

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23580218

研究課題名(和文)ヒノキ人工林としての繰り返し利用が林地土壌と成長量に及ぼす影響の評価

研究課題名(英文) Estimation of the effect of repeated usage of land for Hinoki cypress plantation on the soil properties and tree growth

研究代表者

酒井 寿夫 (Sakai, Hisao)

独立行政法人森林総合研究所・四国支所・グループ長

研究者番号：90353698

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：ヒノキ林として林地を利用し続けていくことが、その場所の土壌や林木の成長に及ぼす影響を明らかにするために、かつて50年前(1世代目の時代)に土壌調査が行われ、現在2世代目の樹種としてヒノキが植えられている7つの林分で再び土壌調査と毎木調査を行った。これらの林分では、ヒノキ林としてしばしば問題視される表土流亡などは起きていなかったが、過去の土壌に比べて表層土壌の交換性カルシウムやマグネシウムが明らかに減少していた。ただし2世代目ヒノキの成長が低下しているということは無かった。

研究成果の概要(英文)：In order to clarify the effects of repeated usage of site for Hinoki cypress plantation on the soil properties and tree growth, we investigated them in second-generation Hinoki cypress sites, where soil investigation and tree census were conducted fifty years ago in the age of first generation. In these site soil erosion would not happen according to the analysis values of surface soil organic carbon. The amount of surface (0-20cm) exchangeable Ca (calcium) and Mg (magnesium) significantly decreased in comparison with the data fifty years ago. However tree growth did not slow down.

研究分野：森林土壌学

キーワード：ヒノキ人工林 二世代目 土壌変化 土壌炭素 pH 交換性カルシウム 交換性マグネシウム

1. 研究開始当初の背景

日本では、かつて 1900 年前後に比較的大規模に人工造林が行われ、これらの多くは現在 2 世代目の人工林となっている。その中でヒノキ人工林は、他樹種の人工林に比べて表層土壌が移動しやすいことや、土壌が酸性化しやすいことがたびたび指摘されてきており、世代を重ねることで林地生産力（地位）の低下を懸念する議論も多い。しかし、これらのことに関しては実証的な調査研究の事例がとても少なく、人工林としての継続利用が地位に及ぼす影響については未だに明確な結論が得られていない。

一般に、常緑の針葉樹人工林は葉量が多いため、どうしても林床が暗くなってしまう。とくに 40 年生以下のヒノキ林では間伐を行っていても下層植生はあまり発達しないとされる。このためヒノキ人工林では林床で雨滴衝撃を遮るものがなくなり表土が動きやすくなる。さらにヒノキは鱗片葉を持つので落葉は細かくなりやすく、構造的にしっかりとした針状葉を落とすスギ林よりも堆積有機物や表土が流亡しやすいとされる。また、ヒノキ林は土壌が酸性化しやすく、Ca, Mg, K などの必須養分が失われやすいとされる。一方、スギ林はヒノキ林に比べて窒素の循環量が多いという報告が多い。この理由の一つにスギ落葉層には微生物により窒素を固定するはたらきがあるからと考えられる。これら既往の報告から考えると、人工林としての世代を重ねて継続利用することが土壌に及ぼす影響は、スギ林では小さいと予想されるが、ヒノキ林では有機物の減少、酸性化などの土壌劣化が大きく進行している可能性がある。そして、もしヒノキ林で起きているこれらの影響が本当に重大なものであるとすれば、植えられてから長い時間が経過している 2 世代目ヒノキ人工林ではその累積的な影響が現在の土壌に明確に見られるはずである。

2. 研究の目的

本研究では、上記の背景を踏まえ、林地をヒノキ人工林として繰り返し、長期的に利用することが土壌特性(土壌有機物、土壌 pH、交換性カルシウム、交換性マグネシウム)や成長量(地位)にどれくらい影響するのかについて明らかにすることを目的にした。

3. 研究の方法

(1) 調査林分の選定

四国地方における林地土壌の生産力の調査(土壌特性と地位の関係の調査)は、1963~1967 年にかけてスギ、ヒノキの両林分で行われた。本研究ではこの中から、2 世代目にヒノキ造林が行われ、現時点で少なくとも 30~40 年以上に達している林分を抽出し、土壌調査と林分成長量の調査を行った(表 1)。なお、本研究では 1 世代目がスギの場合についても調べているが、これはヒノキを繰り返すことによる土壌への影響が本当に

表 1 調査林分の概要

1963年調査		2012~2013年調査		
樹種	林齢	樹種	林齢	土壌型
ヒノキ	47	ヒノキ	44	BD(d)
ヒノキ	46	ヒノキ	32	BB
ヒノキ	46	ヒノキ	32	BC
スギ	49	ヒノキ	49	BD(d)
スギ	50	ヒノキ	43	BB
スギ	50	ヒノキ	43	BB
スギ	56	ヒノキ	40	BB

