林木の材質腐朽病

今 関 六 也*

Rokuya IMAZEKI: Stem and Butt Rot Diseases of Forest Trees

は し が き

林木の材質腐朽病は単なる木材の腐朽とは生物学的意義を全く異にする。後者が木材というセルローズ、リグニンを主成分とする物質の分解現象にしかすぎないのに対して、生活しつつある立木の材質腐朽は単なる物質の分解ではない。それは樹木の病気であり、腐朽菌の寄生は寄主の生活そのものに何らかの影響を及ぼすものであるからである。

生命を失った樹木は死の瞬間から分解の対象物にしかすぎなくなる。生物の遺体は一刻も早く分解し、無機質化することが、物質の循環に役立ち、種族永遠の生命の維持と繁栄のために意義がある。したがって遺体は分解することが自然であるが、生きている間は個体の生命を維持し、いわば天寿を全うすることに生物の生活目標があるから、立木時代に材質腐朽病に侵されるということは、その植物にとつて不自然なことである。このように、木材という物質そのものには変りがなくとも、樹木の生死を境にして、その生物学的存在意義は 180° の転換をするのである。

このような認識は平凡なことであるが、木材の腐朽または腐朽菌に関係する研究者にとつて、重要なことである。本文では単なる木材の腐朽については全く触れない。問題を林木の材質腐朽病に限り、わが国における研究のあらましを述べ、今後の問題点を考えてみる。

1. 材質腐朽病研究の諸目標

立木の材質腐朽病の研究にもいくつかの立場がある。一つは木材利用の立場から行なうものである。たとえば林業の生産目標である木材が立木時代から腐朽菌に侵されれば、当然その材質は物理的にも化学的にも変質をきたしている。したがって腐朽病に侵された材の利用法の研究が望まれるわけであるが、これは生物学の範疇から離れた問題である。

つぎに腐朽病に侵された立木は当然材 価 が 低 くな

る。そこで丸太の売買に当つては妥当な評価がむずかしい。要するに売手は少しでも高く、買手は少しでも安いことを望むのであるが、その間には合理的な一致点が発見されなければならない。そこで、細かいことは別として、丸太の木口に現われた腐朽の状態から、内部の腐朽の進捗状態を推定することが必要となる。腐朽の進み方は樹種、腐朽菌の種類、腐朽病の病歴などによつて異なり、腐朽材による腐朽菌の検定、腐朽度の診断などの広く深い基礎研究が必要になつてくる。この方面の研究は米、カナダなど天然林に依存し、その資源の合理的利用を主体とする林業国では特に重要である。したがってこれらの国では多くの研究がなされているが、日本では亀井らの断片的研究がある程度である。しかし、これは生物学の範疇に属する研究である。

第三は、これを病気として捕え、防除の対象としてとり組む立場である。この研究は、日本のように、人工林の育成に重点をおく林業国では、きわめて重要である。しかも、これは全く生物学の問題であり、病理学・森林医学の重要な研究課題である。

第四は森林の風害の誘因としての材質腐朽病の研究である。この研究は風害の疫学的研究に重要な役割を占め、さらに植生遷移の問題にも関連し、この研究は林業的にも生物学的にもきわめて興味ある問題に発展するのである。

2. 立木の材質腐朽病に関する 病理学的研究

A. 病名の診断

(1) 腐朽菌の分類同定に関する研究 材質腐朽病の病原菌はきわめて種類が多い。その多くは担子菌類のヒダナシタケ目 (Aphyllloporales), マツタケ目 (Agaricales), 子囊菌類の球果菌目 (Sphaeriales) に属する。これらの菌の分類学的研究は古くは安田篤、川村清一らによつて行なわれ、ついで今井、今関、逸見らによつて発展したが、なおきわめて不十分であつた。戦後は今関、本郷、青島、亀井、佐々木らによつて進められてきたが、近年、生物学界において分類学

