

ニホンカラマツとグイマツにおける根株腐朽被害比較の一例

森林総合研究所北海道支所 山口 岳広

はじめに

ニホンカラマツ (*Larix kaempferi*: 以下カラマツと称する) は本邦中部地方の亜高山帯を中心とした地域に天然分布し、造林樹種として本州中部・東北地方を中心に戦後大面積に植栽され、北海道にも明治以降に移入されて本州同様大面積造林がおこなわれている。一方、グイマツ (*L. gmelinii* var. *japonica*) は泥炭層の花粉分析結果から洪積世には北海道にも分布の記録があるが⁽⁴⁰⁾、現在は南千島やサハリン・カムチャツカに天然分布が見られる⁽¹⁵⁾。グイマツは、カラマツに比べ生長は遅いがエゾヤチネズミの食害を受けにくい^(4,7,8,10,20)ことから、野鼠の食害に比較的強いグイマツと初期生長の良いニホンカラマツの交雑育種によって対鼠性に優れたグイマツ雑種 F₁ が作り出され^(36,19,13)、北海道において広範囲に植栽されている。

また、グイマツは対鼠性ばかりでなく耐兎性や耐雪性⁽⁹⁾があることや、エンケリオブシス胴枯病^(18,32)、ナラタケ病⁽⁶⁾、落葉病^(33,41)、先枯病^(5,11,29,34,42)などの病害についてもカラマツと比較した感受性・抵抗性の研究がなされている。

一方、根株腐朽病害に関しては、北海道大雪山系のグイマツ人工林での根株腐朽被害が報告されているが⁽³⁷⁾、他のカラマツ類との比較については、これまでに明らかにされていなかった。グイマツ天然林の成立立地はほとんど低湿地で^(35,39)、カラマツに比較して耐湿性も高いとされている^(18,35)。そのため根株腐朽被害に対する耐性も高い可能性が考えられるが、その実態について調べられた例はほとんどなかった。今回、ほぼ同一な立地条件下で隣接して植栽されたカラマツとグイマツ林分がほぼ同時に間伐される機会があり、両種の根株腐朽被害の差異を比較することができたので報告する。

材料と方法

1) 調査地の概況

調査地は、札幌市豊平区羊ヶ丘森林総合研究所北海道支所実験林内のカラマツ (0.97ha) 林分とグイマツ (1.00ha) で隣接して植栽されている。傾斜はほとんど平坦～非常に緩やかな傾斜地で、土壌は Bd および Bld、標高は約 160m である。どちらも 1973 年 11 月に植栽を行ない、カラマツの林分は 1997 年初冬と 2000 年秋に、グイマツ林分では 2000 年秋に定性間伐が行われた。この間伐による伐採木の伐根を対象に腐朽被害調査を行なった。調査時の林齢はカラマツが 24 年生と 27 年生、グイマツが 27 年生である。なお、両林分とも 2004 年台風 18 号による風倒被害を受け、カラマツ林分はほぼ倒壊、グイマツ林分は部分的な倒壊を生じた。

2) 測定方法

間伐後にカラマツ林分は 1998 年 5 月と 2001 年 5 月、グ

イマツ林分では 2001 年 5 月に伐根面の長径および短径(樹皮を含む)を測定し、腐朽の有無を肉眼で判定した。調査本数はカラマツが 275 本、グイマツが 210 本であった。伐根面で腐朽があるものはその長径および短径を測定した。伐根の直径はこの長径と短径の平均値で表した。伐根面の面積および腐朽断面積についてはそれぞれを楕円とみなして面積を算出した。伐根面の腐朽断面積比率(以下単に腐朽断面積比率と称する)は腐朽断面積を伐根面の面積で除した数値(%)で表した。

3) 腐朽菌の分離

根株腐朽菌の種類を判別するために、間伐後翌年の春に各腐朽伐根からできるだけ新鮮な腐朽材を採取し、滅菌済み試験管に入れて実験室に持ち帰った。菌の分離には通常の PDA 培地(栄研化学製)、あるいはペノミルを培地 1L あたり 5mg 添加した培地を用いた。採取した腐朽材小片は直接あるいは滅菌蒸留水で洗浄後に平板培地上に静置し、出現した腐朽菌を分離培養して純粋培養を得た。これらは菌叢の形態や光学顕微鏡による形態の観察を行ない、既往の文献^(21,31)などと照合して同定を行った。

