

北海道におけるカラマツ人工林の立木腐朽

山根玄一*・薄井五郎*・北川善一*

Decay damage to stemwoods on afforested *Lalix leptolepis* GORDON in Hokkaido

Genichi YAMANE* , Goro USUI* , Yoshikazu KITAGAWA*

要 旨

カラマツの良質大径木生産が指向されているが、カラマツ林の立木腐朽についての実態がよくわからず、育成期間の延長に伴う腐朽量の増加について不安感が強い。そこで、カラマツの腐朽について全道的な実態調査を行い、さらに、根株腐朽と立地条件との関係について調査した。

腐朽木の出現状態については486カ所の伐根調査を行った。根元腐朽木の本数率は平均8.2%であった。そのうちネズミ害を含む傷をもつ腐朽木が5.2%を占め、根株腐朽が多発する林地は少なかった。また、根元からの腐朽の進行速度は傷の有無に関係なく遅く、根元からの腐朽木の林齢60年時点における腐朽高は平均1m程度であると推定された。根株腐朽の発生は、地形に関連し、風害跡地と停滞水を生じるような排水不良地に多い。

はじめに

カラマツの良質大径木生産が指向されているが、長伐期施業に伴う立木腐朽についての不安感が強い。

カラマツの立木腐朽の発生しやすい立地と腐朽の進行速度についての研究は、昭和54年度の北海道林業技術開発推進ブロック協議会でとりあげられ、林業試験場北海道支場(現・森林総合研究所北海道支所)によって進められた。腐朽菌の種類、腐朽の発生機構等についてはすでに報告されている(佐々木ら1982、佐々木1983、佐々木ら1983、佐々木1986)が、民有林の立木腐朽現況や腐朽の発生しやすい立地についてはなお不明の点が多い。

そこで、1985年に民有林カラマツの腐朽現況を把握するため、全支庁と林務署に依頼して全道的に腐朽調査を行い、さらに、1985・1986年に腐朽木多発地の立地条件について調査した(山根ら1987)。本報告はこれらの結果をまとめたものである。

調査にあたり多大のご援助を頂いた林業指導事務所並びに林務署の各位に、また、多くのご教示を頂いた北海道立林業試験場森林微生物科長村田義一氏、調査の一部を担当して頂いた江州克弘、寺沢和彦両氏に厚くお礼申し上げます。

なお本報告では、腐朽菌が根から侵入して生じた腐朽を根株腐朽という。

調査方法

1 カラマツ林腐朽調査

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079 - 01

〔北海道林業試験場研究報告 第28号 平成2年11月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No. 28. November, 1990〕

この調査は、全道民有林のカラマツ立木腐朽の全貌を把握するために、全支庁、全林務署に依頼して行った。調査は、腐朽木の出現率を把握するための伐根調査、根元腐朽のため切り捨てられる追上げ高などをつかむための伐倒現場での腐朽高調査、並びに伐根調査林分についての伐採時における腐朽状況聞き取り調査からなっている。

伐根調査

対象林分は、皆伐林分と間伐林分の両方、林齢は16年生以上とした。調査地数は1林業指導事務所・林務署当たり10～15カ所程度とした。1調査地では伐根100本につき、伐根径(皮抜き)、伐採断面の腐朽長径、断面内の傷跡(内傷)と伐根側面の傷跡(外傷)を記録した。また、施業経過、地況を記録した。

なお、次の4点について小班全体の伐採時の腐朽状況の聞き取り調査を行った。根元から上への腐れが多いか。ネズミ害・傷からの腐れが多いか。多い場合には追上げ高はどれくらいか(10⁻¹m)。樹幹上部での腐れが多いか。

腐朽高調査

伐採断面に腐朽のある伐倒木について、伐根高と伐根の内傷・外傷の有無を記録し、玉切り木口面の直径・腐朽長径、材長を腐朽がなくなるまで調査した。1林業指導事務所・林務署当たり1～2カ所の伐倒現場で行い、合わせて5本以上を調査した。

2 腐朽木多発地の立地条件調査

腐朽木の発生と立地要因との関係を明らかにするために、カラマツ林腐朽調査地のうちで、腐朽木の多かった調査地と腐朽による追上げ高の高かった調査地で立地条件を調査した。特に、根株腐朽が発生しやすいとみられる立地については、傷をもたない腐朽木の本数率が15%以上を占める17調査地で調査した。

結果および考察

1 民有林における腐朽木発生の概況

(1) 腐朽木の出現状態

表-1 年齢別の伐根調査地数

年齢							以上	計
伐根調査地数	66	124	136	107	17	14	2	486
(%)	(14)	(26)	(28)	(22)	(3)	(3)	(0.4)	(100)

