

針広混交林の造成技術に関する研究（II）

—混交植栽したケヤキ・スギ苗のニホンノウサギによる摂食被害—

谷口 真吾

Shingo TANIGUCHI

Studies on silvicultural techniques for establishment of mixed forest (II)

-Clipping damage of Keyaki (*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino) seedlings attacked by Japanese hare (*Lepus brachyurus*) in a mixed-stand of Sugi (*Cryptomeria japonica* D.Don) and keyaki.-

要旨：谷口真吾：針広混交林の造成技術に関する研究（II）—混交植栽したケヤキ・スギ苗のニホンノウサギによる摂食被害— 兵庫森林技研報45号：5～11、1998 ケヤキ・スギの混交植栽から3カ月後にニホンノウサギ (*Lepus brachyurus*) の摂食被害を受けた。ニホンノウサギによる摂食被害率は、スギは7%と軽微であったが、ケヤキが97%と高かった。本試験地のような環境条件下にケヤキとスギを混交植栽すると、ケヤキのみがニホンノウサギによって壊滅的な摂食被害を受けることが認められた。今後、広葉樹の植栽に当たっては、ニホンノウサギによる摂食被害が重大な成林阻害要因になると考えられるので、その防除対策を検討するため詳細な被害調査を行った。その結果、ケヤキ、スギに対するニホンノウサギの加害形態は、90%以上が主軸切断と幹剥皮の複合型被害であった。ケヤキはその他に主軸切断型6%，側枝切断型3%の被害を受けた。しかし、スギは主軸切断型および側枝切断型の被害を受けた個体はなかった。切断型被害はいずれも地上からかなり高い部位を摂食されているので、被害は積雪期に雪上に出た部分を摂食されたものと推定される。一方、剥皮型被害は地上部から低い位置を摂食されているため、融雪期の剥皮であり、主軸切断型+剥皮の摂食被害は、積雪期に雪上に出た部分を切断され、加えて融雪期に地上部付近を剥皮されたものと推察される。摂食被害を受けてから4カ月経過時点では、主軸切断型、側枝切断型、主軸切断型+剥皮の被害木のうち、生存している個体からは多数の萌芽枝あるいは側枝が伸長しており、剥皮部分も多くはゆ合を始めていた。

I はじめに

針広混交林の造成技術を開発するため、ケヤキ・スギを混交植栽した試験地を造成したが、3カ月後、ニホンノウサギ (*Lepus brachyurus*) によって摂食被害を受けた。

これまでにも、ヒノキ、スギ、アカマツ、クロマツ、カラマツ苗のニホンノウサギによる摂食被害は、数多くの被害事例、防除法が報告されているが（上田 1990）、広葉樹や針・広樹種の混交植栽に対する被害報告は数少ない（山田ら 1988、金森ら 1997）。そこで、本試験地で混交植栽したケヤキ・スギに対するニホンノウサギの摂食被害の実態（食害部位・食害形態）について調査したので報告する。

II 材料と方法

1. 調査林分の概況と施業経歴

調査地は、兵庫県中部地域に位置する朝来郡朝来町山口奥谷の標高640mの沢筋に沿った崩積土の造林地0.2haである。本林分は傾斜が27°～32°、平均30°であり、方位はおおむね南向きの下降斜面であった。母材は流紋岩および緑色凝灰岩で土壤型はBD～Bd(d)、A₀層厚は1～3cm、平均1.5cm、A層厚は20～35cmで腐植に富み、土壤の構造は、堅果状～団粒状であった。B層は20cmの厚さで、壁状～塊状構造を示し、深さ60cm前後で母材の不完全風化層に移行した。

調査地内は炭窯の跡が多数みられること、あるいは地元の聞き取り調査から、当地域は古くから里山の薪炭林として繰り返し利用してきたようである。調査地は1996年11月に樹高8～13mのケヤキ、コナラ、ミズナラ、カエデ類、クリ、オニグルミ、カラスザンショウ等が優占する旧薪炭林を一部伐採し、枝葉を約5～8m間隔に等高線に沿って段積み後、1996年12月、段積み以外の部分