結果

1) 腐朽被害本数と伐根径級別の頻度分布

調査したカラマツおよびグイマツの健全木・腐朽木別の本数を表-1 に、伐根径級別の頻度分布を図-1 に示す。カラマツでは 275 本のうちの 55.3% にあたる 152 本と、非常に高い比率で腐朽が観察されたのに対し、グイマツの測定木 210 本のうち腐朽がみられたのはわずか 4 本 (1.9%) であった。グイマツの伐根径はカラマツの伐根径に比べて小さかったが、いずれの樹種でも腐朽被害木は伐根径 10cm 以上の個体であった。また、伐根の直径階が増大すると腐朽木本数比率が高くなる傾向が見られ(図-1)、特にカラマツでその傾向が顕著であった。

2) 腐朽断面積比率の頻度分布

図-2 に両樹種の伐根面における腐朽断面積比率の頻度分布を示す。カラマツの根株腐朽では 20% 以下の腐朽断面積比率であった個体は腐朽木全体の 63% にあたる 95 本であったのに対し、それ以上の腐朽断面積比率を持つ被害木

表-1 調査したカラマツ・グイマツの健全木と腐朽木の本数

樹種	カラマツ	グイマツ
調査本数	275	210
健全木本数	123	206
腐朽木本数	152	4
腐朽木本数比率%	55.3	1.9

Takehiro YAMAGUCHI (Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Sapporo 062-8516)
A case study on the comparison of butt-rot incidence between Japanese and Kuril larch.

