

カラマツ高齡林における根株腐朽被害と土壤硬度および透水性との関係 -札幌羊ヶ丘での事例-

森林総合研究所北海道支所 山口 岳広

はじめに

カラマツの根株腐朽被害は地中の根系や根株付近から侵入した腐朽菌が生立木の根株から幹へ腐朽を進展させる病害である。その腐朽菌の侵入門戸として、排水不良な環境での根の枯死部、あるいは風衝地の尾根筋や石礫の多い土壤での根系や根株の損傷部位などが推定されている(2,3,4,6,7,8,9,10,12)。これらの侵入門戸形成に大きく関与する環境因子として、土壤の物理性特に土壤の硬度あるいは土壤の透水性が考えられる。しかし、通常的手法による土壤硬度や土壤透水性の測定には手間がかかることから多点の測定には困難があり、これらの値が同一林分内で均一かどうか、それらの偏りが腐朽被害の発生に影響を与えているのかを詳細に検討した例はほとんどない。そこで、これらの環境因子とカラマツの腐朽被害の関係を明らかにする試みとして、比較的簡易に土壤硬度と透水性を評価できる機器(5,11)を用いて札幌市羊ヶ丘のカラマツ高齡林で調査したので、一事例として報告する。

調査地と方法

1) 調査地の概況

調査地は札幌市羊ヶ丘の森林総合研究所北海道支所に隣接する(独)農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センターの敷地内にあるカラマツの防風林(北緯 $42^{\circ}59'$ 、東経 $141^{\circ}23'$)で、幅は50m前後である。標高は約150m、傾斜は2~3度前後と非常に緩やかで凹凸のほとんどない地形である。土壤型は適潤性褐色森林土(B_D)である。表層地質は火山灰層で土壤中に礫はほとんど見られない。明確な林齢は正確な記録がないため不明であるが、レジストグラフ(後述)により年輪数を数えると少なくとも70~80年の年輪界が確認できる高齡のカラマツ林分である。なお、一連の調査は2008年~2011年の間に行った。

2) 調査プロットの設定と腐朽被害調査

この林分内に長さ150m幅20mのプロットを設定し、その中を10×10mの小コドラートに区画した(図-2)。プロット内にあるカラマツの立木位置(座標値)および胸高直径を測定した。座標値は便宜的に長さ方向をX、幅方向をYとし、斜面上部の右端を座標値の原点とした。また、プロット内のすべてのカラマツについてレジストグラフ(IML社製RESI B400)を用いて地上からおおよそ30~50cmの位置で腐朽の有無を判定した。レジストグラフに出力されたグラフで腐朽と判定された部分の長さを腐朽径とし、それに健全部の長さを加えたものを材直径として、腐朽径比率(%)=腐朽径

／材直径×100として算出した。

3) 土壤硬度と土壤透水性

土壤硬度は大起理化学製貫入式土壤硬度計DK-5520を用いて(5)、プロット内小コドラートの各頂点で測定を行った。測定は各箇所3回ずつ行い、用紙に記録された値から深さ10cmごとの値を読み取り各深さ別の平均値を算出した。

土壤透水性は長谷川式簡易土壤透水性測定装置(ダイウテクノグリーン(株)製)を用い、図-2に示す箇所測定した。地表面から深さ40cmまで孔を掘り底面を調整した。深さを40cmとしたのは、調査林分内で根上りにより風倒したカラマツの観察から根株底面がおおよそ地表から40~50cmの深さであったことからこの値を採用した。測定方法は取扱説明書(II)に従い、まず機器を設置後約10cm深さに予備注水して土壤を飽和させた。その水が浸透してなくなるまで約30分放置した。その後再び水を同様の深さまで注入し、経過時間と水の浸透に伴い減少する水位を記録した。透水性は、測定開始時の水位から孔に水がなくなるまでの水位差を、経過時間で除して $\text{cm} \cdot \text{分}^{-1}$ の単位で表示した。土壤硬度・透水性の平面分布を図化するために、フリーソフトであるGraph-R Ver.2.28(1)を用いて3次元コンター(等値線)図を作図した。

