

# 秋田県海岸林における広葉樹植栽木への食害に 周囲の樹木の種類と密度が与える影響

秋田県立大学      ○寺田 涼音  
教授 星崎 和彦  
横浜国立大学 助教 坂田 ゆず

## 1 はじめに

植栽地では、様々な動物による植栽木への食害が問題になっています。特にニホンノウサギ (*Lepus brachyurus*) (以下、ノウサギ) による食害は、その食性が広いことから多くの樹種で発生しています[1][2]。また、ノウサギによる植栽木の被害は、植栽直後の幼齢木の先端が切断されることで、樹木の成長を大きく阻害します[3]。加えて、現在、森林面積の半分超が利用適期に差し掛かり、今後、各地で伐採後の新植栽地が増加することで、被害がさらに増加することが懸念されています[4][5]。

ノウサギのヒノキ食害では、ノウサギの餌となる下層植生の量と質が関係する報告[6]や、目的の植栽植物の食害のされやすさが周囲の植物の存在によって変化する現象(連合効果[7][8])が知られています。連合効果は、植食者が訪れるパッチを決めるパッチ間選択と、パッチに来てから食べる植物株を決めるパッチ内選択に分けて考えることができます。パッチ間選択では、植食者が周囲の植物を避けることで目的の植栽木が食べられにくくなる「連合抵抗性」と、周囲の植物に誘い寄せられて目的の植栽木も食べられやすくなる「連合感受性」とがあります。パッチ内選択では、植食者が周囲の植物に惹きつけられて目的の植栽木が食べられにくくなる「対比連合抵抗性」と、周囲の植物を避けることで目的の植物が食べられやすくなる「対比連合感受性」と、さらに周囲の植物の存在自体によって目的の植栽木が食べられにくくなる「希釈効果」とが挙げられます。これらのうち、連合抵抗性、対比連合抵抗性、希釈効果の少なくとも1つが起これば、周辺植物によってノウサギの植栽木食害が軽減できるかもしれません。そして、ノウサギの嗜好性を考慮して林床木の種類や量を管理することで、効率のよい被害対策が期待できます。

本研究では、植栽木の周りの植物に対するノウサギの嗜好性と植物の密度の2要因によって起こるノウサギの連合効果を明らかにすることを目的としました。

## 2 取組・研究方法

調査地は、秋田県立大学周辺マツ林としました(秋田市下新城野)。この場所では、松枯れ被害のため2023年10月に伐採、11月に植樹が行われています(図1)。調査地において、事前調査としてノウサギの食餌植物に対する嗜好性調査を行っており、ノウサギによる食痕があるシュート(樹種ごとに調査した結果、34種で食痕が見られ、ガマズミ、カスミザクラ、ナツハゼで食痕数が多いことが分かっています。また、自生している全植物体の食痕の有無を調べ、被食割合(食痕がある植物体数/全植物体数)を算出した結果、ガマ

## 様式 2

ズミとナツハゼで被食割合が高く、カシワ、サンショウでは食痕が見られず、コマユミでは被食割合が低いことが分かっています。これらの結果から、本研究では、カスミザクラ、ガマズミ、ナツハゼを嗜好性樹種、カシワ、サンショウ、コマユミを不嗜好性樹種としました。

主目的植栽木は海岸林に自生しており、亜高木以上になる樹種のカスミザクラとカシワを選定しました。周辺木は、嗜好性樹種のカマズミ・ナツハゼペア (Good) と、不嗜好性樹種のコマユミ・サンショウペア

(Bad) に設定しました。周辺木は主目的植栽木の半径 1m 以内に植栽し、主目的植栽木と周辺木を合わせたものをパッチとしました。周辺木の密度は、1 樹種 2 株ずつ植える高密度パッチ (High)、1 樹種 1 株ずつ植える低密度パッチ (Low)、周辺木を植えないコントロールパッチ (Control) としました。主目的植栽木と周辺木の嗜好性およびその密度の 3 項目について、それぞれの組み合わせを 5 パッチずつ、ランダムに植栽しました。これを 5 つの伐採区で行いました。

