

樹木年輪年代学的手法を用いた ニホンジカによる角こすり傷害発生年の特定

—奥多摩演習林に生育するカラマツについて—

桃井尊央*[†]・大林宏也*

(令和元年5月23日受付/令和元年12月6日受理)

要約：東京都西多摩郡奥多摩町に位置する東京農業大学奥多摩演習林内のカラマツ (*Larix kaempferi*) 人工林において樹幹にニホンジカ (*Cervus nippon*) の角こすりによる傷痕が確認される個体が多数確認された。近年、木材としての需要が増えているカラマツ材内部への被害状況を把握することは木材生産をする上で重要である。そこで本研究では、演習林内のカラマツ人工林 (2林分) の全木を調査対象として、その傷痕の有無を確認した。さらに、材内部に残された傷害組織をもとに樹木年輪年代学的手法を用いて傷害発生年を特定した。調査を行なった650個体の内190個体に角こすりによる傷痕が確認された。98個体の傷痕から成長錐を用いてコア試料を採取した。採取した試料の中には木部が脆くなっており傷害発生年を特定することが困難なものがあったが、74個体104カ所の傷痕について傷害発生年が特定できた。傷害を受けた個体は1970年代から確認できたが、1980年代に入ると増加し、1990年代で最も多かった。それは2000年以降減少するが、現在まで一定個体数で確認され続けていることがわかった。そして、その推移は奥多摩地域の森林被害に関する報告と関連していることが示唆された。

キーワード：樹木年輪年代学的手法, ニホンジカ, 角こすり傷痕, カラマツ, 奥多摩

1. はじめに

ニホンジカ (*Cervus nippon*) は、近年全国でその生息域を拡大し、農林業や森林生態系への被害を与えており東京都の多摩地域においても例外ではない¹⁾。ニホンジカによる主な被害には幼木の枝葉が採食される枝葉採食害、幼木から壮齢木の樹幹が剥皮される樹皮剥皮害などがあり、後者は角こすり (角研ぎ) 害と樹皮採食害に区分される²⁾。このような傷害を受けた樹木は枯死したり、枯死しなかった場合も木材としての利用価値が失われたりするため、経済的な損失は大きい。

本研究対象地域である東京都西多摩郡奥多摩町に位置する東京農業大学奥多摩演習林内においてもスギやヒノキを含む様々な樹種に対して被害が生じている。そのような中で特にカラマツ (*Larix kaempferi*) 人工林において樹幹にニホンジカの角こすりによる傷痕が確認された個体が多数存在していた。スギやヒノキの樹皮剥皮害は木部が大きく露出する樹皮採食害の場合がほとんどであるが、カラマツの場合は角こすり害のみ観察され、木部が露出していない傷痕が多いため気付き難い (図1a)。そのため近年木材としての需要が増えているカラマツの材内部への被害状況を把握することは木材生産をする上でも重要である。

樹皮剥皮害を調査した報告の多くは、被害の発生年や時期を明らかにするために複数年間の継続調査^{3,4)}や毎月1~

2回の調査^{2,5,6)}を行なっている。調査対象は山岳地域、かつ広範囲であるため調査には多大な労力を要するが、調査して得られるのは観測時の情報のみである。

一方、樹木年輪年代学的手法^{7,8)}を用い樹皮剥皮害を調査した報告では、調査年以前における被害の発生年を特定し、被害状況の時間的変遷を明らかにする試みが行われており⁹⁻¹⁴⁾、有効な手法の一つだと考えられる。しかしながら、これらの報告では天然林で小径木を対象としており、年輪幅の測定には円板試料を用いている。また、解析には円板試料が必要であり、コア試料では傷害発生年の特定が困難であると報告している^{9,11,13)}。なお、傷害発生年とは傷害が発生した年代であり、傷害を直接受けた部位 (以下、傷害部位) の形成年を明らかにすることで特定する。

本研究対象は、山岳地域であり、かつ広範囲である。また樹皮剥皮害を受けたカラマツ林は人工林で、立木のうち大きいものでは直径30cm以上となっているため、容易に伐採できない。さらに、対象となる個体は多数存在し、結果の信頼性を確保するために多くの個体から試料を採取する必要があることから、円板試料ではなく成長錐で採取したコア試料を解析に用いることが可能であれば、より有効な手法となると考えた。