* 農林省林業試験場

に対する関心がうすく、この重要な基礎研究に関する理解が乏しくなっていることはきわめて遺憾である。このことはひとり材質腐朽病の分野だけでなく、植物病理学界に共通することであり、さらにわが国の生物学界における由々しい問題と考えられる。

(2) 腐朽菌の培養による菌の同定 腐朽病に侵された寄主体上には菌の子実体が形成されていない場合の方が多い。また培養によつて子実体を形成させることも困難な場合が多いので、培養上の特性に基づいて種名を同定することが必要となる。この方面の研究には、英・米・加などにすぐれた研究があり、欧米と共通種が多い日本の腐朽菌の同定に大いに役立つが、なお、わが国独自の研究を必要とすることはいうまでもない。

(3) 腐朽材による同定 病兆によつて病名を診断するように、腐朽材によつても材質腐朽病を診断同定することはあるていど可能であり、またそれは必要である。この方面の研究は戦前は逸見、赤井、北島、亀井らにより、戦後は亀井、青島らにより進められたが、もちろんまだ不十分である。

腐朽病に正しい診断同定を下すことは、医学的研究の基礎である。これに対して以上三つの角度からの研究についてのべたが、これらを総合することによつて正しい分類学的結論が得られるのである。

B. 材質腐朽病の生態学的研究

林木の材質腐朽病は薬剤散布のような直接的防除手段では防げない。それどころか、いかなる手段をとつてもこの病気を防ぐことは困難であるといつてもよい。しかし病気を防ぐことはできなくても、材質腐朽病の被害は防がなければならないのである。なぜならば、この病気は材質腐朽という直接的損害だけでなく、後に記すように風害を誘発するという間接ではあるが、きわめて重大な損害を招くからである。

腐朽病害に対する対策は腐朽病による実害が発生する前に森林を伐採利用すること、すなわち被害回避にある。伐期を5年、10年早めることによつて実害を免かれることができ、また1日早く切れば風害を免かれることさえあるのである。しかし、そのためにはつぎの二つのことを知らねばならない。1) 森林の健康状態(腐朽病罹病の程度)について正しい診断を下すこと。2) これから育てる森林に対してはその将来の腐朽病発生を予知することである。そこに材質腐朽病が、他の病気とくに一年生作物の病気とちがった性格があり、しながつて研究の取り組み方にも大きな差があらわれてくる所以がある。そして、この研究の特長

は腐朽病発生の生態学的研究、すなわち疫学的研究に重点をおくことにある、ということができる。

材質腐朽病の疫学的研究は昭和 27～29 年に行なわれた石狩川源流原生林総合調査に菌害班として参加した今関・青島⁹⁾らによつて端緒が開かれた。この調査によつてこの地域のエゾマツ・トドマツ原生林における材質腐朽病の実態が明らかにされ、またその生態学的研究の意義についての認識も深められた。このことについて、横田²⁴⁾は“この方面の研究の進め方について大きな示唆を与えた”と述べている。

石狩川源流のエゾ・トド原生林は北海道の代表的な森林といわれたが、この調査によつて、その外観の健康さに反し実はきわめて多くの木が材質腐朽病に侵されていることが明らかになった。とくにはなほだしいのは後述するように根株腐朽病で、その被害率はエゾマツ 30% 余、トドマツ 50% 以上に達していた。また腐朽菌の種類がきわめて多いこと、被害率、腐朽の程度、腐朽病の種類などは立地条件や森林の構造によつて著しく異なることなどが明らかになり、林木、病原菌、環境の関係を生態学的に探究することなくしては、腐朽病対策はたてられないこと、および、腐朽病対策が少なくとも北方林業の経営に重要な意義をもつことが明確にうちだされた。

これらのことは、昭和 29 年の春秋 2 回にわたつて北海道をおそつた風害跡の調査により、また、その後、北海道各地において、あるいは本州の亜高山帯森林において行なわれた幾つかの調査研究により一層裏付けられるに至つた。