に2年生ケヤキ（平均苗高82cm）900本と2年生の実生スギ苗木（平均苗高41cm）900本を1:1で千鳥状に混交植栽した。試験地の植栽密度は9,000本/haである。なお試験地は、広葉樹二次林を部分的に伐採したため、ニホンノウサギが身を隠すための段積み等の被覆物と付近に灌木叢生地があり、ニホンノウサギにとっては林床植生等の食物源は豊富であると考えられる。

試験地のある地域は、ニホンジカの生息頭数が県下でも著しく高く、スギ・ヒノキを含めた造林木の摂食被害が多発している。このため、ニホンジカの摂食被害を完全に防止する必要性から、植栽直前に試験地を取り囲むようにピアノ線ワイヤー6本入りのシカ防護柵（高さ1.8m）を2重に設置した。

被害を受けた1996～1997年冬期の本林分における積雪状況は、地元森林組合職員への聞き取りや現地踏査での結果、積雪期間は12月下旬から3月上旬までで、最深積雪深は60cm程度と推定される。

2. 調査方法

1997年3月14日と17日にケヤキ、スギとも樹高、根元直径、ニホンノウサギによる摂食被害の有無とその被害型を調査した。切断型被害については、切断枝数、切断部の高さ、切断部の直径を測定した。剥皮型被害については、剥皮部の地上高、被害部の地際から上端と下端までの長さ、幹全周に対する剥皮面積の割合、加害方向を測定した。

被害形態は、主軸のみ、または側枝のみの切断はそれぞれ主軸切断型、側枝切断型の被害とした。また、主軸切断型+剥皮は主軸のみの切断と主軸の樹皮が剥皮された複合型被害とした。さらに、試験地内のニホンノウサギの生息密度は、糞粒数を計数し平岡ら（1977）の方法によって、生息密度推定値を求めた。すなわち、3×3mの糞粒調査区画を15区画設定し、被害調査時に区画内に排出されたニホンノウサギの糞粒を計数した。

さらに、ほぼ4ヵ月後の7月上旬、被害木、健全木の伸長量、萌芽本数、萌芽の発生範囲、最大萌芽長、単位長さ当たりの萌芽密度を調査して、切断型あるいは剥皮型被害木の再生状況を検討した。また剥皮部の巻き込みゆ合状況を調査した。ゆ合形態の判定は、a：剥皮部の1/4がゆ合、b：剥皮部の2/4がゆ合、c：剥皮部の3/4がゆ合、d：剥皮部の4/4がゆ合、e：剥皮部位以上の樹幹が枯損とした。

III 結果と考察

1. 加害の時期

平岡ら（1977）による糞粒数法によって推定したニホ

ンノウサギの生息密度推定値を図-1に示す。

植栽直後から初雪の降るまでに調査地を囲った防護柵の設置状況を点検し、ニホンジカの進入阻止効果を確認するため、ニホンジカの新しい糞粒の有無を2回調査した。しかし、この間にニホンノウサギの糞粒は確認されなかった。従って、植栽直後から初雪までの間のニホンノウサギの生息密度推定値は、0頭/haと推測される。しかし、ニホンノウサギの生息密度推定値は、積雪がほぼ消失した3月17日には0.884頭/haであり、4月10日には0.266頭/ha、4月23日には0頭/haであった。これ以降、8月下旬までの間にニホンノウサギの糞粒は確認されず、新たな摂食被害も発生していない。

1997年3月13日に積雪期を経て、最初に現地を踏査した際にニホンノウサギの摂食被害を発見した。この被害は40～50cmの積雪深になった2月頃から雪上に出た部位が融雪とともに数回に分けてニホンノウサギに加害され続けたのではないかと考えている。この理由として、何本かの被害木の周辺には、20～30cmの長さに切断された主軸が散乱しており、散乱主軸の両端にニホンノウサギの加害痕跡が認められたことや、3月13日の摂食被害の発見時においても、被害木の切断部分や剥皮部分はかなり新鮮であり、剥皮部位は低位置であったことによる。調査地内および周辺において、4月8日に補植したケヤキ2年生苗には、新たなニホンノウサギの摂食被害は認められなかった。このことを併せて考えると、本試験地において、ニホンノウサギの摂食被害を受けた時期は、12月下旬から3月中旬の間と推定される。