大きいかどうかを調べるためである。

(2) 土壌調査と分析方法について

土壌調査については、過去の調査記録(地形図上の位置、傾斜、斜面方位等)から判断して土壌調査地点を決めた。土壌断面調査は当時と同じ林野土壌調査方法書にもとづいて行い、層位ごとにサンプルを採取した。採取した土壌は、室温で乾燥し、直径 2mm の円孔ふるいで細土を取り出し分析試料とした。分析項目は、炭素、pH、陽イオン交換容量、交換性カルシウム量、交換性マグネシウム量とし、炭素については NC アナライザー(NC-22F、住化)、pH は塩化カリウム(KCl)抽出によりガラス電極法で測定した。また陽イオン交換容量は Peech 法により定量し、その際に生じる酢酸アンモニウムの抽出液を原子吸光光度計で分析することにより、交換性カルシウム量、マグネシウム量を定量した。

(3) 地位指数の推定について

地位は 40 年生の上層樹高(上層木の平均樹高)によって判断されるが、各調査林分の地位の推定については、土壌調査地点が含まれるように、0.01ha の円形プロットを設置し、その中に生育しているすべての林木について、樹高と胸高直径を測定した。この内、樹高の高いものから上位 67%に入る個体の平均樹高を上層樹高と定義し、地域の林齢と樹高成長の関係を利用して 40 年生時の樹高を推定し、地位指数とした。

4. 研究成果

(1) ヒノキ林における表土流亡について

調査対象林分について 1 世代目(G1)と 2 世代目(G2)の土壌特性について比較した。土壌炭素量の差(G2-G1)は、1 世代目がヒノキ林の場合は-16.0、-0.1、+20.0 tC ha⁻¹、スギ林の場合は+0.8、-14.9、-5.5、-0.9 tC ha⁻¹であり、一方向性(増加または減少)の変化ではなかった。とくに表土流亡が懸念される斜面傾斜が 30°を超える林分においても土壌炭素量が大きく減少しているようなことは無く、調査した林分においては表土流亡に至るような大きな変化は起きていないと考えられた(図 1)。

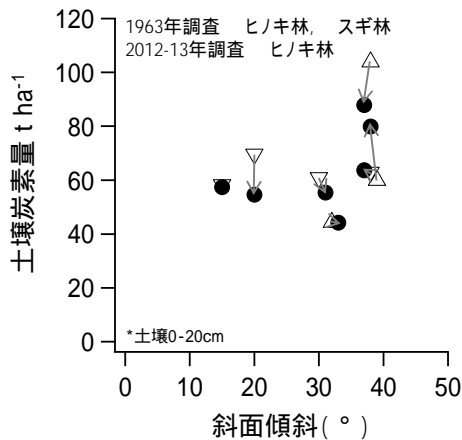


図 1 同一林分における過去と現在の土壌炭素量 (0-20cm) の比較

(2) 土壌化学性の変化と林木の成長への影響について

土壌 (0-10cm) の pH (KCl 抽出) については、1 地点を除くほとんどの地点において低下しており、1 世代目がヒノキ林、スギ林にかかわらず、pH の低下の度合いに大きな差は見られなかった (図 2)。

陽イオン交換容量 (0-10cm) については、1 世代目がスギ林、ヒノキ林にかかわらず、増加していた (図 3)。

一方、交換性カルシウムやマグネシウムの量は一世代目に比べて明らかに減少し、かなり少なくなっていた (図 4、5)。

一般に、土壌 pH 低下は土壌粒子に吸着されている交換性のカルシウムやマグネシウムなどが水素イオンに置き換わることによってもたらされる。水素イオンは降水に含まれ、また土壌中の微生物活動によっても生じるが、その一方で、交換性カルシウムやマグネシウムは植物の成長に必要な元素であり、再造林された林木の成長とともにこれらの元素が根から吸収される過程で、土壌中のカルシウムやマグネシウムが水素イオンに置き換わることで土壌 pH の低下が助長されるような可能性もあるだろう。

本研究においては、1 世代目は、スギ林、ヒノキ林にかかわらず pH のレベルは同程度であり、2 世代目にヒノキを植林して以降は、1 世代目の樹種にかかわらず、同程度の pH が低下している。したがって、少なくとも今回見られた変化については、2 世代目のヒノキが成長する過程で起きた事象と考えられる。また、この 50 年間、陽イオン交換容量は増加したとはいえ、1 世代目と 2 世代目の差はそれほど大きくはなく、今回見られた土壌 pH の低下は、交換性カルシウムやマグネシウムが何らかの要因により大きく減少し、それが水素イオンに置き換わったためと考えられた。また、今回の結果から、土壌の変化はヒノキを繰り返すことというよりも人工林を

