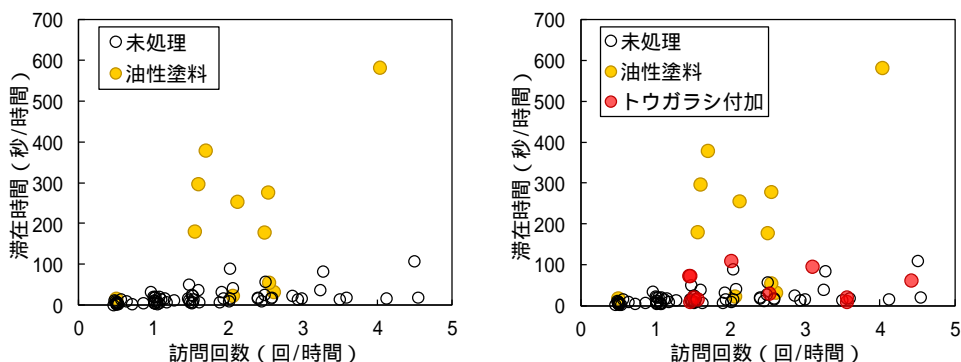


図 6 試験体への滞在時間と訪問回数の関係（オス）

#### 4.3 野生クマを対象としたクマ侵入防止柵の効果検証

8月上旬から11月下旬にかけて設置したクマ侵入防止柵に対して、8月に1度、柵を設置していない箇所から園内に侵入したことが確認されたが、それ以外は園内への侵入は確認できず、果樹の食害も発生しなかった。過去に行った同様の実証試験でも同様の結果が得られており、このクマ侵入防止柵を設置することでクマが警戒し、近づいてこない効果があることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

|  |                   |
|--|-------------------|
| 1. 著者名<br>野田龍                          | 4. 巻<br>232       |
| 2. 論文標題<br>ツキノワグマによる被害を抑えるために          | 5. 発行年<br>2023年   |
| 3. 雑誌名<br>みどりの東北                       | 6. 最初と最後の頁<br>8-8 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし          | 査読の有無<br>無        |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著<br>-         |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>野田龍                          | 4. 巻<br>72          |
| 2. 論文標題<br>木を用いてツキノワグマによる被害を軽減する       | 5. 発行年<br>2021年     |
| 3. 雑誌名<br>北方林業                         | 6. 最初と最後の頁<br>13-16 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし          | 査読の有無<br>無          |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著<br>-           |

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>野田龍，熊谷誠喜                          |
| 2. 発表標題<br>ツキノワグマにより損傷を受ける保存処理木材への被害防止に関する研究 |
| 3. 学会等名<br>哺乳類学会2023年度大会                     |
| 4. 発表年<br>2023年                              |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|