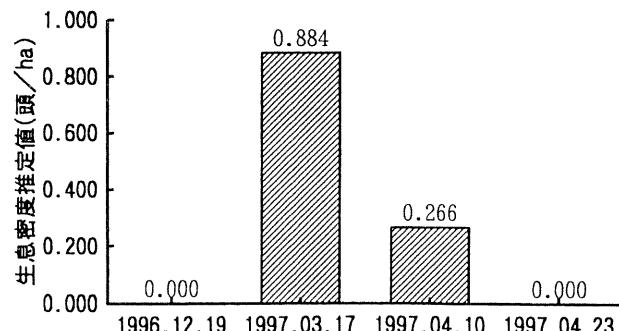


図-1 糞粒数法により推定したニホンノウサギの生息密度推定値の推移

2. 被害率

1997年3月14日と17日にケヤキ584本、スギ280本を調査した結果を図-2に示す。

ニホンノウサギによる摂食被害率は、ケヤキが97%と高く、スギは7%と軽微であった。このように本試験地

では、ケヤキ苗に顕著な摂食被害が発生しており、ケヤキとスギを混交植栽するとケヤキにニホンノウサギの摂食被害が集中することがわかった。ニホンノウサギの摂食被害が多発した原因として、シカの防護柵を設置したことによって、キツネなどの天敵が試験地内に入れなくなり、ニホンノウサギの摂食被害が発生したこととも一因と考えられる。

3. 被害形態

ニホンノウサギによる摂食被害の被害形態別の被害率を表-1に示す。

ケヤキ、スギに対するニホンノウサギの被害形態は、90%以上が主軸切断と幹剥皮の複合型被害であった。他

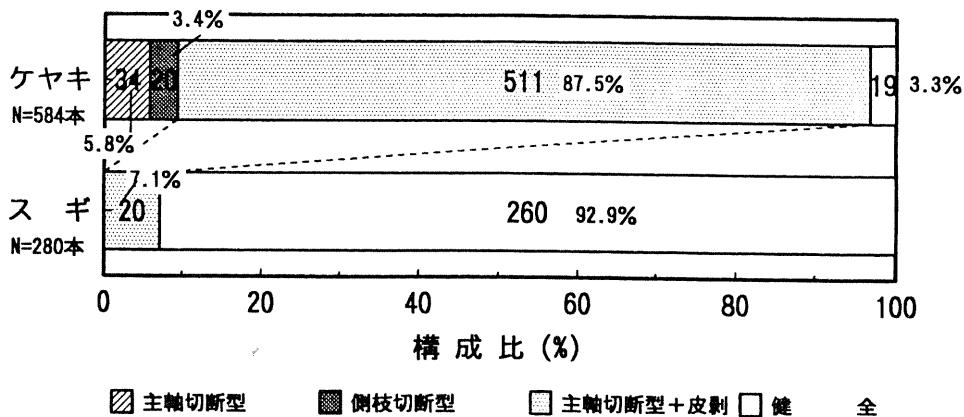


図-2 ニホンノウサギによる摂食被害率（図中の数字は本数を示す）

の被害形態として、ケヤキでは主軸切斷型6%，側枝切斷型3%の被害を受けた。スギについては、主軸切斷型および側枝切斷型の被害を受けた個体は認められなかつた。主軸切斷の被害形態は、主軸のみの切斷だけで、切斷部位付近の枝や冬芽の採食は認められなかつた。

ケヤキ、スギもヒノキに対する摂食被害（山田ら1984）と同様に切斷型と剥皮型の被害が発生することが認められた。山田ら（1988）は、コブシ、コナラ、ケヤキに対する被害は、主軸あるいは側枝の切斷型被害が発生したことを、金森ら（1997）はミズメとコナラには、切斷型被害、ケヤキは、切斷型と剥皮型の両型が発生したことを報告している。本試験地におけるケヤキの被害形態は、金森ら（1997）の報告と一致する。