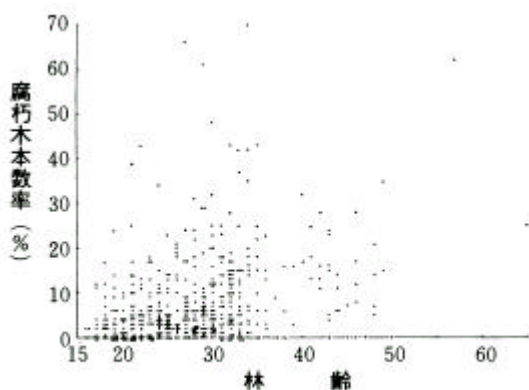


図-1 個々の調査地の腐朽木本数率

表-2 腐朽木本数率別の伐根調査地数

腐朽木本数率 (%)	全腐朽木を対象とした場合 調査地数 (%)	傷をもたない腐朽木を対象とした場合 調査地数 (%)
0	93 (19)	262 (54)
1-9	241 (50)	176 (36)
10-19	104 (21)	34 (7)
20-29	30 (6)	10 (2)
30-49	14 (3)	3 (0.6)
50以上	4 (1)	1 (0.2)
計	486 (100)	486 (100)

伐根調査地数は 486 カ所である（間伐林 276，皆伐林 210）。その林齢は 16～65 年，平均林齢は 28.3 年であった。表 - 1 のように，高齢林を比較的多く調査できた。

腐朽木本数率は平均 8.2%であったが，林分によるばらつきが極めて大きい（図 - 1，表 - 2）。腐朽木本数率の最高では 70%に達する調査地があった。しかし，10%未満の調査地が 69%を占めた。

今回の調査の平均腐朽木本数率は，過去に行われた同種の調査（小口 1976，佐々木ら 1982，佐々木 1986）のいずれよりも高かった。これは，今回の調査では，調査地の平均林齢が高かったこと，間伐林を列状間伐実行林分に限定しなかったことなどによると考えられる。

次に，支庁管内別の平均腐朽木本数率を表 - 3 に示したが，調査地数の十分でない支庁がある。渡島，石狩，留萌支庁管内では平均腐朽木本数率が高いが，これらの管内では傷をもつ腐朽木が多いことによるところが大きい（のちの調査で，石狩の傷をもたないもののなかには傷のあるものが含まれていたことがわかった）。

しかし，傷のない腐朽木 根株腐朽木の本数率の特に高い調査地は道内南半分の火山灰土壌の地区に多い傾向がみられた。このことについては 3（項）でふれる。

（2）腐朽木と根元の傷

本数率 8.2%の腐朽木のうち，5.2%は伐採断面や伐根の側面に打ち傷やネズミ害等の傷跡をもつものであった（表 - 4）。これらの傷は腐朽を起こした誘因の一つと考えられる。立地条件調査の際にも，ネズミ害のある腐朽木が目立った。

ネズミ害や外傷からの腐朽が多いことは，聞き取り調査の結果と一致した。聞き取りでは，ネズミ害・傷からの腐朽が多いとの回答が 468 林分中で 120 林分（26%）を占めた。

ネズミ害からの腐朽が多いことは，小口ら（1974），小口（1976），山根ら（1983）の報告からも明らかである。ネズミ害を受けてから材の腐朽が始まるまでには少なくとも 10 年以上かかる（佐々木 1983，山根ら 1983）。ネズミ害からの腐朽が少なかった調査事例（佐々木 1983）は，調査林分が若かったため腐朽が進行していなかったことによると考えられる。

（3）腐朽木の発生と林齢

年齢別の腐朽木本数率（図 - 2）は，年齢級までは年齢が進むにつれて次第に高まるが，それ以上では緩慢な増加または横ばいとなり，10%強にとどまる傾向が認められる。

表 - 3 支庁別の平均腐朽木本数率

支 庁	伐根調査地数	平均腐朽木本数率（%）		
		傷をもつ	傷をもたない	計
渡島	20	11.5	2.6	14.1
後志	8	2.0	4.4	6.4
胆振	32	5.7	1.6	7.3
日高	29	5.6	4.1	9.7
石狩	28	8.2	1.4	9.6
空知	15	2.9	10.3	13.2
上川	35	2.1	4.1	6.1
留萌	68	3.5	1.0	4.5
宗谷	22	10.7	1.1	11.8
網走	7	1.1	0.0	1.1
根室	85	4.6	4.0	8.6
釧路	21	6.3	3.7	10.0
十勝	44	4.9	4.1	9.0
計	72	5.0	2.7	7.7
計	486	5.2	3.0	8.2

表 - 4 腐朽木の内訳（数字は腐朽木本数率%）

平均腐朽木本数率		傷の内訳（重複を含む）			
8.2%の内訳		内 傷	外 傷		
傷をもたない	傷をもつ		ネズミ害	不明	打ち傷
3.0	5.2	2.6	1.9	0.4	0.7

内傷：伐採断面内の巻込まれた傷跡で，かつ腐朽原因とみられるもの

腐朽木本数率が林齢 30 年過ぎまで次第に増加することは、図 - 1 から読み取れる。図 - 1 で、林齢 35 年以上の部分（右側）に腐朽木本数率の異常に高い林分が少ないのは、そのような林分はこの林齢ではすでに伐採されたためとみることができる。

(4) 腐朽木発生と林分の前歴

調査票により、腐朽木本数率と林分の前歴、間伐回数、ブルドーザによる間伐木搬出後年数との関係を検討したが、いずれとも関係は認められなかった。

2 根元からの腐朽の進行

腐朽高調査で、404 本の腐朽木を調査した。そのうちの 8 本は伐採断面より上方の玉切り面に最大腐朽長径をもつものであり、これらは除外した。残りの 396 本は根元からの腐朽木であるが、このうちには根元に傷をもたないものと傷をもつものが含まれている。傷をもたないもの、外傷だけもつもの、内傷をもつものに区分して腐朽高を検討しても大きな違いがなかったため、腐朽高はこれらをまとめて検討した。