結果

1) プロット内の根株腐朽被害の概況と被害木の分布

設定したプロット内にはカラマツが86本生育しており、そのうち根株腐朽被害が発生しているカラマツはレジストグラフにより19本と判定された。したがって、このプロット内での本数被害率は22.1%であった(表-1)。被害木の腐朽径比率の頻度分布では、40~60%が最も多かったが、60%を越える腐朽木もあり、腐朽が全体的にかなり進行していることがうかがえた(図-1)。全木の胸高直径の平均値±標準偏差は $36.9 \pm 6.3\text{cm}$ で、健全木の胸高直径平均値は腐朽木に比べてやや高いが(表-1)統計的有意差はなかった(Wilcoxonの順位和検定: $W = 467.5, p = 0.079$)。

表-1 調査プロット内のカラマツの腐朽木・健全木本数と胸高直径の値

区分	本数	胸高直径(cm)			
		平均値	標準偏差	最小値	最大値
全木	86	36.9	6.3	24.9	55.1
健全木	67	37.5	6.5	24.9	55.1
腐朽木	19	34.8	5.2	27.7	45.3

腐朽本数被害率=22.1%

Takehiro YAMAGUCHI (Hokkaido Res. Ctr., For. & Forest Prod. Res. Inst., Sapporo, 062-8516)

Relationship of soil hardness or soil permeability to the incidence of butt-rot on larch -Study case on a larch stand in Hitsujigaoka, Sapporo, northern Japan.

プロット内のカラマツ健全木と腐朽木の立木位置を図-2に示すが、腐朽木の分布には偏りが見られた。そこで、設定プロット内に20×20mの仮想枠を設けて、この枠を5mおきにX方向へ移動させながら、枠内に入るカラマツ健全木と腐朽木の本数および腐朽木の本数比率を算出したのが図-3である。X=30m(仮想枠の中心位置)前後で腐朽率が高く、この辺りに腐朽木が集中していた。またX=100~120m前後でもやや腐朽木が集中している傾向が見られた。また座標値X=60~90m,Y=0~10mの区域でも3本の腐朽木が、さら

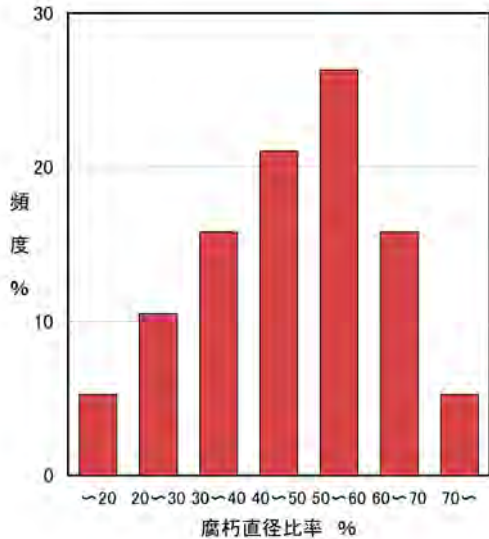


図-1 調査プロット内カラマツ腐朽木の腐朽直径比率の頻度分布

にプロットの末端にも1本の腐朽木が分布していた。
2) 土壌硬度の平面および垂直分布

プロット内の土壌硬度の平面分布および垂直分布を等値線図で表現したのが図-4である。土壌硬度はプロット内で均一ではなく同一の深さでも偏りが見られ、特に深さ50cm以下でその傾向が顕著であった。カラマツの腐朽木が集中する座標値X=30m前後とX=100~120m付近では、深さ40~50cmで周囲の土壌硬度より高い値を示していた。また3本の腐朽木が分布する座標値X=60~90m,Y=0~10mの区域では深さ50~70cmでの土壌硬度がやや高い値を示していた。このように土壌硬度の高い分布域近くに腐朽木が集中している傾向が見られた。逆に健全木が多く分布する区域(Xが50~90mと120~150mの区域)では、10~20cmの表層に周囲より土壌硬度が低く、40~80cmの深さでも土壌硬度は他の区域に比べて低い値を示していた。さらにX=0~10mと70~80m,Y=10m前後では80~90cm深さでも周囲(特に深さ90cmではほとんどの箇所)で機器の測定限度値を超過より土壌硬度が低い値を示す区域が見られた。

3) 透水性の平面分布

透水性(透水度として表現)のプロット内平面分布の等値線図を図-5に示す。透水性も土壌硬度同様プロット内での分布は一様ではなく最大値と最小値ではかなりの差が見られた。また、透水性の悪い区域は座標値X=20~50m,Y=0~15mの周辺、X=80~90m,Y=0~10m周辺に見られた。この区域は、根株腐朽木の集中分布域に近かった。また座標値X=120m,Y=0mの周辺、プロットの両末端域(座標値X=0m,Y=10~20mとX=150m,Y=0m)にも透水度が悪い区域があったがこ