表-1 ニホンノウサギによる摂食被害の被害形態別被害率

樹種	主軸切斷型(%)	側枝切斷型(%)	主軸切斷型+剥皮(%)
ケヤキ	6.0	3.5	90.5
スギ	0	0	100.0

4. 切断型被害

切斷型被害の切斷枝数および切斷部位の高さを表-2に、切斷部の最大直径を表-3に、切斷部位の高さの相

対頻度を図-3にそれぞれ示す。

側枝切斷型の被害木1本当たりの切斷枝数は、平均1～3本であった。主軸切斷型の切斷部位の高さは、平均24.8cmであり、主軸切斷型+剥皮の44.2cm、側枝切斷型の54.8cmに比べて低い位置で加害された。

調査したケヤキ全本数の内、相対頻度の高かった切斷部位の高さは、主軸切斷型は切斷高30～40cmの1.9%，側枝切斷型は切斷高40～50cmの1.4%，主軸切斷型+剥皮は切斷高40～50cmの22.7%であり、ニホンノウサギのケヤキに対する切斷型被害の切斷高は30～50cmが最も多かった。

スギでは主軸切斷型+剥皮の切斷部位の高さは、平均45.4cmであった。

調査したスギ全本数の内、相対頻度の高かった切斷部位の高さは、主軸切斷型+剥皮は切斷高30～40cmの5.0%であり、ニホンノウサギのスギに対する切斷型被害の切斷高は30～40cmが最も多かった。

ケヤキでは主軸切斷型の切斷部の最大直径は、平均4.6mmであり、側枝切斷型の3.8mm、主軸切斷型+剥皮の4.3mmに比べて太い部位が加害されていた。スギでは主軸切斷型+剥皮の切斷部の最大直径は、平均3.7mmであった。

なお、地表面に散乱していた切斷主軸および枝は、冬芽等が完全に摂食されていた。切斷型被害では、いずれ

も地上からかなり高い部位を摂食されており、被害の大部分は積雪期に雪上に露出した部分を摂食された

表-2 切断型被害の切断枝数および切断部位の高さ

樹種	主軸切断型		側枝切断型		主軸切断型+剥皮	
	切断本数	切断の高さ(cm)	切断枝数	切断の高さ(cm)	切断本数	切断の高さ(cm)
ケヤキ	1~1(1.0)	7.0~43.5(24.8)	1~3(1.3)	40.9~81.5(54.8)	1~1(1.0)	12.5~123.5(44.2)
スギ	-	-	-	-	1~1(1.0)	36.2~54.6(45.4)

() 内は平均値

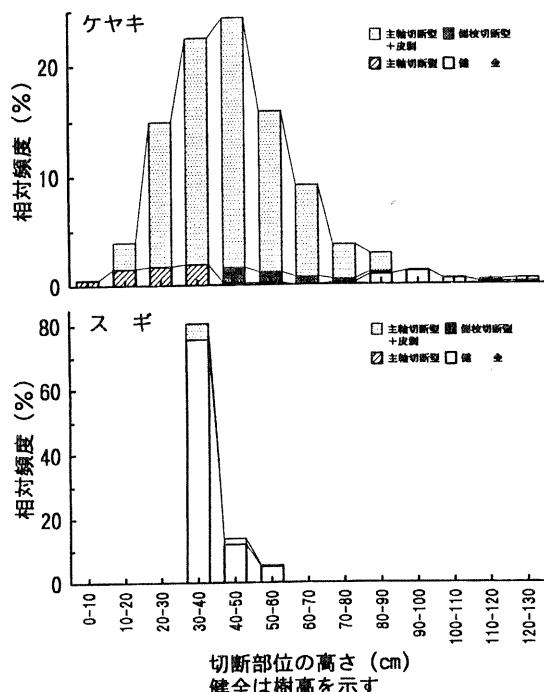


図-3 切断部位の高さの相対頻度

5. 剥皮型被害

主軸切断型+剥皮のうち、剥皮型被害の剥皮部の高さ方向の長さとその範囲を表-4に、幹全周に対する剥皮面積の相対頻度を図-4に、加害方向を図-5にそれぞれ示す。

剥皮部の高さ方向の平均長さは、ケヤキが23.9cmであり、加害の下端は地際0cmから上端は最大68.2cmであった。下端の高さの相対頻度は0~10cmの59.3%，10~20cmの30.5%であった。さらに、上端の高さの相対頻度は30~40cmの36.2%，次いで20~30cmの27.6%であった。同様にスギの剥皮部の高さ方向の平均長さは、平均27.4cm、下端は地上部14.0cmから上端は最大54.6cmであった。加害部の高さの相対頻度は、20~30cmがほぼ80%を占めていた。なお、ケヤキ、スギとも剥皮された部位は、木部が完全に露出していた。