(1) 腐朽の幹上方への進行

根元からの幹上方への腐朽の進行は大きくない。

図 - 3 には、腐朽が見られた最高玉切り面の地上高を 396 本について示した。地上高 6.6m までに腐朽面のある 1 本を除き、腐朽の上限はいずれも地上高 3 m 未満であり、0.3m 以下しか腐朽していなかったものが全体の 64% を占めていた(表 - 5)。

腐朽部分の上端付近が切断されたものを抜き出し、腐朽上端の地上高をより正確に検討した。図 - 4 は、腐朽部分の上端付近が 50cm 以下に切断された 167 本について、その部分の半分の高さまで腐朽していたと仮定して、林齢と腐朽高との関係を示したものである。例外的に腐朽高の高い 4 本を除いて、1 次回帰式を求め(1%水準で有意)、林齢 60 年時点の平均腐朽高を推定すると 0.93m となる。

また聞き取り調査で、根元からの腐朽が多い林分とネズミ害・傷からの腐朽が多い林分について、林齢と追上げ高との 1 次回帰式を求めたものを図

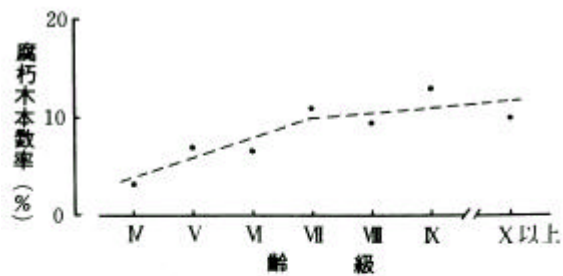


図-2 林齢と平均腐朽木本数率

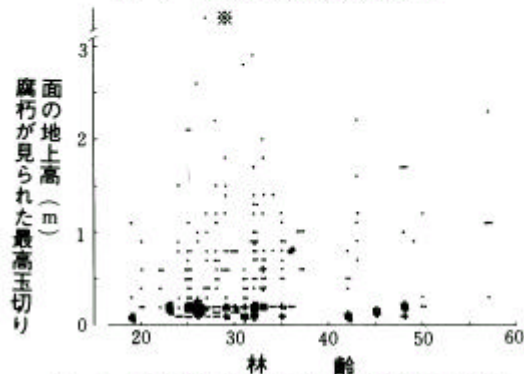


図-3 腐朽が見られた最高玉切り面の地上高
※は 6.6 m

表 - 5 根元からの腐朽木で、腐朽が見られた最高玉切り面の地上高

地上高 (m)	本 数 (%)
6.6	1 ((+)
2.0 - 2.9	9 (2)
1.0 - 1.8	40 (10)
0.7 - 0.9	44 (11)
0.4 - 0.6	50 (13)
0.1 - 0.3	252 (64)
計	396 (100)

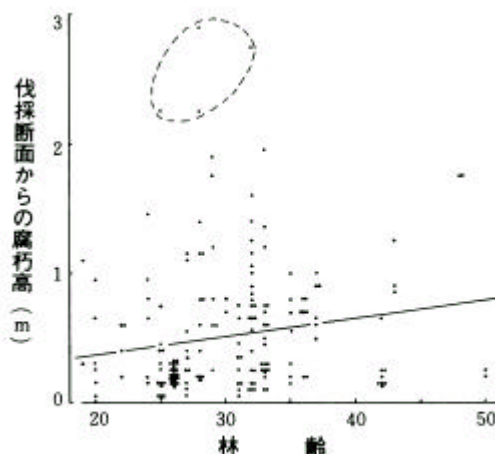


図-4 伐採断面からの腐朽高
 $Y = 0.01405 X + 0.0883, r = 0.199^{**}$
破線内は直線回帰式では除外

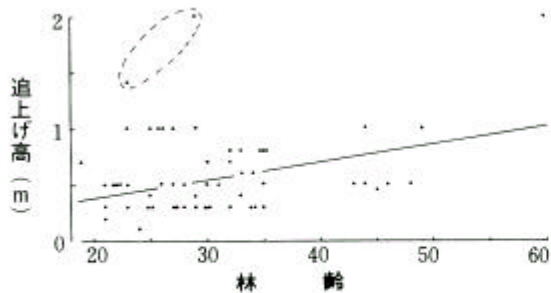


図-5 根元からの上への腐朽が多い林分の追上げ高
 $Y = 0.01606X + 0.0603, r = 0.426^{**}$
 破線内は直線回帰式では除外

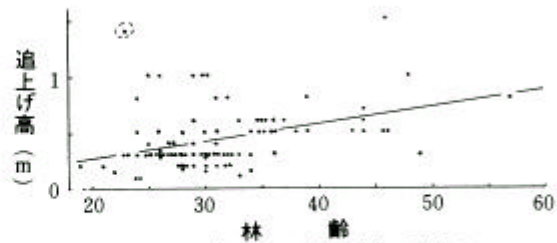


図-6 ネズミ・傷からの腐朽が多い林分の追上げ高
 $Y = 0.01502X - 0.0320, r = 0.405^{**}$
 破線内は直線回帰式では除外

- 5, 6 に示した。それぞれ、例外的に追上げ高の高い調査地を除いた 57 林分, 88 林分による 1 次回帰式により林齢 60 年時の平均追上げ高を推定すると, それぞれ 1.02 m, 0.87m となる。