そこで本報告では、第一に、本調査地に生育するカラマツ樹幹に対するニホンジカの角こすりによる被害状況を把握すること、第二に、樹幹表面から見える傷痕および材内

* 東京農業大学地域環境科学部森林総合科学科

[†] Corresponding author (E-mail: t3momoi@nodai.ac.jp)

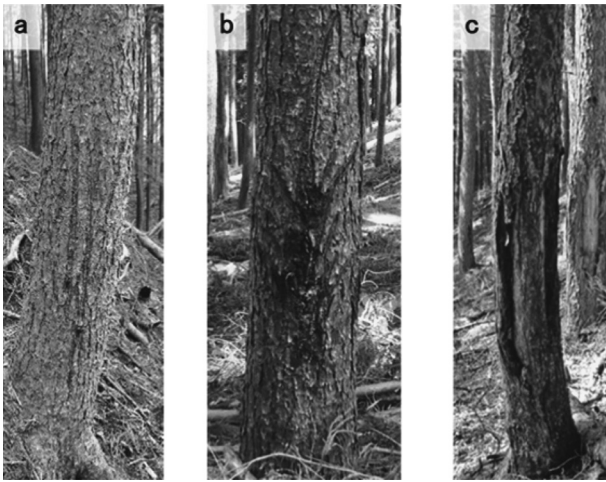


図1 角こすりによる傷痕の種類
a: タイプ1, b: タイプ2, c: タイプ3の傷痕

部に残された傷害組織の特徴を明らかにし、成長錐を用いたコア試料の最適な採取方法を決定すること、そして第三に、カラマツ樹幹に対するニホンジカの角こすりによる傷害発生年を特定し、その発生状況を把握すること、の3点を目的とした。

2. 試料と方法

(1) 研究地域と被害状況の把握

研究地域として東京農業大学奥多摩演習林（以下、演習林）を選択した。演習林は東京都西多摩郡奥多摩町に位置し、日原川の支流である祖谷入沢源流地域にあたる¹⁵⁾。演習林の西端は地域内で最も標高の高い狩倉山（標高1,452 m）で、山頂から東北にのびる北境尾根が北側の境界となり、南東にのびる三ノ木戸尾根が南の境界となっている。そして東端に演習林の研修センター（標高650 m）が位置する。演習林内にはカラマツ人工林が複数林分存在するが、その全林分においてニホンジカの角こすりによる傷痕（以下、傷痕）が樹幹表面から確認された。そこで、そのうちの2林分の全木を調査対象として、胸高直径や傷痕の有無や大きさなどを確認した（2015年、2016年）。その際には位置情報も記録した。林分Aは標高700～800 m、林分Bは標高850～950 mであり、同一尾根上に位置する。なお、枯死してから数年は経過していると考えられた個体は調査対象から除外した。また、今回調査対象とする傷痕が実際にニホンジカの角こすりによって生じたものなのか把握するために、傷痕が確認された個体付近に赤外線カメラを設置して角こすりの様子の撮影を試みた。

(2) 傷痕および材内部に残された傷害組織の観察

円板試料ではなくコア試料をもとに傷害発生年を特定できれば調査の実行が容易になるため、成長錐を用いてコア試料を採取するための最適な位置を検討した。傷痕が確認された4個体から傷痕を含むように円板試料を採取し、傷痕と材内部に残された傷害組織との位置関係を把握した。さらに、傷害組織を実体顕微鏡または光学顕微鏡を用いて

観察した。

(3) コア試料の採取方法と年輪幅の測定

傷痕が確認された個体の中でも胸高直径が比較的大きい個体を選定し、成長錐を用いて年輪のコア試料（直径：5 mm）を採取した（2015年、2016年）。採取位置は、それぞれの個体で傷痕および傷痕のない部分からの計2方向以上からとした。一方、胸高直径が周辺の個体よりも著しく小さい個体または木部が大きく露出している個体や枯死した個体は、木部が部分的に脆くなっていることが多く、良好なコア試料を採取することが困難であったので採取はできるだけ避けた。なお、角こすりを受けていない正常な年輪幅変動を把握するために傷痕が確認されない11個体から合計22本のコア試料を採取した。年輪幅の測定や傷害部位を確認するために、コア試料を気乾状態にした後に木口面を研磨紙で研削した。また、傷害部位でコア試料が分離している場合は木工用瞬間接着剤で固定し、試料の紛失を防いだ。年輪幅の測定は、スキャナ（2400 dpi）で取り込んだ画像を元に、画像解析ソフト（Image J）を用いて行った。傷害部位の確認が肉眼で困難であった場合は実体顕微鏡を用いて観察を行なった。