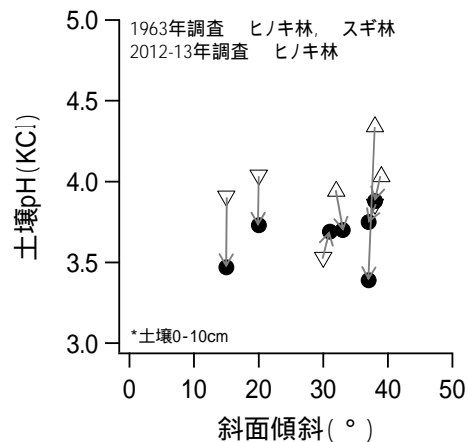


図 2 同一林分における過去と現在の表層土壌 (0-10cm) の pH (KCl) の比較

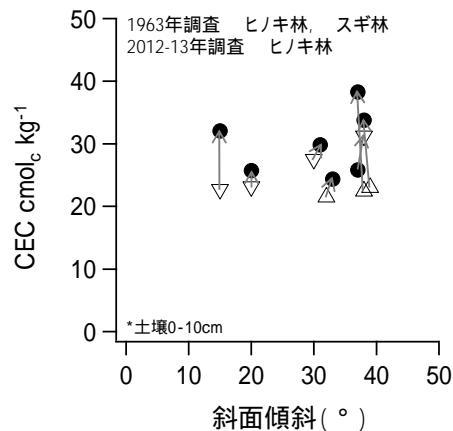


図 3 同一林分における過去と現在の表層土壌 (0-10cm) の陽イオン交換容量 (CEC) の比較

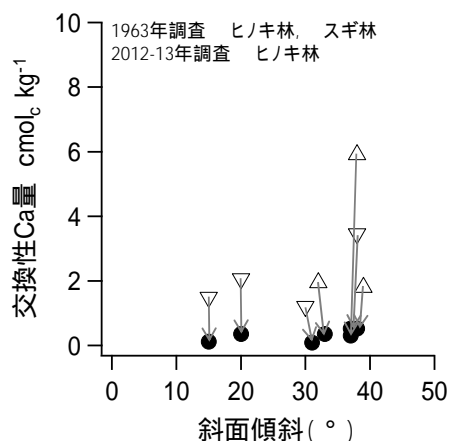


図 4 同一林分における過去と現在の表層土壌 (0-10cm) の交換性カルシウム (Ca) 量の比較

繰り返すことで起きている可能性もあると思われ、それについては今後、調査すべき課題と考えられた。

最後に成長への影響について考察する。繰

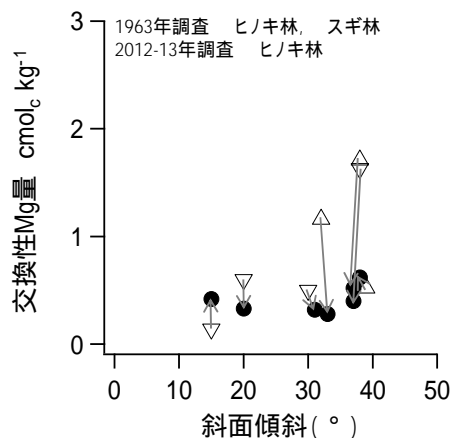


図 5 同一林分における過去と現在の表層土壌 (0-10cm) の交換性マグネシウム (Mg) 量の比較

り返しヒノキが造林された 3 つの地点では、1 世代目に比べて成長が悪くなった地点が 1 カ所見られたが (地位 15 13)、他の 2 カ所についてはむしろ成長は少し良くなっており (地位 10 11、15 17)、土壌 pH の低下によるヒノキの成長への影響は今のところ現れていないと考えられた。しかし、今後は、将来の収穫時において林木に吸収されているカルシウムやマグネシウムが林外に持ち出されてしまうため (特に近年は林業機械を使った全木集材が行われる可能性があるため)、そのときは最初から土壌 pH が低く、養分の少ない状態になっている可能性が高く、林木の成長にも何らかの影響があるかもしれない。これを予測するためにも、土壌養分と林木の成長の関係についてより明らかにしていく研究が必要である。

5 . 主な発表論文等

[学会発表] (計 4 件)

1) 酒井寿夫、二世世代目のヒノキ造林が土壌化学特性に及ぼす影響、第 126 回日本森林学会大会、2015 年 3 月 27 ~ 28 日、北海道大学農学部 (北海道札幌市)

2) 酒井寿夫、二世世代目のヒノキ造林が表層土壌の有機物量に及ぼす影響、第 65 回応用森林学会大会、2014 年 11 月 1 ~ 2 日、京都府立大学 (京都府京都市)

3) Hisao Sakai et al., Effects of slope gradient and planted species on the state of soil organic carbon storage in a high rainfall forested area of Shikoku Island, southern Japan. 20th World Congress of Soil Science June 8-13, 2014 Jeju, Korea

4) 酒井寿夫 (2014) 四国の急傾斜地におけるスギ・ヒノキ林の表層土壌の炭素・窒素貯留の特徴について、第 125 回日本森林学会大会、2014 年 3 月 28 ~ 29 日、大宮ソニックシティ (埼玉県さいたま市)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

酒井 寿夫 (SAKAI, Hisao)

森林総合研究所四国支所・グループ長

研究者番号 : 90353698