腐朽高調査と聞き取り調査による腐朽高はほぼ一致した。幹上方へ腐朽は林齢が進むにつれて高くなるが, 平均追上げ高は林齢 60 年でも 1 m 以内にとどまることがわかった。

(2) 腐朽の水平方向への進行

根元からの腐朽は, 林齢が進むにつれて, 水平方向へも広がる。伐採断面の腐朽長径は林齢の高いものほど大きい傾向があるが, 同林齢における変動は極めて大きい。

伐採断面の腐朽長径と腐朽高との間には正の直線関係が認められた(図-7)。図によると, 腐朽高は平均すると伐採断面の腐朽長径の 5 倍であり, 上方への腐朽進行速度は水平方向への進行速度の 10 倍ほど大きい。

3 根株腐朽が発生しやすい立地

根株腐朽木多発地として 17 調査地の立地条件を調べた結果, 6 調査地は強風害跡地, 3 カ所は停滞水を生じる排水不良地であると判定できた。これらの個所では, 強風害で受けた根の傷または排水不良のため生じた根腐れが根株腐朽発生の原因となったと推察された。9 個所のほかにも, 強風害跡地または排水不良地である疑いの強い 3 調査地があった。なお 1 カ所では, 放牧による踏みつけによる根の傷が腐朽誘因である疑いもたれた。

このように, 現地調査からは, 根株腐朽は強風害跡地および停滞水を生じる排水不良地に発生しやすいと考えられた。また 1 - (4) で, 根株腐朽木本数率の特に高い調査地は道内南半分の火山灰土壌の地区に多い傾向が認められたことを述べた。典型事例についての記載に先立ち, 調査票の立地条件による検討結果について述べる。

まず, 根株腐朽木が火山灰土壌地が多いか否かを確かめるため, 土壌母材との関係を検討した。調査票から, 火山灰土壌地および非火山灰土壌地であることが明らかな調査地を抜き出し, 傷をもたない腐朽木本数の違いを X^2 検定した。その結果, 火山灰土壌地では傷をもたない腐朽木が多いことがわかった (n

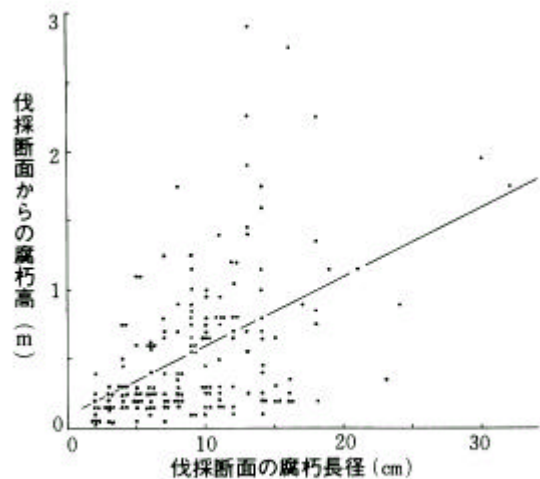


図-7 腐朽長径と腐朽高の関係
 $Y = 0.04968X + 0.1004,$
 $r = 0.491^{**}$

= 39690, $\chi^2 = 1$, $F = 14.32$, $P > 0.001$)。また、石礫の多寡と傷をもたない腐朽木の多少を χ^2 検定した。石礫の少ない個所で傷をもたない腐朽木の発生が多いことが認められた ($n = 28818$, $\chi^2 = 1$, $F = 8.26$, $0.01 < P < 0.001$) が、これは石礫の少ない個所に火山灰土壤地が含まれるためである。非火山灰土壤地について石礫の多寡と傷をもたない腐朽木の多少との関係を χ^2 検定したところ、関係は認められなかった ($n = 14700$, $\chi^2 = 1$, $F = 0.1087$, $0.50 < P < 0.80$)。これらから、火山灰土壤地は根株腐朽を発生させやすい要件を備えているものと推測される。

さらに調査票により、傷をもたない腐朽木本数と他の立地要因との関係を χ^2 検定した。その結果、根株腐朽木本数が多いのは、地形上の位置では広い尾根上、段丘上、平坦地、下降斜面であり (広い尾根上、段丘上、平坦地、下降斜面、尾根、山麓緩斜面、平衡斜面、上昇斜面、沢沿いのうち、 $n = 44825$, $\chi^2 = 158.08$, $P < 0.001$)、傾斜では $0^\circ \sim 5^\circ$ の場所であった ($0^\circ \sim 5^\circ$, $6^\circ \sim 15^\circ$, $16^\circ \sim 30^\circ$ のうち、 $n = 45049$, $\chi^2 = 2$, $F = 18.94$, $P < 0.001$)。以上のように、調査票から検討した根株腐朽木発生の多い立地要因は、それぞれ強風害を受けやすい林地または停滞水を生じやすい林地の条件に合致している。また、根株腐朽は土壤母材では火山灰土壤で発生しやすい。