(4) 角こすり傷害発生年の特定

角こすりを直接受けた傷害部位ではコア試料が分離したり、その後形成される木部には欠損輪や偽年輪が生じたりすることがあり、そのすぐ外側に形成された年輪が翌年に形成されたものか不明である。つまり、多くの場合、樹皮側からの年輪数で傷害発生年の特定はできない。そのため、各年輪の形成年を確定するために、年輪幅の変動や特徴的な年輪の出現について個体間で比較して行なう照合と、統計的手法による照合を繰り返し行った（クロスデーティング^{7,8)}。統計的手法による照合では、第一に傷痕が確認されなかった個体に共通する年輪幅の変動（以下、年輪幅指数クロノロジー）を構築した。統計的手法による照合および年輪幅指数クロノロジーの構築を行う際に、個体特有の年輪幅変動を除去するための標準化平滑化関数として各個体それぞれの5年移動平均値を用いて年輪幅指数時系列を作成し、それらを平均することで年輪幅指数クロノロジーを構築した。年輪幅指数クロノロジーと傷痕が確認されなかった個体の年輪幅指数時系列との相関係数の平均値は0.51 ($p < 0.01$, 1980–2013)であった。第二に、年輪幅指数クロノロジーと傷痕が確認された各個体の傷痕のない部分から採取したコア試料の年輪幅指数時系列との10年移動相関分析より、各年輪の形成年を確定した。そして最後に、同一個体の傷痕のない部分から採取したコア試料と傷痕から採取したコア試料の年輪幅の変動を比較することで全ての年輪の形成年を確定し、傷害発生年の特定を行った。また、角こすりが行われた時期を確認するために、傷害部位の年輪内での位置を記録した。複数箇所にも傷痕が確認された個体では、その箇所ごとにコア試料を採取したが、傷害発生年が同じ場合は、重複して数えなかった。

3. 結果と考察

(1) 角こすりを受けたカラマツの概要

林分 A では 166 個体中 46 個体、林分 B では 484 個体中 144 個体、合計 650 個体中 190 個体の樹皮に傷痕が確認された。その 190 個体中 140 個体には一度に付けられたような傷痕が確認され、残りの 50 個体には複数年にわたって付けられたと考えられる傷痕が確認された。また、190 個体中の 32 個体はすでに枯死していた。傷痕が確認された個体は獣道に沿って確認できたが、獣道自体が等高線に沿うように無数にあるため傷痕が確認された個体の分布状態としては散在状であった。全調査木の胸高直径は 5~45 cm の間で、平均値は 19 cm であったが、傷痕は直径にかかわらず確認された。なお、傷痕は地際からの高さ約 30~120 cm の間に数本の縦に長い傷が不規則に付けられていた (図 1)。ニホンジカがカラマツに角こすりをしている様子 (2017 年 10 月 3 日撮影) を図 2 に示す。直後に撮影された動画では上下に激しく角をこすりつけている様子がみられた。なお、角こすりの後には首をこすりつけており、首をこすりつけていたメスジカも撮影された。



図 2 ニホンジカがカラマツに角こすりをしている様子

(2) 傷痕および材内部に残された傷害組織の特徴

樹幹表面から見える傷痕には傷の大きさや経過時間によって大きく 3 つのタイプがあった。タイプ 1 は、樹皮に傷痕が確認できるが顕著な隆起がないもの (図 1a, 図 3a)、タイプ 2 は、顕著な隆起や瘤、巻き込みを伴うが木部の露出がないもの (図 1b, 図 3b)、タイプ 3 は、顕著に木部の露出があるもの (図 1c) である。円板の横断面から観察した場合、タイプ 1 の傷痕の場合はその傷痕直下の木部のみが傷害組織が観察された (図 4a の傷痕①)。そのためタイプ 1 の場合は傷痕からコア試料を採取することとした。タイプ 2 の傷痕の場合は樹幹表面から観察される傷痕よりも周囲方向に幅広く木部に傷害組織が観察された (図 4a の傷痕②)。一方で、傷痕直下では形成層帯死滅部位周辺の巻き込み成長などによって組織が乱れ複雑になっているため、タイプ 2 の場合は傷痕から周囲方向に約 1~5 cm ずらした部分からコア試料を採取することとした。タイプ 3 の場合は、露出した部分から周囲方向に広がって木部が脆くなっている場合が多くあり、そのような場合にコア試料の採取は困難であった。さらに、タイプ 3 からは測定可能なコア試料は採取できなかった。円板試料ならば良い試料を得られるかもしれない。なお 3 タイプともに、傷害部位よりも内側の木部では心材様の変色が生じ、傷害部位はより濃色となっており、傷害部位を探す際の指標となった。