ものと推測される。

表-3 切断部の最大直径

樹種	主軸切断型(m)	側枝切断型(m)	主軸切断型+剥皮(m)
ケヤキ	2.5~8.6 (4.6)	1.4~5.6 (3.8)	3.4~7.2 (4.3)
スギ	-	-	3.1~6.2 (3.7)

() 内は平均値

剥皮型被害の大部分は、地上部からかなり低い位置を摂食されていることから、融雪期の剥皮であると推測される。すなわち、主軸切断型+剥皮の被害木は、積雪期に雪上に露出した部分を切断され、さらに融雪期に地上部付近を剥皮された被害木であることが推測され、主軸切断型+剥皮の被害木は、2時期に別々の被害形態で摂食された可能性が考えられる。

金森ら（1997）もニホンノウサギの摂食被害には、積雪期に雪上部に出た苗木の高い位置を摂食する切断型被害と融雪後に低所や地際部を加害する剥皮型被害のあることを報告している。

幹全周に対する剥皮部の面積は、ケヤキでは剥皮被害木の35%が全周（4/4）を剥皮されていた。全周の1/4, 2/4, 3/4を剥皮されたものは、それぞれ20%前後であった。スギでは1/4を剥皮された被害木が70%を占め、残り30%が2/4を剥皮されていた。

この結果、ニホンノウサギの剥皮は、ケヤキでは1/4から4/4までの面積をほぼ同程度の頻度で剥皮し、スギでは1/4～2/4の剥皮に集中する傾向が認められた。

剥皮型被害の加害方向は、被害木のうちケヤキは57%，スギは85%が谷側方向からの加害であった。さらに、33%のケヤキは、谷、横、山側方向のいずれの方向からも加害を受け、山側方向あるいは横方向といった一方向からの加害は6%以下であった。スギは被害木の15%が山側からの加害であった。

この結果、剥皮型被害は、ケヤキ、スギとも谷側からの加害が大きい傾向であった。

表-4 剥皮型被害の剥皮部の高さ方向の長さおよび剥皮部の範囲

樹種	主軸切断型+剥皮	
	剥皮部の平均長さ(高さ方向)(m)	剥皮部の範囲(高さ方向)(m)
ケヤキ	23.9	下端 0cmから上端68.2cmまで
スギ	27.4	下端 14.0cmから上端54.6cmまで

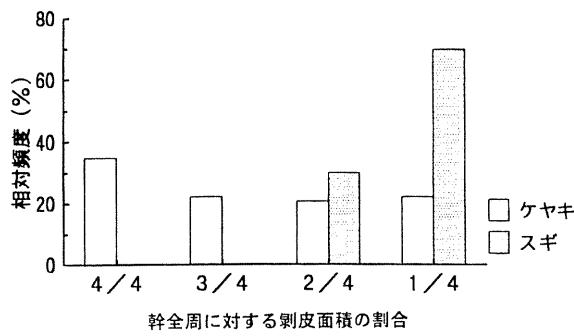


図-4 剥皮型被害の幹全周に対する剥皮面積の相対頻度

6. 被害後の再生状況と成長に与える影響

摂食被害から4ヶ月後までに発生した萌芽本数、萌芽密度を表-5に、発生した萌芽の最大伸長量を表-6に、剥皮部のゆ合状況を図-6にそれぞれ示す。

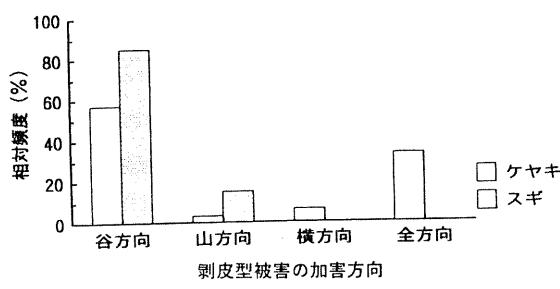


図-5 剥皮型被害の加害方向

摂食被害後に発生した萌芽本数は、ケヤキでは1個体当たり2本から最大36本であった。被害形態別では、主軸切断型の被害木で平均13.5本と最も多い、次いで主軸切断型+剥皮の11.4本、側枝切断型の10.4本であった。主軸切断型と主軸切断型+剥皮の双方の平均萌芽密度は、1.3~1.4本/cmで差はなかった。スギの被害木では、萌芽はまったく発生しなかった。ケヤキの被害木の萌芽の平均最大伸長量は、主軸切断型+剥皮の被害木が53.8cm、