根株腐朽が火山灰土壤の個所で多発しやすいのは、カラマツの幹が強風により揺さぶられた場合、土壤が膨軟なため根系と土壤との緊縛さが失われ、転倒・傾斜に至らずとも根切れの害を受けやすいためと考えられる (畠山ら 1985)。

以下に、根株腐朽木が多発した典型的な調査地の例を、強風害跡地と停滞水を生じる排水不良地に分けて 3 例ずつ示し、それぞれについて考察する。

(1) 強風害跡地

凸地形部に心腐れ型の根株腐朽木が多発していた。根株腐朽を起こす腐朽菌は衰弱、枯損、損傷した根から侵入感染する (佐藤 1981)。強風により樹幹が大きく揺さぶられることにより根切れを生じ、その傷が根株腐朽発生の誘因になったと考えられた。強風を受けたとみられる凸地形部では、腐朽木本数率が 70%~80% に達していた。

1) 網走 10 調査地

この調査地は網走地区の佐呂間町有林である。心腐れ型の腐朽木が多いため林齢 27 年で皆伐された。腐朽高はほとんど 1 m 未満であったという。

標高 120~170m の頁岩・凝灰質砂岩の山地で、傾斜 $14^\circ \sim 25^\circ$ の南向き斜面である。埴壤土の $B_D \sim B_D(d)$ 型土壤であり、中小の角礫に富み、排水性はよい。

平均腐朽木本数率 58% のほとんどが心腐れ型腐朽である。腐朽木本数率は地形との関連が極めて強く、凸部では 80% 台と著しく高く、凹部では低い (図 - 8)。若い時期の南南西の強風害によるものとみられた。

2) 北見 7 調査地

北見市の民有林で、林齢 27 年で皆伐された。全体が南東向き山腹にあり、傾斜は $5^\circ \sim 25^\circ$ 、常風は弱い。土壤母材は火山灰とシルト岩風化物で、 $B_D \sim B_{DE}$ 型土壤である。

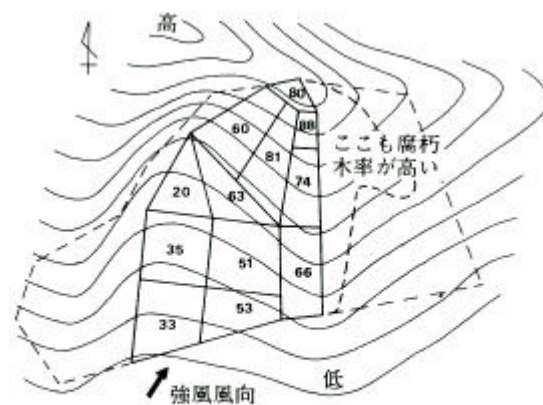


図-8 網走 10 の地形と腐朽木本数率
数字は腐朽木本数率%
平均腐朽木本数率は 58 %

表-6 北見7の腐朽木発生状態

区 位 置	調査本数	健全木本数率 (%)	腐朽木本数率 (%)	内 訳	
				心腐れ	樹心そばまたは周辺の腐朽
A 尾 根	29	14	86	66	20
B 尾 根	63	25	75	64	11
C 斜面中腹	50	44	56	26	30
D 斜面中下部凸	32	25	75	50	25
E 斜面下部凹	47	85	15		15
F 斜面中下部凸	23	91	9		9
G 小尾根下部	48	94	6	6	
H 小尾根上部	50	90	10	6	4



図-9 北見7の地形と区的位置

根元の心腐れと樹心のそばの腐朽が多い。腐朽木本数率は、尾根部A・Bと南寄りの斜面C・Dで著しく高く、凹部E・Fと小尾根部G・Hで低い(表-6, 図-9)。

心腐れが凹部にはなく、尾根部と南側の上昇斜面に多いから、南からの強風害が根株腐朽の誘因となったとみられる。南西側に隣接しているトドマツ林の尾根で北側への風倒木が見られたことは南からの強風があることを示していた。小尾根G・Hで腐朽木が少ないのは南からの強風が尾根A・B・Cと背後の主尾根により遮られたためであろう。

3) 日高西部5調査地

日高地区平取町振内の民有林で、林齢27年で皆伐された。古い扇状地が開析された地形である。火山灰と扇状地堆積物を母材とするB_D型土壌である。

・ 層は砂土または微砂質壤土の火山灰層、層は埴土であるが、排水性はよい。

腐朽木の分布には地形との強い関連がみられた(図-10)。心腐れは強い風が当たったとみられる凸部に集中した分布を示し、凹部には少ない。強風時には旧富内線および道道に平行な谷に沿う風が強かったとみられる。

以上に、凸地形部に根株腐朽が多発した3例を示した。腐朽が凸地形部に多発しており、心腐れが多いことは、腐朽菌が根切れの傷から入ったことを示しており、これらの根株腐朽の多発地は強風害跡地であると考えられる。