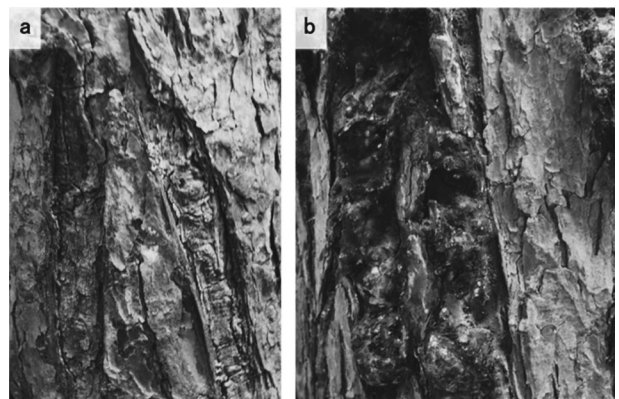


図 3 角こすりによる傷痕の特徴
a: タイプ 1, b: タイプ 2 の傷痕

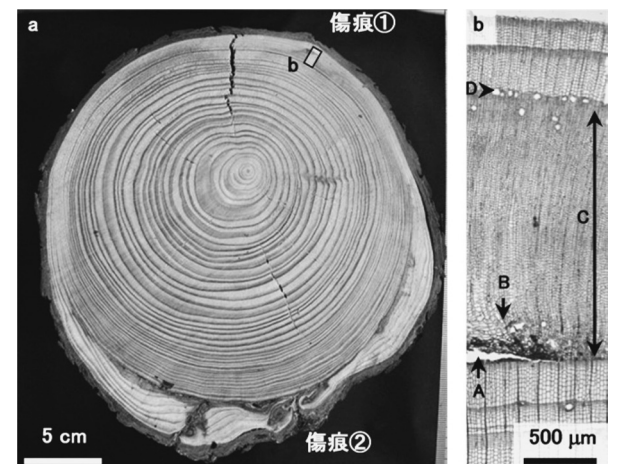


図 4 傷痕および材内部に残された傷害組織の特徴
a: 図 3b の横断面 (傷痕①: タイプ 1, 傷痕②: タイプ 2)
b: 傷痕①の横断面 (A: 分離, B: 不定形な細胞群, C: 小径の仮道管, D: 傷害樹脂道)

傷害部位周辺の木材組織の特徴としては、年輪界での分離、年輪界に接する早材部での不定形の細胞群、それに続く小径の仮道管、傷害樹脂道などの傷害組織が認められた (図 4b)。形成層活動休止期にあたる 11 月に形成層に対してナイフの切り傷を付けることで、類似した傷害組織が形成されている¹⁶⁾。つまり、傷はカラマツの形成層活動休止期に付けられたと考えられる。そして、ニホンジカが角こすりを行う時期は、秋から冬にかけてであると報告されて

おり^{2,5)}、この傷が付けられた時期と一致する。よって、分離した内側のコア試料における最外年輪の形成年または早材部に傷害組織が観察される年輪形成年の前年を角こすり傷害発生年と特定した。

(3) コア試料での年輪年代確定と傷害発生年の特定

傷痕が確認された98個体から合計225本のコア試料を採取したが、24個体から得た試料は脆く年輪幅の測定ができなかった。残りの74個体について年輪幅の測定を行い、統計的手法による照合で68個体の各年輪について形成年が確定できた。また、特徴的に年輪幅が狭かった年として、1990年の年輪があり、48個体でその特徴が確認された。両照合方法を合わせて72個体の各年輪の形成年が確定できた。年輪幅の変動幅が小さく両照合方法で形成年が確定できなかった個体が2個体あったが、タイプ1の傷痕で、傷害部位での分離がなく、個体内の年輪幅変動が一致していたため最外年輪を採取年として各年輪の年代を決定した。