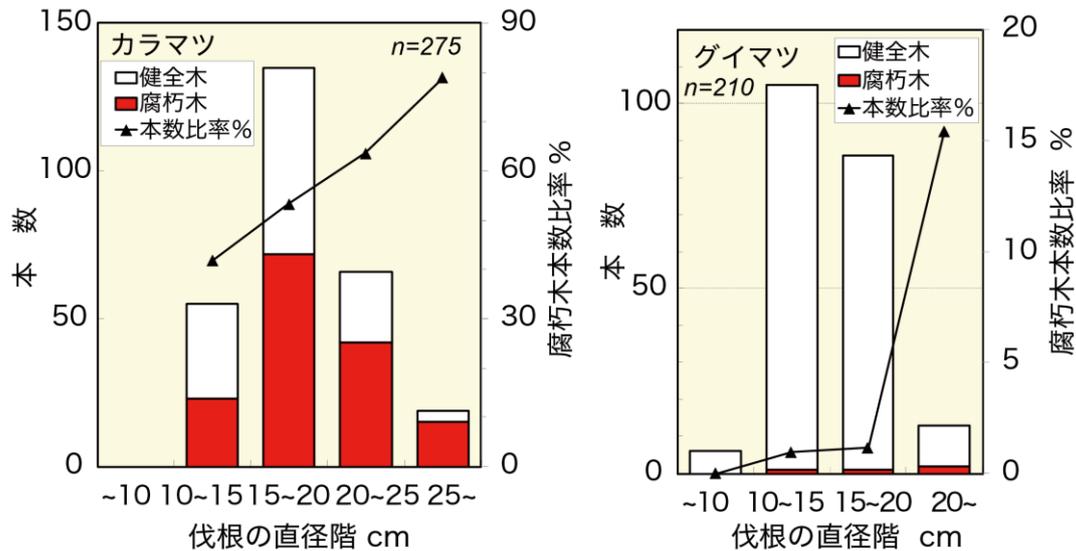


図-1 カラマツ (左)・グイマツ (右) 伐根直径階別の腐朽木・健全木の頻度分布と腐朽木本数比率

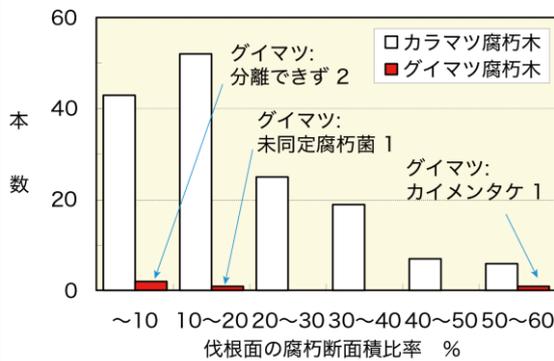


図-2 カラマツ・グイマツの腐朽断面積比率の頻度分布とグイマツ腐朽木から分離された腐朽菌

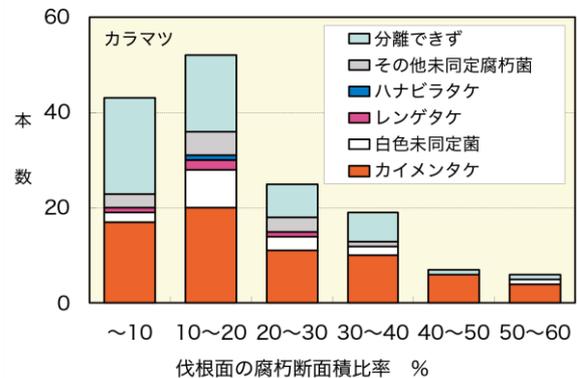


図-3 カラマツ根株腐朽木から分離された腐朽菌別に見た腐朽断面積比率の分布

表-2 カラマツ・グイマツ腐朽木から分離された腐朽菌の種類と構成比率 (%)

腐朽菌の種類	カラマツ		グイマツ	
カイメンタケ	68本	44.7%	1本	25.0%
レンゲタケ	4	2.6	0	0.0
ハナビラタケ	1	0.7	0	0.0
白色未同定菌	16	10.5	0	0.0
その他未同定腐朽菌	12	7.9	1	25.0
分離できず	51	33.6	2	50.0
計	152	100.0	4	100.0

も全体の約 1/3, 57本を占めており, 50%を超える腐朽断面積比率の被害木も 6本あった。一方, グイマツにおける腐朽断面積比率は, 腐朽木 4本のうち最大値は 56.4%と大きかったが, その次は 12.6%, 残り 2本はそれぞれ 4.6%, 2.4%とわずかな腐朽断面積比率であるものが多かった。

2)分離された腐朽菌の種類

腐朽木から分離された菌の種類にも, カラマツとグイマツでは明らかに違いがみられた。カラマツでは代表的な根

株心腐病菌 (腐心病菌³⁰⁾)であるカイメンタケ (*Phaeolus schweinitzii*) が最も多く分離され (表-2, 図-3, 図-4左), 腐朽木の 44.7%は本菌による根株腐朽であった。頻度は低い, カラマツの根株腐朽病菌であるレンゲタケ (*Postia balsamea*; 図-4中)やハナビラタケ (*Sparassis crispa*) も出現した。また, 白色の菌糸束を生じる菌叢が特徴である未同定の担子菌がカイメンタケについて多く分離された (表-2, 図-3)。この菌は多重クランプを有し, 菌叢の形態および顕微鏡的な特徴は Ohosawa ら⁽²⁵⁾が本州のカラマツで分離している未同定菌と類似していたが, 種の同定には至らなかった。

一方, グイマツ腐朽木のうち最大の腐朽断面積比率を示した伐根 1本 (図-2, 図-4右)からはカラマツと同じくカイメンタケが分離された。次に大きい腐朽断面積を持つグイマツから分離された糸状菌は, 最初白色で綿毛~羊毛状の菌叢で, クランプコネクションを有していた。また, 培地上の菌糸に α -ナフトールを滴下すると紫色に変色し, 白色腐朽の担子菌である⁽³¹⁾ことが判明した。しかし, その他の分類の手がかりとなるような形態上の特徴はみられず, 同定はできなかった。また, 残りの 2本については,