長野・山梨両県下でも、根株腐朽木の発生地について、表現は様々であるが、発生は風当たりの強いところに多い旨の報告がなされている(山梨県林業試験場 1972, 長野県林業指導所 1984, 川崎ら 1980)。面にあり、成長期中の南風は比較的強い。

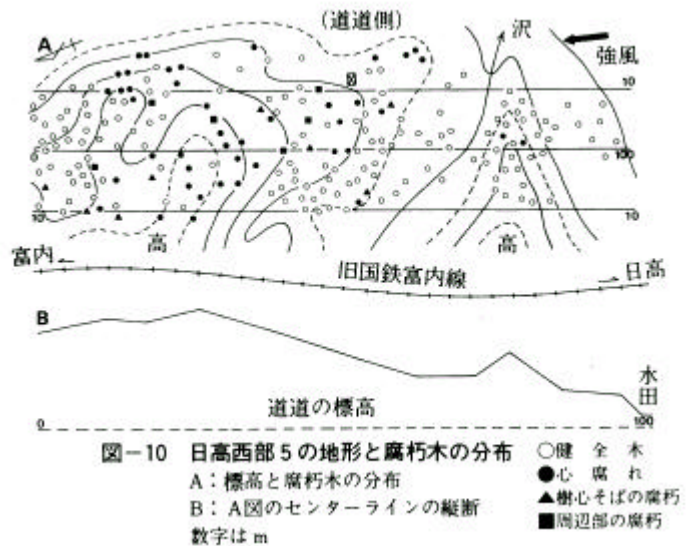


図-10 日高西部5の地形と腐朽木の分布
 A: 標高と腐朽木の分布
 B: A図のセンターラインの縦断
 数字はm

なお、著者らは傾斜木発生地に根株腐朽木の多い例を置戸地区の林齢 30 年の道有林で確認した。根株腐朽が確認された 4 本の根を掘り起こした。尾根筋および高標高部の明らかに風による傾斜木の 2 本と根元曲りのある凹地の 2 本であり、いずれにも腐朽根が確認された。この林分では若齢時に倒木起こしをしていることから、若齢時の根切れの傷から罹病したものと考えられる。土壌には湿潤になる特徴はなかったから、土壌条件から腐朽が生じたとは考えられない。

2) 停滞水を生じる排水不良地

根株腐朽が多発した排水不良地には、重粘土地と細粒火山灰地の場合があった。前者には psG 型土壌と gB_D 型土壌とがあり、後者には B_{gE} (ツマリ) 型土壌と B_{gF} 型土壌とがある。いずれの場合にも、水を透しにくい土層があって、その上方の土層は季節的に滞水されるとみられ、還元作用を受けていた。7° 未満の緩斜地・平坦地にみられ、特に凹地部に多い。面積的広がりには狭いようである。

1) 留萌南部 1 調査地

留萌地区増毛町の民有林で、林齢 29 年で皆伐された。河岸段丘上の傾斜 6° の平衡斜面で、耕作跡地であった。

腐朽のある伐根の 1 / 3 にはネズミ害がみられたが、2 / 3 は傷をもたないもので、根腐れからの腐朽木とみられた。

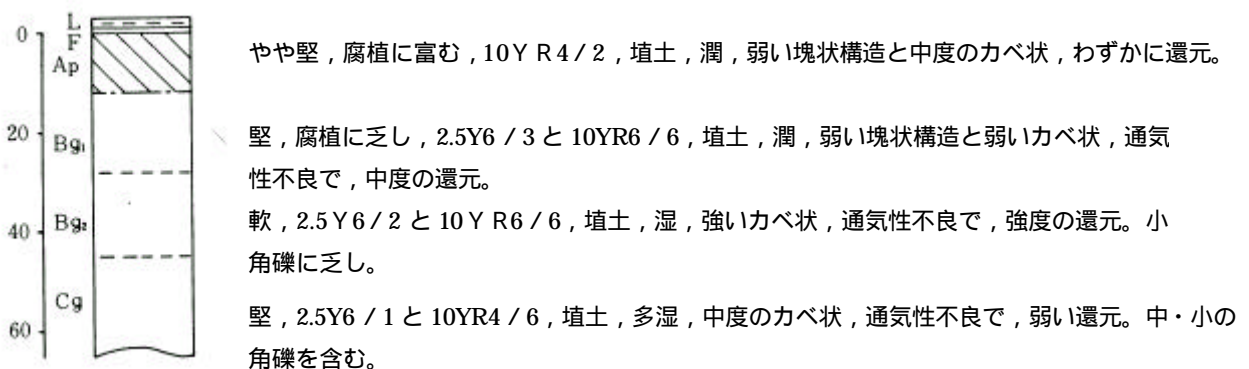


図 - 11 留萌南部 1 の土壌 (psG 型)

全層が埴土で、カベ状を呈し、全層に還元作用が見とめられた。太根は深さ 25 cm までに水平にほふくし、有効深度は約 30 cm であった。psG 型土壌としては還元程度の強い土壌である (図 - 11)。