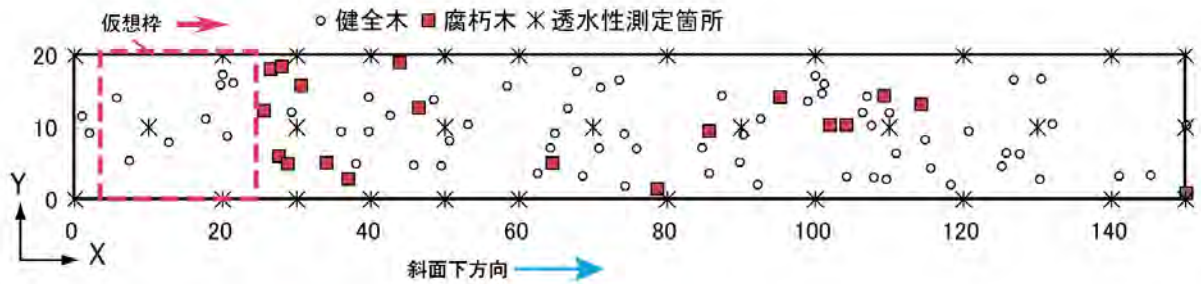


図-2 調査プロット内のカラマツ健全木および腐朽木の分布位置、透水性の測定箇所

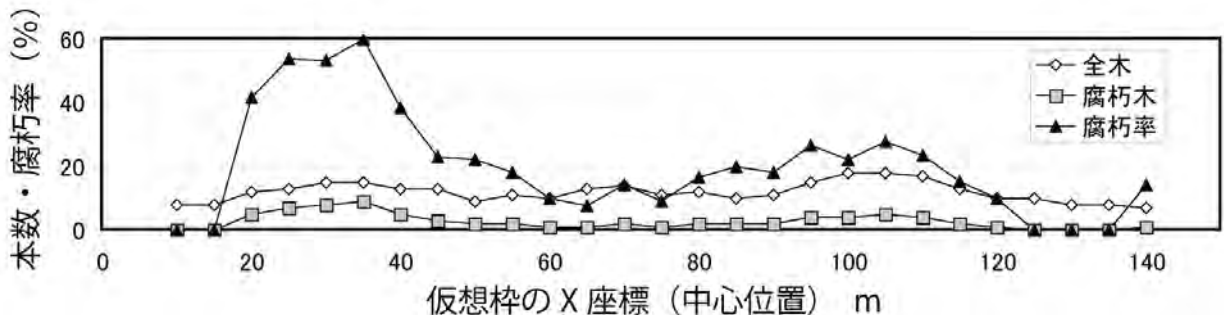
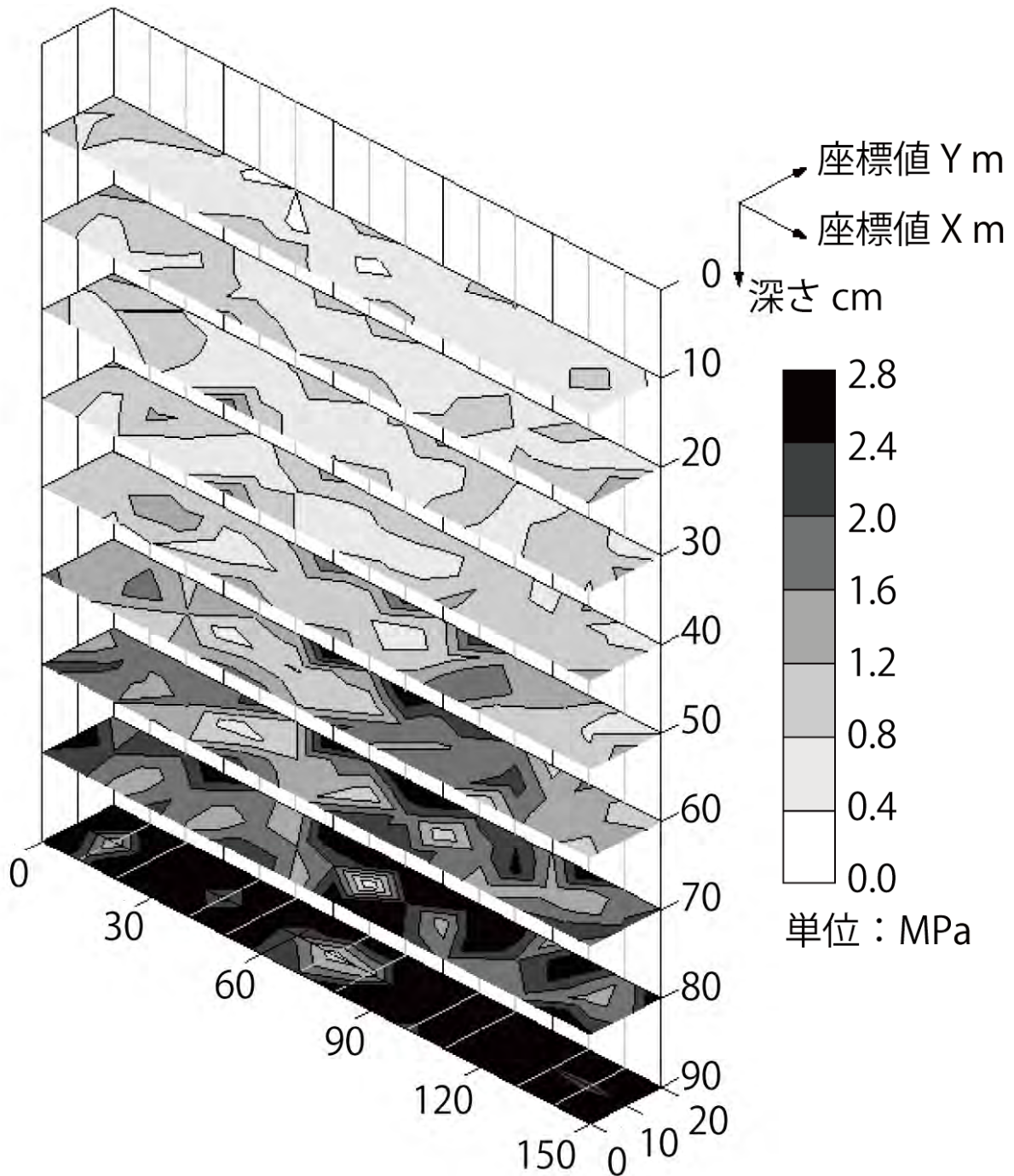