コア試料と年輪幅変動の一例を図5に示す。髓側から傷痕がある方向のコア試料が分離していた1998年にあたる年輪まで2つのコア試料の年輪幅変動は同調していた。1990年の狭い年輪が確認できた。また、1998年にあたる年輪は晩材部まで形成されていたことから、1998年秋から冬に角こすりを受けたと考える。また、この傷害部位は角こすりによって木部が露出し形成層が死滅した後、巻き込まれるまでに8年間が経過していることがわかった。

このように74個体104カ所の傷痕の傷害発生年が特定できた。また、その全てにおいて分離や傷害組織は年輪界から発生しており、形成層活動休止期に傷を受けたことが分かった。以上のように、コア試料を用いて多くの個体において傷害発生年を特定できることがわかった。

(4) 傷害を受けた個体数の経年変化

傷害を受けた個体数の経年変化を図6に示す。なお、円板試料4個体9カ所の傷痕についても含めた。また、林分Aの個体は約55年生（最内年輪年代が1959年）、林分Bの個体は約40年生（最内年輪年代が1974年）であったため、林分Aのカラマツがすでに植栽された後だと考えられる1960年から現在までの経年変化を表した。

一番初めに傷痕が確認されたのは1973年であった。その個体は1973年当時、樹齢約15年で胸高直径が8cmほどであった。傷害を受けた個体数は、1980年初頭までは0~2個体前後であったが、それ以降徐々に増加した。1990年になると急激に増加し、1998年には12個体と最多となった。その後2000年になると減少したが、それ以降も0~5個体前後で確認された。つまり、傷痕は長い期間にわたって少しずつ多くの個体に付けられたことがわかった。

奥多摩地域におけるニホンジカによる森林被害についての報告¹⁷⁾によると、1976年にニホンジカの生息域の縮小と個体数減少を理由に奥多摩町でのオスジカの狩猟禁止となった。その結果として、オスジカの保護から7~8年後に、造林地での食害が顕在化し、さらにそれから10年ほどして、シカ被害の増加が問題視されるようになった。そのため、2002年にオスジカの、2005年にメスジカの狩猟禁止が解除となった。そのような中で、奥多摩地域におけるニホンジカの分布と生息密度の調査が行なわれるようになったのは1987年以降であり、それ以前のデータはない。ま

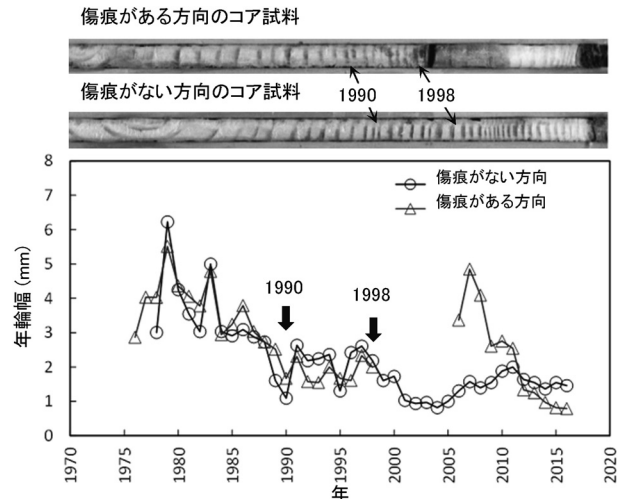


図5 コア試料とその年輪幅変動の一例

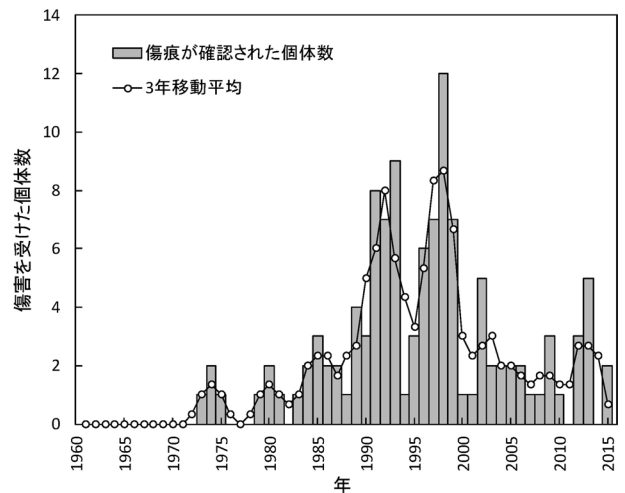


図6 傷害を受けた個体数の経年変化

た調査は数年おきに行われている。これらの状況と本研究結果を併せて以下に考察を行った。1976年以前にほとんど傷痕が確認されなかった原因として、カラマツが小径で角こすりに向かなかったこと、ニホンジカの個体数が少なかったことが考えられる。また、それ以後の被害の増加傾向と傷痕が確認された個体数の増加傾向が類似している。さらに、狩猟禁止が解除された2002年、2005年以降は傷痕が確認された個体数は一定量に抑えられているようにみえる。以上のように、奥多摩地域におけるカラマツの樹幹に残る角こすり傷痕数の経年変化がニホンジカによる森林被害やその対策の変遷と関連していることが示唆された。