ノウサギで起こる連合効果を明らかにするため、主目的植栽木の食害量を調査しました。調査期間は、2023 年 11 月～2025 年 11 月の植栽後 2 年間としました。毎月、すべての伐採区でノウサギの食害量を調べるための主目的植栽木の測定とノウサギによる食害の有無を記録しました。主目的植栽木の測定内容は、個体ごとの最大茎丈と、カスミザクラは 20cm 以上、カシワは 10cm 以上の全シュート長を測定しました。また、伐採区 4 では、周辺木の食害量も調べるため、周辺木も主目的植栽木と同じ項目を測定しました。食害量は、食痕を確認した直前の月のシュート長から、食痕を確認した月のシュート長を引くことで算出しました。その際、食害後の成長量が食害量を上回り、食害量が負の値になった場合、食害量を 0 としました。なお、ノウサギの食痕は刃物で切ったような食痕であり、本調査地ではノウサギに似た食性を持つ動物種がほとんど生息しないことから、本研究で確認した食痕はすべてノウサギによるものといえます。ノウサギの各伐採区への訪問数は、ノウサギはパッチに来たら必ず食害したと仮定し、月ごとの食痕があったパッチ数としました。期間中に植栽個体が枯死した場合やほとんどが食害された場合は、健全な同種個体に植え替えました。ノウサギによる食害を受けた樹木のパッチの種類から、周辺木の違いによるノウサギの連合効果が見られるかを考察しました。

統計解析は、ソフトウェア R. 4. 4. 2 (R core Team 2024) を使用しました。食害月に対して、一般化線形混合モデル (GLMM) を構築し (lme4・car パッケージ)、応答変数を各月における食害の有無 (0/1)、説明変数を調査月、ランダム効果を伐採区としました。また、ノウサギのパッチへの訪問数に対して、一般化線形モデル (GLM) を構築し (lme4・car パッケージ)、応答変数をパッチごとの食痕の有無 (0/1)、説明変数をパッチの種類、主目的植栽木の樹種とその交互作用としました。そして、主目的植栽木がカスミザクラで食痕があったパッチに対して、firth ロジスティック回帰 (logistf パッケージ) によって、応答

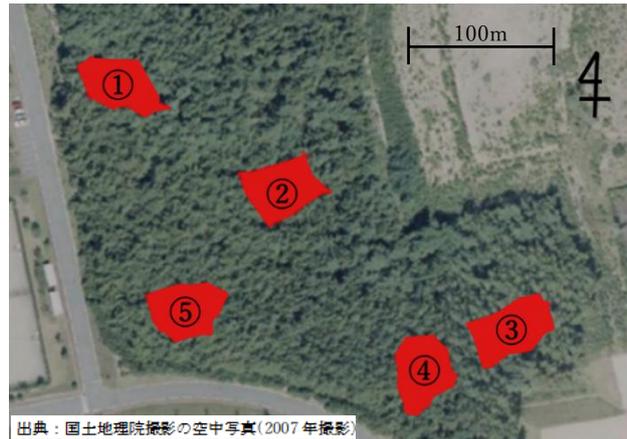


図 1 調査地

赤のエリアが伐採区を示し、中の数字が伐採区番号を示す

## 様式 2

変数を食痕があったパッチのカスミザクラの食痕の有無 (0/1)、説明変数をパッチの種類としました。それぞれ、尤度比検定によって説明変数の効果の有無を確認し、効果が有意であった場合、Tukey の多重比較検定によって食害月やパッチの種類の違いを検証しました。

### 3 結果

2年間の調査で、73個体に食痕が見られ、そのうちカシワ 2個体 (被害率: 1.6%)、カスミザクラ 12個体 (被害率: 9.6%) でそれぞれ食痕が見られました。調査年月別の食痕数では、年によらず4月に食痕が多い傾向が見られ (図 2)、GLMM の結果、ノウサギのパッチへの訪問数は月によって有意に異なっていました ( $p < 0.01$ ) が、多重比較の結果、月間で有意に異なる組み合わせは見いだせませんでした。