図-3 調査プロット内に20×20mの仮想枠(図-2参照)を設定し、5mごとにX軸方向に移動させ、その枠内に入るカラマツ健全木と腐朽木の本数、および腐朽木の本数比率



図一4 調査プロット内の深さ別土壌硬度の平面分布

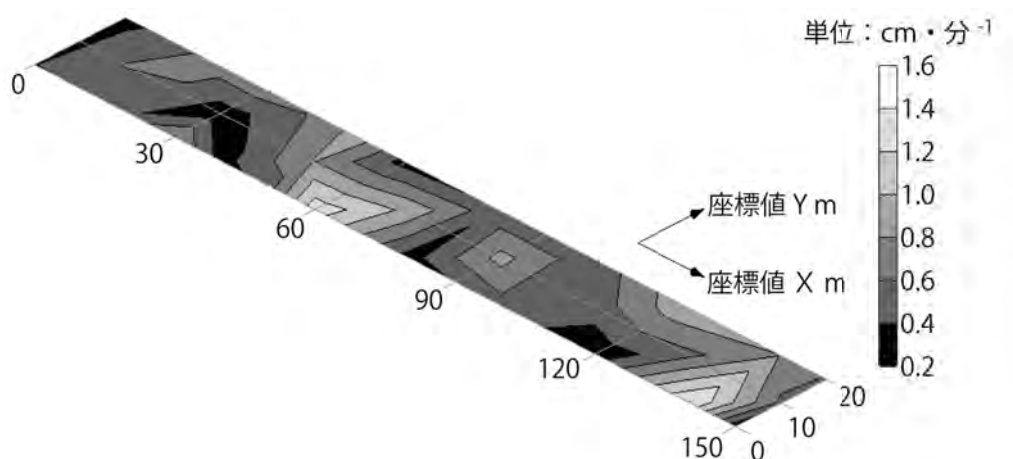
の近辺には腐朽木の分布がない，または少ないことが多かった。一方，透水性のよい箇所は座標値 X=60~70m, Y=0~10m の近辺と X=140m, Y=0~15m の近辺にあった。前者ではほとんど健全木であるが腐朽木が1本分布しており，後者の区域では腐朽木の分布はなかった。