しかしながら、これらの研究はまだ緒についたばかりで、材質腐朽病の実態はほとんどつかまえていないといつてよい。したがつてその生態学的知見はきわめて不十分である。いうまでもなく、この病気に対する、というよりも病虫害についての林業界一般の認識がきわめて低いためであつた。このことは林業における最大の問題点の一つである。

以下、生態的性質を異にする幹の辺材・心材の腐朽病と根株腐朽病と項をわけて近年の研究をふりかえつてみる。

C. 幹の辺材腐朽病

幹の辺材腐朽病として注目されるものに、ヒバ、モミ、トドマツなどの溝腐れ病とスギの非赤枯性溝腐れ病とがある。

ヒバ・トドマツの溝腐れ病はモミサルノコシカケ(*Phellinus hartigii*)によつておこる。本病については戦前に北島¹⁴⁾の研究があるが、主として病原学的研究

にとどまつている。したがって、その防除法についても、“被害樹およびきのこを除く”，といった常識的な解答しか与えられていない¹⁴⁾。しかし、真の予防法はこの病気が発生するような造林地を作らないことである。筆者らは札幌付近のトドマツ造林地で 30 % 余のトドマツが罹病し、ほとんど無価値なものとなつてゐる例を見た。これを疫学的に考察すると、家畜の林内飼育と密接な関係があると推論した。それは施肥→肥大成長→耐寒性の低下→寒害→菌の侵入の関係か、あるいは不自然な枝打ちのためかその何れかであると考えられた。このことは、最近流行する林地施肥について、とくに寒地林業では警戒する必要があることを示唆するものである（今関・青島、未発表）。筆者はこれに類する例をミンガン大学の演習林におけるオウシュウトウヒとニセアカシアの混交林で見ている。

スギの非赤枯性溝腐れ病は山武杉の造林地で戦後発見された辺材腐朽病である。病原菌はサビイロアナタケ属 (*Fuscoporia*) の一種で（青島、未発表）生態的にはモミサルノコシカケに近い。被害はしばしば激甚で、一造林地が全滅するような場合がある。今関⁹⁾らの研究によれば、菌の主要な侵入門戸は細い枯枝が落ちた傷あとである。菌は辺材腐朽菌であるから、つぎの心材腐朽菌のように太い枯枝を必要としない。割箸ていどの枝が枯れたあとからでも侵入する。

山武杉は千葉県山武地方で古く選抜育成された品種である。種々な特長のうち、耐乾性が強く瘠地にも生育しうること、枝が細くて枯れ上りが早いことはとくにすぐれた長所であるが、この長所が環境の選択と保育を誤ると、かえって欠点となるのである。本病はその意味において病理学的にも造林学的にも興味ある問題を提供するのである。

細い枯枝が菌の侵入門戸となることは、1) 患部の中心に常に枝のあとがあること、2) 枝が太く枯れ落ちにくい土地の在来杉ではこの病気が見られないこと、3) 同じ山武杉でも、林縁木の外側の面は枝が幹の基部から張つており、そこには患部はないが、枝が枯れ上つている内側の面にだけ患部が限られていること、4) その他解剖的観察などによつて確かめられる。したがって、病気の予防法は、枯枝をつくらないこと、すなわち早目に枝打ちを行なうことになる。事実、山武地方では昔から丹念な枝打ちが実行されており、この病気は従来とくに問題にされなかつた。しかし、もしも枝打ちを怠るならば山武地方でも本病は発生するのである。山武杉の名声にのみおぼれて山武地方と同じような立地にこれが植栽された場合に、適切

な保育技術である枝打ちの導入を忘れるならば、重大な被害を被むることになるのである。近年、林業では林木育種熱が高まり、また枝打ち無用論が流行するが、育種一辺倒や生態学理念を無視した画一的枝打ち無用論はきわめて危険である。