また、このような大きな経時変化とは別に、約6年周期で増減する傾向が2000年以前には見受けられた。洞爺湖中島のニホンジカについて個体数の変遷を1950年代から調査した報告¹⁸⁾によると、個体数は爆発的増加と崩壊を繰り返しながら増加し、その後高止まりで安定した。また、自然界でのメスジカの平均寿命は5.5から6.1歳である¹⁹⁾。これらのことが関連しているかは不明であるが興味深く、他の地域での報告が期待される。

4. ま と め

本研究では、樹木年輪年代学的手法を用いて、奥多摩地域に生育するカラマツ人工林の樹幹に残されたニホンジカによる角こすり傷害発生年の特定を試みた。その結果、以下のことがわかった。

1) 全調査木 650 個体中 190 個体の樹幹表面に角こすりの傷痕が確認された。傷痕は直径にかかわらず確認され、地際からの高さ約 30~120 cm の間に付けられていた。

2) 樹幹表面における傷痕を 3 つのタイプに分類し、タイプ 1 の場合は傷痕から、タイプ 2 の場合は傷痕から周囲方向に約 1~5 cm ずらした部分からコア試料を採取することが傷害部位を特定しやすいことが分かった。タイプ 3 の場合は円板試料の検討が必要であった。そして、傷害発生年はコア試料における分離した内側の最外年輪の形成年または早材部に傷害組織が観察された年輪形成年の前年だと特定できた。

3) 傷痕が確認された 98 個体から 225 本のコア試料を採取した。その中で、74 個体 104 カ所の傷痕の傷害発生年が特定できた。つまり、コア試料を用いたとしても多くの角こすり傷害発生年の特定が可能であることがわかった。

4) 一番初めに傷害発生が確認されたのは 1973 年であった。傷害を受けた個体数は 1980 年初頭までは僅かであったが、それ以降徐々に増加した。1990 年になると急激に増加し、1998 年に最多となった。その後 2000 年以降になると減少したが、それ以降も一定個体数で確認された。このような奥多摩地域におけるカラマツの樹幹に残る角こすり傷害を受けた個体数の経年変化がニホンジカによる森林被害やその対策の変遷と関連していると考えられる。

以上のことから、樹木年輪年代学的手法を用いて角こすりなどの樹皮剥皮が発生した年代やその推移を明らかにすることは、ニホンジカの生息に関するデータが得られていない 1987 年以前について有効であり、より長期的な推移の把握の一助となるのではないかと考える。

謝辞：試料採取や測定にあたっては東京農業大学森林総合科学科元学部生の安部一騎氏、原 兼太郎氏、鈴木佐和子氏の協力を得た。心よりお礼申し上げる。また、本研究の一部は東京農業大学平成 27 年度若手研究者支援プロジェクトによって行なわれた。ここに記して深く感謝する。