主軸切断型の被害木が50.7cm、側枝切断型の被害木が32.4cmであり、主軸切断型+剥皮および主軸切断型の被害木の萌芽伸長量が大きかった。

ちなみに、ニホンノウサギの摂食被害を受けていないケヤキ健全個体の平均樹高は123.4cmであり、スギ健全個体の平均樹高は56.9cmであった。

主軸切断型+剥皮の被害木のゆ合状況は、ケヤキでは剥皮を受けた部位以上の樹幹が枯損した個体は48%以上であり、完全にゆ合した個体は0%であった。さらに剥皮部の1/4がゆ合した個体は35%，剥皮部の3/4がゆ合した個体は11%，剥皮部の2/4がゆ合した個体は6%であった。

すなわち、摂食被害から4ヶ月経過した時点では、剥皮の被害を受けた個体の半数以上がゆ合を始めている状況であった。しかしケヤキでは、剥皮部の巻き込みが進まず、木部が露出したままの個体の中には、菌類による変色が認められるものがあった。このような個体では、剥皮部が巻き込みによって回復しても、変色等の材質劣化は避けられないものと考えられる。

スギでは剥皮を受けた部位以上の樹幹が枯損した個体と完全にゆ合した個体は、それぞれ0%であった。さらに剥皮部の2/4がゆ合した個体は65%，剥皮部の1/4と3/4がゆ合した個体は20%以下であった。スギは剥皮の被害を受けた全個体がゆ合を始めている状況であった。

主軸あるいは側軸を切断された被害木は、健全木に比べて樹高が低い。しかし、被害を受けた春以降、萌芽によってシュートが伸長していた。摂食被害から4ヶ月経過時点においても主軸切断型、側枝切断型、主軸切断型+剥皮の被害を受けたものの生存している被害木からは、多数の萌芽枝あるいは側枝が伸長しており、剥皮部分も既に多くの被害木がゆ合を始めていた。

今後、2~3年以内にニホンノウサギの摂食被害を受けたケヤキについては、樹形を通じて誘導するため、萌芽枝や側枝を除去・せん定しながら、幹を単幹に矯正する作業が必要であると考えられる。

表-5 摂食被害の加害から4カ月までに発生した萌芽本数、萌芽密度

樹種	主軸切断型		側枝切断型		主軸切断型+剥皮	
	萌芽本数	萌芽密度(本/cm)	萌芽本数	萌芽密度(本/cm)	萌芽本数	萌芽密度(本/cm)
ケヤキ スギ	2~29(13.5) 0	0.3~3.3(1.3) -	2~19(10.4) 0	-	2.36(11.4) 0	0.5~3.5(1.4) -

() 内は平均値、側枝切断型の発生萌芽数は側枝の切断部の発生萌芽を計測

表-6 摂食被害の加害から4カ月後までに発生したケヤキの萌芽の最大伸長量(cm)

主軸切断型	25.6~72.3 (50.7)
側枝切断型	19.8~49.6 (32.4)
主軸切断型+剥皮	22.5~90.0 (53.8)

() 内は平均値

IV 今後の課題

最近、森林のもつ多様な機能発揮に対して国民の期待感が高まっている。今後、伐採収穫した針葉樹人工林を再造林する際には、その一部を針広混交林に誘導していくことも大切であり、公益的機能の増進と生態的バランスの面からもその必要性は高いと考えられる。