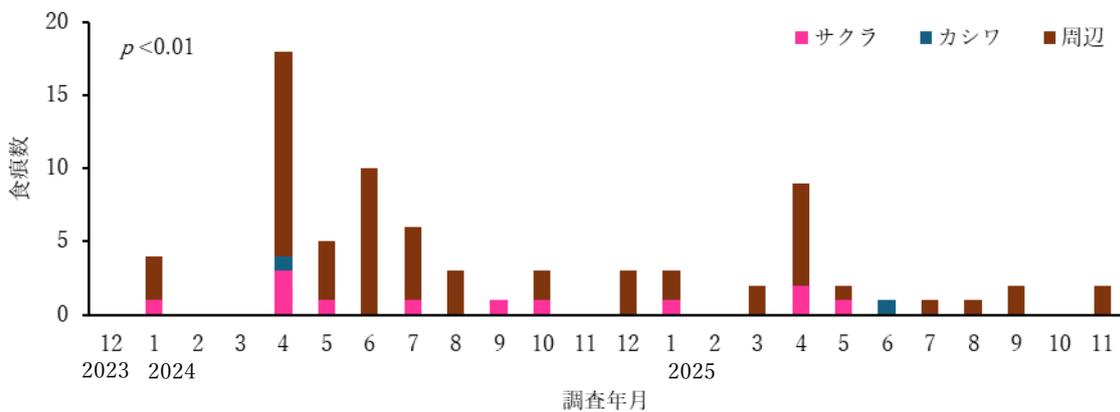


図 2 植栽木の年月別の食痕数

パッチ間選択について、ノウサギのパッチへの訪問数は、カスミザクラ×Bad×High パッチで食痕が多い傾向が見られました (図 3)。GLM の結果、ノウサギのパッチへの訪問数はパッチの種類によって有意に異なっていました ( $p < 0.05$ ) が、多重比較の結果、パッチ間で有意に異なる組み合わせは見いだせませんでした。

パッチ内選択については、主目的植栽木の樹種にかかわらず、周辺木密度の高いパッチで主目的植栽木の食害が少なくなるという希釈効果で当てはまるパターンは認められませんでした (図 4, 6)。主目的植栽木がカスミザクラの場合、周辺木の嗜好性にかかわらず、Control パッチよりも周辺木があるほうが食痕のあったパッチ数が少ない傾向でした (図 4a)。統計解析の結果、食痕があったパッチのカスミザクラの食痕の有無はパッチの種類によって有意に異なっていました ( $p = 0.004$ ) が、多重比較の結果、パッチ間で有意に異なる組み合わせは見いだせませんでした。

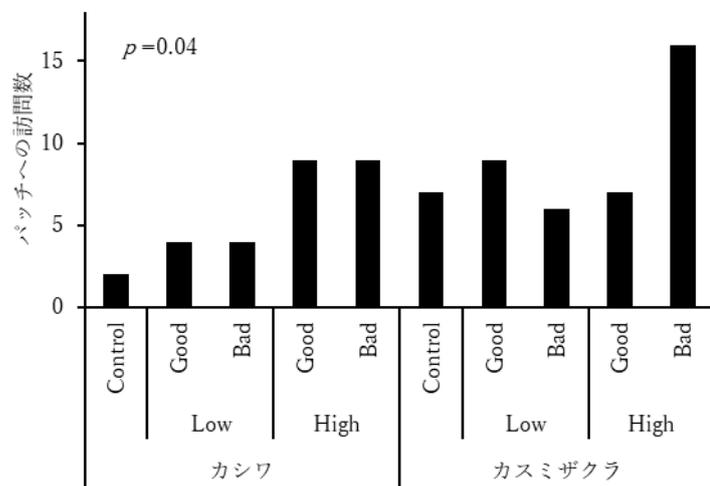


図 3 植栽木のパッチの種類別パッチへの訪問数 Control は周辺木のないパッチ、Low は周辺木が低密度のパッチ、High は周辺木が高密度のパッチ、Good は周辺木が嗜好性のパッチ、Bad は周辺木が不嗜好性のパッチ