山武杉の本病が品種の特性と瘠せ地という立地条件との合作現象であるとの推理から、もしも山武杉が肥沃な土壤に育てられるならば、落枝の傷は早くまきこまれ、したがって菌の侵入を許さないはずである。筆者はこの仮定にもとづき、千葉県中南部のスギの適地における山武杉の造林地を調査することによつて、この疫学的推理の妥当性を確認した。

以上のことから、山武杉の非赤枯性溝腐れ病の予防は、1) スギの適地に植えられる場合には病気はでない、2) もしも山武地方のように雨が少なく、土壤は乾きやすく、有機質に乏しい条件に植えられる場合には、発病のおそれがあるので、早目に枝打ちを行ない、さらに施肥によつて樹勢を高める、ということになる。

ここで、とくに付記したいことは、この結論を得るまでに、一つも実験が行なわれていないことである。この結論はつぎのような過程で得られた。すなわち、発病地の観察、病原菌の同定→生態学的防除論に立脚した思索による仮説の設定→立証（実験的立証ではなく、既往の造林地を実験にかえる）→結論の順序である。もしも、これを実験的立証にこだわるならば、結論を得るまでに 10~30 年を要するであろうし、あるいはまた現在の実験技術では立証は困難であるかも知れない。

D. 幹の心材腐朽病

この類に属する腐朽病はきわめて多い。戦前に行なわれた山野^{27, 28)}のエゾマツの白斑性心材腐朽病に関する研究はきわめてすぐれたものであるが、これはエゾマツの天然林における被害に関するもので、戦後の日本林業が短伐期の人工林育成に切替えられた今日では、問題の焦点もまた変つてきた。一般的にいつて、幹の心材腐朽病は 50 年以上の長伐期経営では問題になるが、それ以下の短伐期林業では比較的被害が少ない。しかし、それにもかかわらず 40 年生ぐらいのカラマツ造林地において、激害をこうむる事例があることがわかつてきたことはカラマツ造林の将来のために軽視できない。

心材腐朽病菌の侵入門戸も前者と同様に幹に形成される傷口である。ただし心材腐朽菌は心材を露出するような傷から侵入するもの故、枯枝が菌の侵入門戸と

なる場合には、その枯枝は心材を形成するまでに至つたものでなければならない。したがつて、山武杉の溝腐れ病の場合よりも感染の危険期は遙かにおくれるわけである。

富士山東南面の 1000~1300 m 付近のカラマツ 40 年生の造林地では、ミヤマシロヒメアミタケ (*Trametes heteromorpha*)・チウロコタケモドキ (*Stereum sanguinolentum*) などによる心材腐朽病がはなはだしく、時として被害は 60~80 % に及んでいる。この造林地については、樹病学、造林学、土壌学、気象学の専門家により病理生態学的共同研究が行なわれた (未発表)。究明すべき急所は、菌の侵入門戸となる枯れ枝が、いついかなる条件でできるか、それを防ぐことができるか否かということである。その結果、最初の危険期は植栽後 20 年頃であり、それは土壌条件と気象条件とがカラマツに不適当で、水の蒸散と吸収との間にアンバランスが早くおこること、しかも空気中の高い湿度が菌の侵入を容易にするためであろうと考えられた。

この場合もまた早目の枝打ちによつてある程度防ぎうる見込みがあるが、カラマツの枝打ちは不定芽の発生を促がし、傷あとに大きな節をつくる。そのために枝打ちによつて病気を防ぐことはできても、材に別の意味の重大な欠陥を生じる恐れがあるので、スギと同じような保育は困難と考えられる。結局、伐期を短縮するか、造林樹種をかえるか、その何れかをとらねばならないということになる。