兵庫県においても、ケヤキ等の有用広葉樹の造林面積は増加しつつある。広葉樹の植栽に当たっては、ニホンノウサギによる摂食被害が重大な成林阻害要因になると考えられる。今後、有効な防除対策を確立するためにも今後、詳細な被害調査と数多くの被害事例を検討する必要がある。さらに再造林の実施に伴って、針葉樹ばかりでなく、広葉樹に対するニホンノウサギの摂食被害回避のための適切な防除法の検討が重要であり、今後、林床植生を生かした生態的防除や資材を利用した物理的な防除法を適切に組み合わせた効果的で有効な摂食被害の回避技術を早急に確立する必要がある。

本試験地では、ニホンノウサギの摂食被害を物理的に回避するための一例として、1997年3月下旬、調査地に隣接して、新たに植栽したケヤキに以下に述べる要領でツリーシェルターを設置した。ツリーシェルターはプラスチックコルゲート板（材質：ポリプロピレン）を六角柱に加工した一辺14cm、高さ140cmの上辺が開放されたチューブで、これを植栽直後の苗木に下辺を2cmほど掘り下げ、チューブの周囲には土を盛ってニホンノウサギが入れないように設置した。なお、ケヤキについてはこれまでの経験から、チューブを設置すると夏期の高温

- a : 剥皮部の1/4がゆ合
- b : 剥皮部の2/4がゆ合
- c : 剥皮部の3/4がゆ合
- d : 剥皮部の4/4がゆ合
- e : 剥皮部位以上の樹幹が枯損

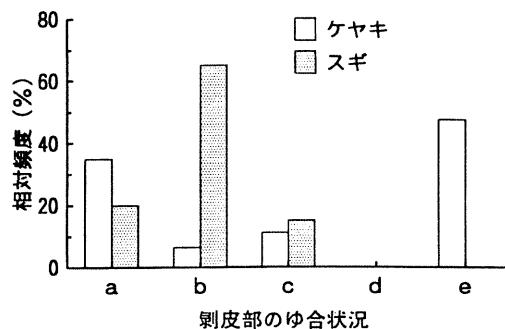


図-6 摂食被害の加害から4カ月後の剥皮部のゆ合状況

期に葉焼けしたりムレで落葉するので、チューブの地上からの高さ10~30cmの間に、直径5mmの穴を約300~400個開け、チューブ内が高温にならないように細工した。8月上旬現在、ケヤキの葉焼け、ムレ等による落葉ではなく、順調な成長を示している。この方法により、冬季におけるニホンノウサギの摂食を回避することができれば、広葉樹造林において、草食獣害からの物理的な防御法として利用できる可能性がある。今後とも本試験地の追跡調査を行っていく予定である。

V 摘要

ケヤキとスギを混交植栽するとニホンノウサギの摂食被害は、ケヤキに被害が集中することがわかった。ニホンノウサギの摂食被害は、今後、ケヤキ等の広葉樹造林を推進する上で、重大な成林阻害要因になると考えられるので、適切な防除対策を早急に検討する必要がある。

ケヤキ、スギに対するニホンノウサギの摂食被害は、90%以上が主軸切斷と幹剥皮の複合型被害であった。摂食被害から4カ月経過時点では、被害を受けたものの、生存している個体からは多数の萌芽枝あるいは側枝が伸長しており、剥皮部分が多く被害木でゆ合を始めていた。今後、2~3年以内にニホンノウサギの摂食被害を受

けたケヤキについては、樹形を通直に誘導するため、発生した萌芽枝と側枝を除去・せん定しながら、幹を単幹に矯正する作業が必要であると考えられる。

引用文献

- 1)平岡誠志・渡辺弘之・寺崎康正（1977）糞粒数によるノウサギ生息密度の推定. 日林誌 59 : 200～206.
- 2)金森弘樹・扇 大輔（1997）ニホンノウサギによる広葉樹造林木の被害例. 森林応用研究 6 : 143～146.
- 3)上田良一（1990）野兔研究の現状とその問題点（II）. 森林防疫 39 : 2～8.
- 4)山田文雄・桑畑 勤（1984）ノウサキの食害機構に関する研究. I. ヒノキ造林木の食害に影響する諸要因. 野兔研究会誌 11 : 19～30.
- 5)山田文雄・井鷺裕司（1988）広葉樹苗木に対するノウサギ *Lepus brachyurus* の食害. 野兔研究会誌 15 : 9～17.

（平成9年8月18日受理）