2) 南空知 1 調査地

空知地区栗沢町の民有林で、林齢 22 年で皆伐された。石狩平野に面する傾斜 5° ~ 10° の西向き斜面にあり、成長期中の南風は比較的強い。

傾斜 5° の凹地である a 区には、心腐れと樹心そばの腐れが多かった (図 - 12)。土壌は、下層が極めて堅く透水性不良であり、表層が強い還元作用を受けた gB_D 型土壌であった (図 - 13)。有効深度は約 25 cm であった。表層の過湿が根腐れを起こさせ、若齢時に心腐れを生じたと考えられた。

一方、b 区では還元作用は認められなかった。B_D 型土壌であり、ネズミ害による腐朽が見られた。

3) 釧路東部 7 調査地

釧路地区厚岸町の民有林で、林齢 32 年で皆伐された。地形は、段丘上と段丘がやや侵食を受けた緩斜面である。土壌母材は火山灰および火山灰の再堆積物であり、B_{gD} ~ B_{gF} 型土壌であった。

地形的に、凹部に心腐れとネズミ害による腐朽が多く、凸部には腐朽木は少なかった。

心腐れの多かった個所の B_{gF} 土壌を図 - 14 に示す。A 層から下方は埴土であるが、これは微砂質壤

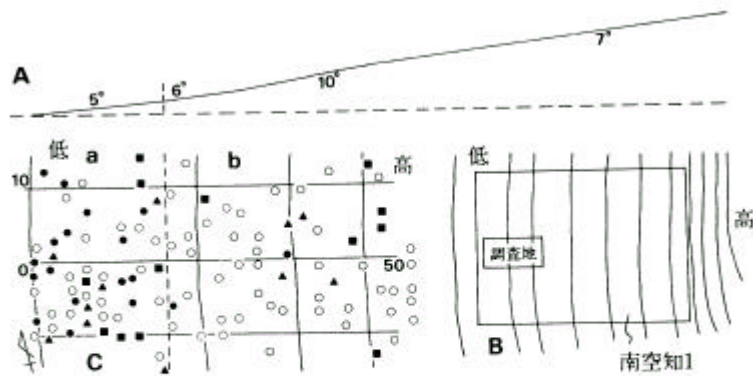


図-12 南空知1の地形と腐朽木の分布

A: C図のセンターラインの縦断

B: 調査地の地形上の位置

C: 腐朽木の分布

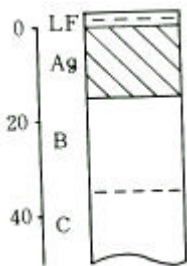
数字はm

○健全木

●心腐れ

▲樹心そばの腐朽

■周辺部の腐朽

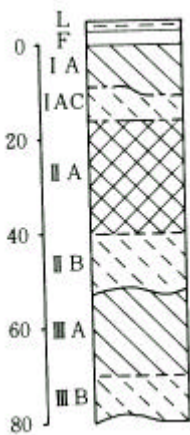


堅, 腐植に富む, 2.5Y5/2 と 5Y5/1, 埴土, 潤, 中度のカベ状, 通気性不良で, 中度の還元。

堅, 腐植に乏し, 10YR6/4, 埴土, 潤, 強度のカベ状, 通気性すこぶる不良, 中亜角礫を含む。

すこぶる堅, 10YR7/4, 埴土, 潤, 強度のカベ状, 通気性すこぶる不良, 中亜角礫を含む。

図-13 南空知1の土壌(gB_D型)



疎, 腐植に富む, 5YR2/2, 微砂質壤土, 湿, わずかに団粒構造, 上部に中度の粒状, 下部に弱度の板状構造。

軟, 7.5YR3.5/4, 砂土, 湿, 中度の板状構造, 通気性不良でわずかに還元。

軟, 腐植にすこぶる富む, 5YR2/1, 埴土, 湿強度のカベ状, 通気性すこぶる不良で, わずかに還元。

軟, 腐食を含む, 10YR4/4, 埴土, 湿, 通気性不良。

堅, 腐植に富む, 7.5YR3/2, 埴土, 湿, 通気性普通。

堅, 腐植を含む。

図-14 釧路東部7の土壌(B_{II}_F型)

土の火山灰が風化して粘土化したものまたは再堆積の際粘土を混じえた土層であり排水性が不良である。還元作用がIAC層およびA層に認められた。細粒火山灰の排水不良地での根株腐朽の発生例である。

以上に、排水不良地での根株腐朽発生地 3 例を示した。カラマツが通気透水性のよい土壌を好むことは、一般に認められている（高橋 1960，内田 1961，加藤ら 1966）。

苧住ら（1958）は、2 年生苗木の土壌中の O_2 を所定の濃度に管理する実験によって、カラマツの根が低酸素濃度に極めて弱いことを示した。すなわち、 O_2 濃度が 8 % では 2 ヶ月半順調に生育したが、4 % 以下では 2 週間で上長成長がほとんど停止し、3 週間後には枯死するものが現れ、1 % では 2 週間目に枯死するものが現れた。カラマツの根の成長やはたらきに阻害がおこる土壌空気中の O_2 濃度は 4 ~ 8 % 程度ではないかと推察している。