E. 根株腐朽病

わが国の林業で根株腐朽病として注目されたものは、カイメンタケ (*Phaeolus schweinitzii*) によるカラマツの心ぐされ病であり、古くは明治 37 年に白沢によつて報告され、その後北島¹³⁾の研究がある。しかし、針葉樹林の根株腐朽病について広く観察し、この研究の端緒を開いたのは今関らである。今関らの石狩川源流のエゾマツ・トドマツ天然林の調査⁸⁾によると、両樹種とも被害ははなはだしく、その本数被害率はトドマツで 50% 余、エゾマツで 30% 余に達した。その後、亀井¹⁰⁾、佐々木・横田^{17,18,20)}らによつて行なわれた北海道各地での調査を総合すると、エゾマツ・トドマツの過熟林ではエゾマツ 30~40 %、トドマツ 50~55 % が根株腐朽病に冒されているといつてよい。また本州亜高山帯のシラベツガ、木曾のサワラなども根株腐朽病に冒されており^{1,3,4)}、また各地のカラマツ造林地でもしばしばはなはだしい被害をうけていることが明らかになった。このことは、後に述べる風害と

深い関係があり、重要な事実である。

根株腐朽菌は種類がきわめて多く、上記の諸氏の研究により、カイメンタケ、マツノネクチタケ (*Fomitopsis annosa*)、トドマツオオウズラタケ (*Tyromyces balsameus*)、エゾノサビイロアナタケ (*Fuscoporia weirii*)、キンイロアナタケ (*Poria subacida*) などがとくにははなはだしい被害を起していることが明らかになった。このうちマツノネクチタケとエゾノサビイロアナタケとは、前者は欧米、後者は北米大陸において単に材質腐朽病菌としてだけでなく、立木を枯死せしめる病原性の強い菌として重視されている菌であることに注目する必要がある。いずれもわが国では未だそのような被害を見ていないが、これらの悪質の菌がともに広く存在することを警戒しなければならない。すなわち、森林の取り扱い如何によつては、欧米と同様の被害をうける危険があるからである。

一般に根株腐朽病は地下部、すなわち根の枯損部から侵入する。そこで、そのような侵入門戸が根にできる原因と時期とを知ることが、防除対策をたてる基礎になる。この侵入門戸は傷または根の枯損部という言葉で置き換えられるが、それは寄主体の環境とくに土壌条件に対する反応の結果できるものである。したがつて根株腐朽病の発生を左右する最大の要因である環境条件とくに土壌条件を知らねばならない。今関らは前記の総合調査報告⁸⁾で、とくに根株腐朽と立地の項を設けて、この方面の研究に端緒を開いた。

多くの根株腐朽病は土壌の理学的性の不良、地下水位が浅いこと、浅い表土の直下に不透水層がある所に多発する^{1,3,4,8)}。たとえば、石狩川源流の奥山盆地は洪積世初期に噴出された溶岩流で出口がせきとめられてできた湖があつたといわれる。その際にできた湖底の堆積土は現在層をなして地下に埋まつているが、この湖底層の深淺と根株腐朽病の発生との間にきわめて密接な関係があるのである。このことは、今後の造林に当つて、この病気に対する土壌の健否を判断する一つの手がかりとなるのである。

これに対して、エゾノサビイロアナタケは排水良好な土壌に多発する傾向がある⁸⁾。このことは菌の病原性の強さを暗示するものと考えられる。

いずれにしても、根株腐朽病の発生は寄主・菌・土壌の三つの条件の関係で左右されるものであり、したがつてこの研究には病理学、造林学、土壌学の三者の協力が必要である。数年来、林業試験場では、カラマツ造林不成績地の総合調査が行なわれ、かなり見るべき成果をあげつつあるが、まだ報告されるに至つていな

い。しかし、このような共同研究がわが国では比較的低調であることは遺憾であり、大きな問題点である。

F. 材質腐朽の進行速度

立木体内における腐朽の進行速度を明らかにすることは、侵入の時期の推定、防除対策の樹立、伐期の決定のために必要である。この点については山野²⁷⁾、その他が樹幹解析あるいは接種試験などによつて確かめつつある。菌および樹種によつて異なるであろうが、1年間の進行速度は繊維の方向に約 20~30 cm (トドマツ対マツノネクチタケ^{16, 22, 26)}、35~40 cm (カラマツ対ミヤマシロヒメアマタケ²³⁾) とされた。さらに活発な研究が望まれる。