図-4 左：カラマツ根株腐朽木伐根上に発生したカイメンタケ子実体，中：レンゲタケ子実体（中央白色）が発生途中のカラマツの根株腐朽木伐根，右：カイメンタケが分離されたグイマツの根株腐朽木伐根
左と中は1999年7月30日，右は2002年9月10日に撮影。

腐朽菌と思われるような担子菌類は分離できなかった。

考察

1) カラマツとグイマツの腐朽被害の差異

今回の調査したカラマツとグイマツの林分では、立地条件と樹齢がほぼ同一でありながら本数被害率も腐朽断面積比率も大きく違っており、腐朽被害に差があることが明らかとなった。調査したカラマツ林分は本数被害率が5割を超えており、この林分はカラマツの根株腐朽被害を生じやすい立地条件であると推測されるが、そのような状況下であってもグイマツ林分には根株腐朽被害が発生しにくいことが示唆される。ただし、今回は調査地1箇所での比較であることから、できれば同様の条件が揃った複数の林分において比較を行なったの検証が必要であろう。

一般的にカラマツの根株腐朽が生じる原因としては、根株や太根にできた傷口か枯死した根部^(12,17,30)で、侵入門戸となる根の枯死は地下水位の高い過湿条件の土壌で根が枯死し、そこから腐朽菌が侵入すると見られている^(12,30)。一方、グイマツは千島・サハリンなどで湿地帯に自生し、根系も浅根性で過湿条件に適応し^(18,35,39)、カラマツに比べて浅根性である⁽⁹⁾とされている。したがって、このような根系形態の違いが腐朽を起因する病原菌の侵入口の形成に影響を及ぼしている可能性が考えられるので、今後グイマツ根系内の腐朽やその侵入口の形成状況をカラマツと比較してみることも必要であろう。

なお、伐根の直径階が増大すると腐朽木本数比率が高くなる傾向が特にカラマツで顕著に見られた(図-1)。これに関しては、カラマツの小さい個体で罹病率が高い⁽²⁾という報告がある一方で、複数の調査地での比較から大径木と小径木での本数腐朽率に有意な差が見られない⁽³⁸⁾という結果も出されている。したがって、単純に1地点だけの調査だけでなく複数の調査地での比較がこの傾向を判断するために欠かせないと考えられる。

2) カラマツとグイマツの根株腐朽菌の種類

今回の調査では、カラマツ腐朽木から既報の根株腐朽菌^(1,2,3,14,16,23,24,25,26,27,28)のうちカイメンタケ・レンゲタケ・ハナビラタケなど主要な種類が分離されており、特にカイメンタケの分離率が高いなど、出現腐朽菌の種類から見ても典型的なカラマツ根株腐朽(カイメンタケによる根株腐朽はカラマツ腐心病)被害地と言える。一方、わずかに生じていたグイマツの根株腐朽からは、1本のみカイメンタケ

によるグイマツの根株腐朽被害が観察され、その腐朽断面積比率もかなり高かった。カイメンタケは他のカラマツ根株腐朽被害林分の調査でも高率で分離されており^(17,25)、また腐朽の伸展度合も他の根株腐朽菌に比べて高い⁽²⁷⁾ことから、本菌はカラマツだけでなくグイマツに対する腐朽力も強いのではないかと考えられる。本調査でもカラマツ林分でカイメンタケの被害が多かったことから、調査時点で被害がわずかであったグイマツ林分でも本菌によるグイマツの被害が将来拡大していく可能性があるかと推測される。

カラマツとグイマツの腐朽被害を比較した事例は本報告が最初であるが、グイマツについての腐朽被害については、大雪山系において1954年の洞爺丸台風による風倒被害跡に植栽したグイマツの腐朽被害が調べられている⁽³⁷⁾。この地域ではエゾマツ・トドマツの老齢天然林に根株腐朽被害を及ぼしていたマツノネクチタケ・エゾノサビイロアナタケが、後継植栽樹種であるグイマツに根系感染していたと考えられ、腐朽率は約11%とそれほど高くないが、この2種の腐朽菌によるグイマツの根株腐朽が大半を占めていた。したがって、林分の立地条件やそこに生息する根株腐朽菌の種類に応じてグイマツでも多様な腐朽被害が生じることは十分考えられる。