う希釈効果で当てはまるパターンは認められませんでした (図 4, 6)。主目的植栽木がカスミザクラの場合、周辺木の嗜好性にかかわらず、Control パッチよりも周辺木があるほうが食痕のあったパッチ数が少ない傾向でした (図 4a)。統計解析の結果、食痕があったパッチのカスミザクラの食痕の有無はパッチの種類によって有意に異なっていました ( $p = 0.004$ ) が、多重比較の結果、パッチ間で有意に異なる組み合わせは見いだせませんでした。

## 様式2

た。また、周辺木の嗜好性の強さにかかわらず、周辺木も頻繁に食べられていました。食害量は、周囲が不嗜好性の場合には主目的植栽木も多く食害されていましたが、周囲が嗜好性の場合には、主目的植栽木はほとんど食べられませんでした（図4b）。伐採区4における周辺木の食害量を含めた評価の結果、カスミザクラの食痕数は、Controlパッチのほうが周辺木があるときよりも食痕数が多い傾向が見られました（図5）。食害量は、周辺木が嗜好性のあるとき、高密度パッチで周辺木が多く食べられており、主目的植栽木の食害量はごくわずかでした。一方、主目的植栽木がカシワの場合、主目的植栽木は周辺木がないControlパッチのみで食痕が見られました（図6）。また、周辺木の食痕のあるパッチ数は、周辺木の嗜好性にかかわらず同じ周辺木密度同士で全く同等（Low：4パッチ、High：9パッチ）でした。

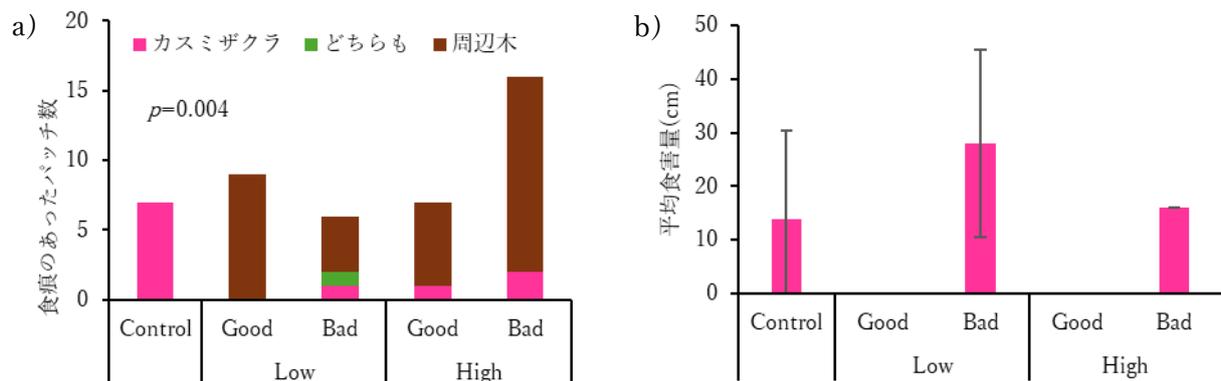


図4 カスミザクラを主目的植栽木とした食痕のあったパッチの食痕数と食害量

a) 食べられた植栽木の種類の食痕のあったパッチ数

b) カスミザクラの平均食害量 (エラーバーは標準偏差を示す)

Controlは周辺木のないパッチ、Lowは周辺木が低密度のパッチ、Highは周辺木が高密度のパッチ、Goodは周辺木が嗜好性のあるパッチ、Badは周辺木が不嗜好性のあるパッチ