長野県佐久地方では、停滞水を生じるような排水不良な土壌条件で幼～若齢時の直根部が一時の滞水による影響を受けて枯死し、そこから腐朽菌が侵入した根株腐朽を確認されている（黒鳥 1987）。しかも、土壌断面には必ずしも過湿を指標する特徴は認められなかったので、滞水期間はそれほど長くない（黒鳥 1987，佐々木ら 1987）という。武井ら（1981），三原ら（1983）も、根株腐朽は緩料地・平坦地の堅くしまった水はけの不良な黒色土に圧倒的に多いことを報告している。

このような過湿地での根腐れによる腐朽は、道内でも認められている（小口ら 1974）。また、薄井ら（1990）は土壌水分過多に基づく若齢カラマツの根腐れによる不成績例を示した。

今回みられた根株腐朽の多発地は、不透水層を有しその上方が季節的に過湿になり還元作用を受けるとみられる土壌条件、すなわち比較的長期間滞水する psG 型・gB_D 型・B_E（ツマリ）型・B_F 型土壌等で起こったものと考えられる。また、深層まで土壌凍結する地方では、春先の融凍期の凍結層は不透水層としてはたらき滞水を助長すると思われる。なお、極端に過湿な土層であるグライ層では、極端な酸素欠乏状態のため腐朽菌が繁殖できず、根は枯死するが腐朽はしないと考えられている（加藤ら 1966）。

以上、民有カラマツ林の立木腐朽の実態と根株腐朽の発生立地について報告した。立木腐朽被害地のうち一部には腐朽木本数率の高い林分があり、地すべり地に根株腐朽が多く発生した 1 事例もあるが、一般には低く、被害の進行は遅い。また、根株腐朽の発生地もごく一部に限られることが明らかになった。

なお、ネズミ害による腐朽木多発の立地要因には、湿潤地であることがあげられるが、今回の調査では新しい知見は得られなかった。また、腐朽による追上げの高い立地要因についても不明であった。これらは、今後の課題である。

文 献

- 畠山末吉・山根玄一・梶 勝次・水井憲雄 1985 台風被害林分の解析・風害に対する育林技術。昭和 56 年 15 号台風および冠雪によるカラマツ人工林の被害実態と育林技術：79 - 106 北海林務部
- 苧住 昇・寺田正男 1958 苗木の成長におよぼす土壌空気中の酸素濃度の影響。68 回日林講：97 ~ 100
- 加藤善忠・松井光瑤 1966 カラマツ造林地の実態調査からみたカラマツ造林の要点。わかりやすい林業解説シリーズ 14 54p 林業科学技術振興所
- 川崎圭造・菅 誠・浅田節夫 1980 カラマツ造林地にみられる最近の病虫害について。カラマツ林業の施業体系に関する調査・研究：38 ~ 47 信州大学農学部林学科
- 黒鳥 忠 1987 長野県立科町および望月町のカラマツ腐心病発生地の土壌環境について。カラマツ腐心病発生要因の解明：2 ~ 11 林業試験場木曽分場

- 三原康義・片倉正行 1983 佐久地方におけるカラマツ腐心病の調査．長野県林業指導所 昭和 57 年度
業務報告：71～74，155～163
- 長野県林業指導所 1984 カラマツ腐心病について．技術情報 53：1～3
- 小口健夫 1976 カラマツ腐朽被害調査について．山づくり 245：6～7
- ・村田義一 1974 カラマツ高齡林の材の腐朽その他．カラマツ高齡林の生長と材質：50～58
北海道カラマツ対策協議会
- 佐々木紀・浜 武人・仙石鉄也 1987 カラマツ腐心病発生要因の解明，長野県立科町および望月町のカ
ラマツ腐心病発生地の土壌環境について．農林水産省林業試験場木曾分場年報 28：25～26
- 佐々木克彦 1983 カラマツ間伐木の腐朽調査．北方林業 35：108～114
- 1986 北海道におけるカラマツ造林の腐朽菌害．森林防疫 416：194～199
- ・林 康夫 1982 カラマツ造林木の腐朽菌害 北海道における腐朽実態 ．日林北支講
31：125～127
- ・松崎清一・田中 潔 1983 気象害に起因するカラマツ造林木の樹幹腐朽．日林北支講 32
：83～86
- 佐藤邦彦 1981 カラマツ林の病害．カラマツ造林学（浅田節夫・佐藤大七郎著）：232～252 農林出版
株式会社 東京
- 高橋松尾 1960 カラマツ林業綜説．381p 日本林業技術協会 東京
- 武井富喜雄・片倉正行 1981 佐久地方におけるカラマツ腐心病の調査．長野県林業指導所．昭和 55 年
度業務報告：169～173
- 薄井五郎・江州克弘・寺沢和彦・阿部信行 1990 湿潤環境下における若齡カラマツの衰弱事例 日林北
支論 38：107～109
- 内田丈夫 1961 北海道の森林土壌と造林．北方林業叢書 17 124p 北方林業会
- 山梨県林業試験場 1972 カラマツ人工林の病害調査．昭和 46 年度事業報告：156～165
- 山根玄一・菊池 健・寺沢和彦 1983 上川南部地域のカラマツ高齡林における野ネズミ害と外傷．日林
北支講 32：67～69
- ・薄井五郎・北川善一・村田義一 1987〔 〕カラマツ人工林の腐朽と立地．カラマツ人工林の
生長および腐朽と立地 良質大径木の生産に向けて ；63～101 北海道林務部