3) まとめ

本調査では、隣接するカラマツ林でカイメンタケやレンゲタケ、ハナビラタケなどが出現したことから、腐朽菌の感染源はグイマツの林分にも存在している可能性は当然考えられ、すでに根系部分にはこのような腐朽菌が侵入している可能性もある。今回は間伐木の伐根面のみの調査であったため、根系の状況については明らかにはなっていない。今後、根株・根系部分での腐朽菌の侵入経路や、過湿などの環境ストレスあるいは腐朽菌の侵入に対する両種の生理的な反応の違いを明らかにしていくことや、腐朽菌の人工接種により進展速度の違いを明らかにする必要がある。さらに、腐朽病害は林木の加齢とともに増加していくことが一般的なので、年月の経過に伴う腐朽被害の推移についても今後検討していく必要がある。

引用文献

- (1) Abe Y and Kobayashi T (1989) *Fibroporia gossypina*, a new record from Japan. Trans. Mycol.Soc. Jpn. 30 : 357-363
- (2) 青島清雄 (1958) カラマツの腐朽. 森林防疫ニュース 7:

- 161-162.
- (3) 青島清雄・林康夫 (1962) カラマツ心腐れ病菌について. 日林講 **72** : 308-309.
- (4) 千葉茂 (1963) カラマツ属の育種に関する研究 (1) 野兔鼠害に対する樹種間の差異. 日林北支講 **12** : 109-114
- (5) 千葉茂・永田義明 (1963) カラマツ属の育種に関する研究(2)落葉病・先枯病に対する樹種間の差異. 日林北支講 **12** : 114-119
- (6) 千葉茂・小川章 (1965) グイマツ・ニホンカラマツのナラタケ病発生率と根系について. 日林北支講 **14** : 48-53
- (7) 千葉茂・永田義明・戸巻邦男 (1983) ニホンカラマツの耐鼠性の変異とグイマツ×ニホンカラマツ雑種との比較. 北海道の林木育種 **25** (2): 6-9.
- (8) 福地稔 (1987) 野外でのカラマツ類の耐鼠性比較. 日林論 **98** : 257-258.
- (9) 島山末吉・梶勝次 (1982) カラマツとグイマツとの種間雑種の耐野鼠性と耐風雪性. 北海道の林木育種 **23** (1) : 6-11.
- (10) 飯塚和也・久保田正裕・河野耕蔵 (1993) カラマツ類交雑家系の野鼠に対する抵抗性. 日林北支講 **41** : 175-177
- (11) 石倉信介・島山末吉 (1982) 先枯病に強いチシマ系グイマツ. 光珠内季報 **51**:1-5.
- (12) 伊藤一雄 (1974) 樹病学大系 III. 農林出版, 東京, 405pp.
- (13) Kita K, Fujimoto T, Uchiyama K, Kuromaru M, Akutsu H (2009) Estimated amount of carbon accumulation of hybrid larch in three 31-year-old progeny test plantations. *Journal of Wood Science*, 55: 425-434.
- (14) 北島君三 (1928) からまつ腐心病ノ病原菌ニ就テ. 林試研報 **28** : 75-94
- (15) 北村二郎・村田源 (1979) 原色日本植物図鑑・木本編 II. 保育社, 大阪, 545pp.
- (16) 小林正・阿部恭久 (1989) カラマツの材質腐朽菌-培養の諸性質と材腐朽力-. 日林論 **100** : 591-592.
- (17) 小岩俊行 (2002) カラマツ腐心病菌の侵入口. 日林誌 **84** : 9-15.
- (18) 倉橋昭夫・安達守・濱谷稔夫 (1982) カラマツ種間雑種の不良立地における生育. 北海道の林木育種 **25** (1):1-5.
- (19) 黒丸 亮・来田和人 (2003) グイマツ雑種 F1 の幼苗からのさし木増殖法. 北海道林業試験場研究報告. **40**:41-63.
- (20) 永田義明・戸巻邦男・千葉茂 (1989) グイマツ F1 (GL) 及びグイマツの耐鼠性の変異と選抜. 日林北支講 **37** : 4-6.
- (21) Nobles M.K.(1948) Studies in forest pathology VI. Identifications of cultures of wood-rotting fungi. *Can. Jour. Res. C*, **26**: 248-431.