G. 材質腐朽病の外部からの診断法

この診断は択伐木の選定、森林の健康度の判定にきわめて望ましいが、従来は幹を斧でたたくという名人芸にたよること以外になかった。飯塚⁶⁾は放射能同位元素 ⁶⁰Co および Ra を選び、放射される γ 線を幹に通過させ、透過放射線を G-M カウンターで測定して、腐朽部の存否・程度を知ろうとした。実用的価値は別として、適中率は 90% 以上であつたという。さらに、多角度からの研究が望まれる。

3. 腐朽病と風害、風害発生の疫学的研究

立木の心材腐朽病は必ずしも樹木の生理的健康には重大な影響を及ぼさない。しかし心材腐朽病に侵された木は機械的強度が低下し、折れやすく、したがつて風害をうけやすくなる。このことは戦前の逸見⁵⁾、戦後の多くの調査^{7, 9, 10, 12, 23, 25)} によつて明らかに指摘されている通りで、改めて数字をあげるまでもない当然のことである。この意味において、林木の材質腐朽病の研究は、単に材質腐朽による直接の損害を軽くするだけでなく、風害対策をたてるためにも重要な意義をもち、とくに日本のように台風の多い国では、その重要性はきわめて大きい。

風害はいうまでもなく風によつておこる被害であり、風力の大小によつて被害の量は左右される。しかし、同じ風をうけても森林によつて被害に差が現われることは、風害が風だけで起るものでなく、森林自体の風に対する抵抗力の違いが大きな役割を占めることを物語るのである。

風害をうけた森林を調べると、風害はつぎのような型で現われることが判る。林分的に見るならば、1) 皆伐型、2) 群状択伐型、3) 間伐型であり、単木的に見れば、1) 根返り、2) 根元折れ、3) 幹折れ、4) 梢または枝折れなどのタイプである。このような

差は、風力、樹種(樹形、根張り、樹令)、土壌、地形などの条件の違いから起るが、同時に林木の丈夫さを弱める材質腐朽病の多少とか病状の進展程度が優先的な条件となることが少なくない。そして、とくに *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Tsuga* などに多い根株腐朽病が風害発生の重大な誘因となるのである。

根株腐朽病は腐朽部が概して地上部 1~3 m 程度で止まるが、この部分の幹の強度の低下は、風折れとくに根元折れの原因となる。しかも、前記のように根株腐朽病はエゾマツで平均 30~40%、トドマツで 50% 以上の発生率を示しているの、根元折れが集団的に高い率で現われる場合が珍らしくない。したがつて、このような箇所は根株腐朽病の被害率が高い森林であり、また根株腐朽病が発生しやすい立地条件であることを物語っている。

腐朽病罹病木は風で折れやすい。しかし、その耐折力は腐朽の程度によつて異なるのは当然である。いま、腐朽の程度を、折れ口の腐朽部の直径/幹の直径で現わし、どの程度の菌害木が根元折れを示したかを見ると、

- A 1954, V-9, (温帯性低気圧), 風速 15~22 m*,
風折木の 90% は腐朽度 0.5 以上のもの
- B 1954, IX-26 (15 号台風), 風速 26.7~37.2 m
風折木の 90% は腐朽度 0.3 以上のもの

この表 A から、腐朽度 0.5 の林木は 20 m 前後の風で折れるということ、そのような病木が林分内に 30% あれば、20 m 程度の暴風で 30% 程度の風害(根元折れ)が生じるということなどを示すのである。風速 20 m の暴風は日本では珍らしくない。暴風 B は風速 26.7~37.2 m で北海道では記録的に強大なものであつた。この風では、腐朽度 0.3 以上のものが根元折れを起した。以上のことから、風折木の腐朽の程度を測定することによつて、風速を逆算することもできるわけである。また、腐朽が 0.5 以上に進めば、20 m 以下の弱い風でも風折れを起すことも考えられるわけで、その例は昭和 27 年 5 月に層雲峡に発生した小規模な風害で認められた。