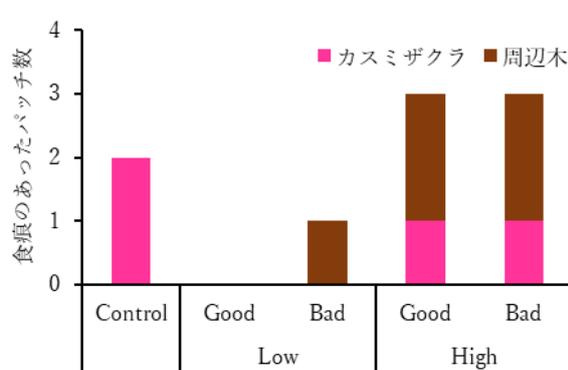


図5 カスミザクラを主目的植栽木とした周辺木を含む食痕のあったパッチ数 (伐採区4)

Controlは周辺木のないパッチ、Lowは周辺木が低密度のパッチ、Highは周辺木が高密度のパッチ、Goodは周辺木が嗜好性のあるパッチ、Badは周辺木が不嗜好性のあるパッチ

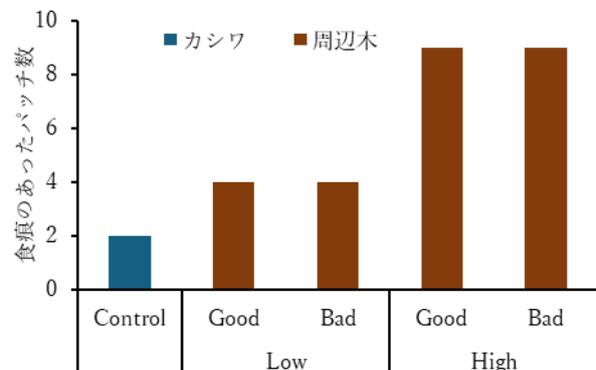


図6 カシワを主目的植栽木とした食痕のあったパッチ数

Controlは周辺木のないパッチ、Lowは周辺木が低密度のパッチ、Highは周辺木が高密度のパッチ、Goodは周辺木が嗜好性のあるパッチ、Badは周辺木が不嗜好性のあるパッチ

## 4 考察・結論

本調査では、調査年を問わず4月に食害が多い傾向が見られました（図2）。これは、調査日の4月上旬は本調査地では落葉樹種にとって展葉前であり、展葉前のシュートは質の高い状態となるため[9]、ノウサギの嗜好性が高まっている可能性があります。また、4月

## 様式2

上旬はまだ草本が芽吹く前の時期でもあり、雪解けによって現れたシュートを選んで摂食していることも考えられます。このことから、植栽が行われる際には展葉や雪解けの季節に、食害対策を集中的に行う必要があると考えられます。

ノウサギの訪問数は、パッチの種類によって異なっており、カスミザクラ×Bad×Highパッチで特に訪問数が多い傾向でした(図3)。ここで、不嗜好性のパッチでノウサギの訪問数が多かったことから、ノウサギが不嗜好性のパッチを避ける効果(連合抵抗性)は起こらなかったと考えられます。

パッチ内選択の希釈効果については、周辺木密度の高いパッチで主目的植栽木の食害が少なくなるパターンは認められなかった(図4,6)ことから、本研究では希釈効果は起こっていないと考えられます。対比連合抵抗性については、カスミザクラが主目的植栽木るとき、周辺木の嗜好性を問わず、Controlパッチよりも周辺木があるパッチのほうが主目的植栽木の食痕数が少ない傾向でした。一方で、周辺木では食痕が多く見られました。また、食害量も、嗜好性周辺木があるパッチでは主目的植栽木の食害量がごくわずかでした。したがって、周辺木に惹きつけられて周辺木が食害され、主目的植栽木が食べられにくくなる効果(対比連合抵抗性)が観察されたと考えられます。

周辺木の食害量を含めた調査では、主目的植栽木の食痕数が少なかったため、断定的なことは言えない結果となりました。周辺木が嗜好性の場合、食痕があったパッチ数及び食害量は、Controlパッチよりも周辺木があるパッチのほうが主目的植栽木の食害が少ない傾向でした(図5)。これは、嗜好性の周辺木があることで主目的植栽木が食べられにくくなる効果(対比連合抵抗性)と矛盾のない結果といえます。