考察

今回の調査ではカラマツの根株腐朽木に集中分布が見られる箇所があり，その近辺では土壌硬度の高い，

あるいは透水性の悪い箇所の分布とおおよそ一致していた。一方，腐朽木が分布していない，あるいは少ない箇所では，土壌硬度や透水性の良い箇所と重なることが多いという結果であった。これらのことから，土壌硬度や透水性がカラマツ根株腐朽被害の発生に関与している因子である可能性が示唆された。

一般的にカラマツの根株腐朽被害では，滞水地形や谷地形などの排水の悪いところや地下水位の高いところで被害が多いことが知られている (6,7,8,9,10,12)。



図—5 調査プロット内での透水性（透水度）の平面分布

今回対象とした調査地は緩傾斜で凹凸もほとんどない地形で、外見上は明瞭な滞水地形ではなかった。カラマツの根株腐朽は斜面が緩くなると被害が増加する傾向が指摘されている(6,7)が、山梨県北西部での調査例では、透水性と罹病率の間に相関関係は認められていない(7)。しかし、林分内で透水性の平面分布を詳しく調べると、明らかに透水性の悪い箇所が存在することが判明した。これらの箇所では一時的にせよ水はけの悪い状態となる結果、根株腐朽被害木が集中して発生したのではないかと推定される。一方、深さ40～60cmでの土壤硬度が高い値を示す区域で腐朽被害の発生が多く見られたことから、この深さ付近の土壤の物理的な状態が腐朽被害発生に影響を与えている可能性もあると考えられる。

土壤硬度と透水性の関係については、土壤が緻密となって硬度が高くなると透水性にも影響があることから、通常両者に関係性はあると推定されるが、今回の調査では土壤硬度の高い箇所が必ずしも透水性が悪いとは限らなかった。透水性の測定箇所が土壤硬度の測定箇所よりも少なかったことや、透水性は深さ40cmのみの測定であることが影響していることが考えられる。

一方で、透水性や土壤硬度がそれほど悪くない箇所でも被害が発生している場合もあった。カラマツの根株腐朽発生の誘因として、滞水地形だけでなく風当たりの強い場所あるいは石礫の多い土壤条件が指摘されている(2,3,4,9,12)。今回の調査地の土壤中には石礫は少なく、この要因の影響はほとんどないと考えられる。風当たりに関しては、防風林であるために強風によって根の傷が生じることは考えられ、土壤硬度や透水性以外の因子が被害発生に関与している可能性も否定できない。いずれにせよ、根株腐朽被害発生には多様な因子が複雑に関連していると思われ、今後調査事例を積み重ねていく必要がある。

最後に、今回の調査で同一林分内の土壤でも土壤硬度や透水性にかなり違いがあることが明らかとなった。

このことは、土壤硬度や透水性を調査する場合にサンプリング手法（反復回数や調査箇所）の検討が必要であると思われる。

引用文献

- (1) Graph-R Project (2000) <http://software-dev.jpn.org/>
- (2) 金子繁ほか (1991) 岩手県下におけるカラマツ根株腐朽病の被害実態-伐根に基づいた解析事例-. 日林論 102: 327-328.
- (3) 川崎圭造ほか (1983) カラマツ心腐れ病発生の立地条件. 日林中支講 31: 185-188.
- (4) 小岩俊行 (2002) カラマツ根株心腐病菌の侵入口. 日林誌 84: 9-15.
- (5) 大貫靖浩 (1999) 5 土層深度調査法. (森林立地調査法(森林立地調査法編集委員会編)) 博友社, 東京, 16-19.
- (6) Ohsawa, M., et al. (1994) 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.
- (7) 大澤正嗣ほか (2003) カラマツ根株腐朽病の被害実態と被害回避. 森林防疫, 52(6): 4-13
- (8) 小野馨 (1951) 富士山麓に於けるからまつ腐心病に関する調査. 山梨県林試報 4: 15-30.
- (9) 佐々木克彦・林康夫 (1982) カラマツ造林木の腐朽菌害—北海道における被害実態—. 日林北支講 31: 125-127.
- (10) 佐藤邦彦 (1981) IX カラマツ林の病害 (カラマツ造林学(浅田節夫ほか編著) 農林出版, 東京, 232-252.
- (11) タイトウグリーン株式会社 (2007) 長谷川式簡易現場透水試験器取扱説明書. 東京, 12pp. <http://www.daitoutg.co.jp/prd/pdf/tousui0703.pdf>
- (12) 山根玄一ほか (1990) 北海道におけるカラマツ人工林の立木腐朽. 北海道林業試験場研究報告 28: 64-74.