以上は風害に関する疫学的探究の一部である。従来、森林の風害の調査は主として気象学者によつて行なわれた。風害の主因が風であるから当然のことであるが、それだけでは風害を回避することはできない。いつ、いかなる暴風がどこに襲来するかは予知できないし、暴風を鎮めるような殺風剤はないからである。

* 室蘭、苫小牧、倶知安、岩見沢、上川の 5 カ所の記録¹⁹⁾。

風害対策は風害に強い森林を育てることと、風害に弱い森林を風害発生以前に伐採することであるといつても過言ではあるまい。しかし、このような研究は気象・造林・土壌・樹病などの多方面な専門家の共同研究によつてのみ可能なものであり、しかもこの研究を進めるためには風害に対する疫学的探究の理念が貫かれなければならないことを強調したい。

おわりに

本文は植物病理学の常道からすればきわめて異例なものであろう。しかし、それは材質腐朽病という特殊な病気——病気の原因は菌の侵入をうけた数十年～数百年の遠い過去にあつた、若い森林では数十年～数百年後の健康状態を予察しなければならない、今日の原因は数十年～数百年後に結果を現わすという特殊な病気——を対象とするためであることを理解し、諒とされたい。

引用文献

1. 青島清雄 (1952). 日林誌 34 : 305-307.
2. 青島清雄・林 康夫・遠藤 昭 (1963). 日林誌 45 : 125-126.
3. 遠藤 昭 (1960). 山梨林試報 No. 9 : 1-18.
4. 遠藤 昭 (1962). 73 回日林大会講演集 246-248.
5. 逸見武雄 (1935). 植物及動物 3 : 307-327.
6. 飯塚徳義 (1956). 東大演習林報 No. 52 : 143-163.
7. 今関六也・青島清雄 (1955). 日林誌 37 : 413-416.
8. 今関六也・青島清雄 (1955). 石狩川源流原生林総合調査報告 II, 2, 菌害, 239-271.
9. 今関六也 (1960). 防疫ニュース 9 : 230-235.
10. 亀井専次 (1958). 北海道風害森林総合調査報告 IV, 病害及び菌害, 231-290.
11. 亀井専次 (1959). 北方林業叢書 XII : 77-160.
12. 亀井専次・五十嵐恒夫 (1957). 67 回日林大会講演集 272-274.
13. 北島君三 (1928). 林試報 No. 28 : 75-94.
14. 北島君三 (1931). 林試報 No. 31 : 41-62.
15. 小野 馨 (1951). 山梨林試報 No. 4 : 15-30.
16. 小野 馨・横田俊一 (1959). 日林誌 41 : 495-498.
17. 佐々木敏雄・横田俊一 (1955). 演習林 (東大) No. 10 : 15-21.
18. 佐々木敏雄・横田俊一 (1956). 東大農演報 No. 52 : 75-87.
19. 玉手三稜寿 (1958). 北海道風害森林総合調査報告 II, 気象, 101-174.
20. 横田俊一 (1956). Bull. Tokyo Univ. For. No. 52 : 165-171.
21. 横田俊一 (1957). 東大農演報 53 : 139-148.
22. 横田俊一 (1959). 69 回日林大会講演集 376.
23. 横田俊一 (1959). 北方林業 No. 120 : 14-15.
24. 横田俊一 (1961). 北方林業 No. 145 : 28-31.
25. 横田俊一 (1961). 北方林業 No. 148 : 24-30.
26. 横田俊一 (1962). Bull. Tokyo Univ. For. No. 56 : 333-348.
27. 山野義雄 (1931). 札農林会報 No. 105 : 135-171.
28. 山野義雄 (1932). 日林誌 14 : 922-933.