カシワが主目的植栽木の場合は、Controlパッチのみで食痕が見られ、周辺木があるパッチでは食痕が見られませんでした(図6)。これも、対比連合抵抗性が起こったと考えて矛盾しません。カシワは不嗜好性樹種であることから、嗜好性が低い樹種では周辺に植物があれば、食害を回避できるかもしれません。

これらの結果をまとめて、カスミザクラとカシワを主目的植栽木としたとき、対比連合抵抗性のみが観察されたと考えられます。この効果は、周りに嗜好性の植物があることで目的の植物が食べられにくくなる効果であるので、植栽木の食害を減らす効果として取り入れることができるかもしれません。

一方で、主目的植栽木がカスミザクラの場合、不嗜好性パッチにおいても食痕があるパッチ数が多かった(図4)ことに加え、カシワの場合では、食痕のあったパッチ数は同じ周辺木密度間では、周辺木の嗜好性にかかわらず同程度でした(図6)。このことから、本実験で使用した周辺植物は、大きく嗜好性が異ならなかったのかもしれません。また、本研究で周辺木に選定したサンショウは、食痕調査により冬季とそれ以外の季節で食痕数が異なり、嗜好性が季節で異なる傾向が見られました。このことから、ノウサギの連合効果を見るためには、年間を通したノウサギの嗜好性を評価する必要があります。

加えて本調査地では、ノウサギの食痕数は多くありませんでした。先行研究の造林地で行われた調査では、4年間の調査で4樹種20~55%の個体で被害が見られました[10]。本調査地ではノウサギの糞も確認されなかったことから、ノウサギの個体数は少なく、食害が少なかったと考えられます。そのため、より個体数の多い場所で調査を行うことで、詳細なノウサギにおける連合効果を明らかにすることができるでしょう。

## 様式2

また、本研究では主目的植栽木をカスミザクラとカシワに絞って実験を行いました。実際の植栽地においては、針葉樹も含め他の様々な樹種を“守るべき植栽木”とするため、他の樹種を主目的植栽木とした場合に起こる連合効果についても明らかにする必要があります。

### 5 参考文献等

- [1]横井秀一, 水谷嘉宏, 横谷祐治, 山口清 (1999) 多雪地域に植栽された広葉樹 8 種が植栽後 7 年間に受けた諸被害. 岐阜県森林科学研究所研究報告, 28: 1-8
- [2]中嶋敏祐 (1999) 広葉樹造林地における獣害とその防除方法. 青森県林業試験場報告, 49: 1-7
- [3]林野庁 (2024) 野生鳥獣による森林被害.  
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/tyouju.html>, 2025 年 12 月 24 日確認
- [4]山田文雄 (2020) わが国のノウサギ 2 種の生態的特徴と被害およびその対策と管理. 樹木医学研究, 24: 176-182
- [5]渡邊由一, 中村光太郎 (2020) 獣害防護柵と忌避剤を用いたノウサギ被害防止の取組みについて. 林野庁, 東京
- [6]山田文雄 (2017) ウサギ学 隠れることと逃げることの生物学. 東京大学出版会, 東京
- [7]Agrawal AA, Lau JA, Hambäck PA (2006) Community heterogeneity and the evolution of interactions between plants and insect herbivores. *The Quarterly Review of Biology*, 81: 349-376
- [8]坂田ゆず, 佐藤安弘 (2024) 連合効果: 周囲の植物も巻き込む植物の防御. (種生物学会 編) 植物たちの護身術 被食防御の生態学, 83-88. 文一総合出版, 東京
- [9]小池伸介, 佐藤淳, 佐々木基樹, 江成広斗 (2022) 哺乳類学. 東京大学出版会, 東京
- [10]中嶋敏祐 (1999) 広葉樹造林地における獣害とその防除方法. 青森県林業試験場報告, 49: 1-7