参考文献

- 1) 東京都環境局 (2017) 第 5 期東京都第二種シカ管理計画。
- 2) 池田浩一、桑野泰光 (2008) 福岡県古処山地におけるシカ

- による造林木剥皮害の発生時期。九州森林研究 61 号：101-104。
- 3) 大橋春香、星野義延、大野啓一 (2007) 東京都奥多摩地域におけるニホンジカ (*Cervus nippon*) の生息密度増加に伴う植物群落の種組成変化。植生学会誌 24：123-151。
- 4) 釜田淳志、安藤正規、柴田毅式 (2008) 大台ヶ原におけるニホンジカによる針葉樹剥皮様式。日本林学会誌 90：404-410。
- 5) 佐野 明 (2009) ニホンジカによるスギ、ヒノキ若・壮齢木の剥皮害の発生時期と被害痕の特徴。哺乳類学会 49：237-243。
- 6) 佐野 明 (2010) ニホンジカによるスギ、ヒノキ樹皮食害痕の経時的变化。哺乳類学会 50：37-10。
- 7) SCHWIEINGRUBER, FH (1988) "Tree Rings : Basics and Application of Dendrochronology" Kluwer Academic Publishers, Dordrecht Netherlands. 256-257。
- 8) 桃井尊史、大林宏也、栃木紀郎、小林 純、塩倉高義 (2013) 東京都奥多摩地域に生育する樹木の気候応答に関する樹木年輪年代学的解析 (第 1 報) 7 樹種における樹木年輪クロノロジーの構築。木材学会誌 59：13-21。
- 9) MOTTA R, NOLA P (1996) Fraying damages in the subalpine forest of Paneveggio (Trento, Italy) a dendroecological approach. *Forest Ecology and Management* 88：81-86。
- 10) MOENEAU C, PAYETTE S (1998) A dendroecological method to evaluate past caribou *Rangifer tarandus* L activity. *Ecoscience* 5：4-76。
- 11) 櫻木まゆみ、丸谷知己、土肥昭夫 (1999) 樹木年代学的手法による山地流域のニホンジカ生息密度・分布域の時間的变化の再現。日本森林学会誌 81：147-152。
- 12) VILAL B, GUIBALI F, TORREI F, MARTIN JL (2004) Assessing spatial variation in browsing history by means of fraying scars. *Journal of Biogeography* 31：987-995。
- 13) ZALATAN R, GUNN A, HENRY GHR (2006) Long-term Abundance Patterns of Barren-ground Caribou Using Trampling Scars on Roots of *Picea mariana* in the Northwest Territories, Canada. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 38：624-630。
- 14) QUERREC L, FILION L (2008) White-tailed deer activity reconstructed from tree-rings in eastern boreal Canada. *Forest Ecology and Management* 255：234-244。
- 15) 吉沢 健、中村武久、榊田信弥、端山重男 (1985) 東京農業大学奥多摩演習林のフロラに関する研究。東京農業大学農学集報 29：300-317。
- 16) 黒田慶子、清野嘉之 (1996) ヒノキ樹幹肥大成長の傷つけ法による測定—バンド式デンドロメーターとの比較—。日本林学会誌 76：183-189。
- 17) 真田 勉 (2004) 平成 16 年夏 東京・多摩地区のシカ森林被害緊急調査。森林技術 753 号：12-17。
- 18) 梶 光一 (2018) 科学的な野生動物管理を目指して：シカの爆発的増加と個体群管理。哺乳類科学 58：125-134。
- 19) 梶 光一 (1997) 1994~1996 年度メスジカ狩猟個体の個体群解析。北海道環境科学研究センター所報 24：53-59。

Use of Dendrochronological Method to Date Fraying Caused by Sika Deer

—On Japanese Larch in Okutama Practice Forest—

By

Takao MOMOI*[†] and Hiroya OHBAYASHI*

(Received May 23, 2019/Accepted December 6, 2020)

Summary : Planted stands of Japanese larch (*Larix kaempferi*) in the Tokyo University of Agriculture Okutama Practice Forest, located in Okutama, Tokyo, contain numerous trees with fraying scars on their trunks caused by sika deer (*Cervus nippon*). Given the recent increase in demand for larch as lumber, it is necessary to assess the impact of fraying damage on larch wood and the frequency and change over time in occurrence of such damage. In this study, we investigated the presence or absence of fraying scars caused by sika deer on all trees in two planted larch stands in the Okutama Practice Forest. In addition, we attempted to elucidate the trend over time in fraying damage incidence in the study area by assessing the year of annual tree rings containing scars by dendrochronological method. The results showed that fraying scars were observed in 190 of the 650 trees examined (29% examined trees). Core samples were collected from 98 of these scarred trees. Although scars could not be distinguished or were difficult to distinguish in the xylem of some samples due to rot, we were able to perform measurements for 74 trees (104 scars). Larch trees with scars were found dating back to the 1970s. The number of trees with scars increased in the 1980s and reached a peak in the 1990s. Although the number has since declined, at present, new scarring continues to appear at an essentially constant rate. The observed trend was consistent with trends reported in other studies on forest damage caused by sika deer in the Okutama area.

Key words : Dendrochronological method, *Cervus nippon*, fraying scars, *Larix kaempferi*, Okutama

* Department of Bioproduction and Engineering, Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture

[†] Corresponding author (E-mail : t3momoi@nodai.ac.jp)