- (22) 小川憲子・岡野哲郎・川崎圭造 (2007) 野辺山ステーションにおけるカラマツ心腐病の発生と腐朽量推定方法の検討. 信州大学農学部 AFC 報告 **5** : 35-41.
- (23) 大澤正嗣・勝屋敬三 (1985) 長野県八ヶ岳東部山麓におけるカラマツ造林木の根株心腐病罹病木および健全木の樹幹内菌類フロア. 日林論 **96** : 489-490.
- (24) Ohosawa M, Katsuya K, and Takei H (1994) Newly unidentified butt-rot basidiomycetous fungus of Japanese larch and method for baiting the fungus from the soil. *J. Jpn. For. Soc.* **69** : 309-314.
- (25) Ohosawa M, Kuroda Y, and Katsuya K (1987) Heart-rot in old aged larch forests(I) State of damage caused by butt-rot and stand conditions of Japanese larch forests at the foot of Mt. Fuji. *J. Jpn. For. Soc.* **76** : 24-29.
- (26) 奥村俊介 (1988) 長野県におけるカラマツ腐心病の発生状況とその対策. 森林防疫 **441** : 212-216.
- (27) 佐々木克彦 (1983) カラマツ間伐木の腐朽調査. 北方林業 **35** (4) : 12-18.
- (28) 佐々木克彦 (1986) 北海道におけるカラマツ造林木の腐朽菌害. 森林防疫 **416** : 194-199.
- (29) 佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男 (1962) カラマツ属各樹種の落葉病と先枯病に対する耐病性. 日林講 **72** : 301-303.
- (30) 白澤保美 (1904) 落葉松ノ腐心病. 林試研報 **1**:48-56.
- (31) Stalpers JA (1978) Identification of wood-inhabiting Aphylophorales in pure culture. *Studies in Mycology*, 16 Centraalbureau voor Schimmelcultures BAAN, Netherlands, 248pp.
- (32) 高橋郁雄・倉橋昭夫・高橋康夫 (1971) エンケリオプシス胴枯病によるグイマツ系カラマツ類幼齡植栽木の被害. 北方林業 **23** : 109-114.
- (33) 高橋延清・佐保春芳 (1961) 各種カラマツ類の落葉病に対する抵抗性比較 (予報). 日林北支講 **9** : 18-20.
- (34) 高橋延清・佐保春芳・高橋郁雄 (1966) 東京大学北海道演習林内で発生したカラマツ先枯病. 北方林業 **18** : 143-145.
- (35) 高橋延清・柳沢聡雄・久保田泰則 (1968) 雑種カラマツの生産と利用. (北海道林木育種叢書 **8**, 北海道林木育種協会, 江別, 157pp.) 31-48.
- (36) 高橋延清 (1983) グイマツ F1 時代の到来. 北方林業 **35** : 97-98.
- (37) 田中潔・佐々木克彦・山口岳広・坂本泰明・青島清雄 (1995) 菌類と腐朽被害. (石狩川源流森林総合調査(植生の遷移に関する調査研究) 報告書. 旭川営林支局・(社) 日本林業技術協会 357pp.) 279-313.
- (38) 山口岳広 (2008) カラマツ根株腐朽木と健全木における根株径の比較および根株腐朽被害と根株径サイズの関係. 日林北支論 **57** : 163-166.
- (39) 山崎次男 (1934) グイマツの天然分布と群叢の類別に就いて. 京大演報 **7** : 1-54.
- (40) 山崎次男 (1942) 花粉分析法による北海道洪積世に於ける *Larix* 分布の研究. 京大演報 **17** : 1-31.
- (41) 柳沢聡雄 (1960) カラマツの育種. 林業技術 **175** : 26-29.
- (42) 柳沢聡雄・斎藤幹夫 (1960) カラマツ先枯病に対する耐病性. 北海道の林木育種 **3** : 25-29.