

スギ人工林の施業方法の違いが林床植生と土壌に与える影響について

星野知大

本学地理学専攻 1999年3月卒業, 東京農工大学農学部研究生

1. はじめに

日本は戦後の拡大造林により総森林面積2,521万haのうち人工林面積が1,033万haと、41%が人工林によって占められている(森林・林業を考える会, 1993)。現在ではその人工林が、林業経営の悪化や労働力の不足などの理由から放置林となっている例が少なくない。

人工林は、かつては木材生産の場として捉えられてきたが、現在ではそれに土壌保全、生物多様性保全、レクリエーション、水源涵養などの公益的機能も持たせることが期待されはじめています。しかし、現在では多くの人工林は放置されている。間伐に関して例を挙げると、人工林の1/3以上が間伐対象となっており、1990年～94年度の5ヶ年間に緊急に間伐を必要とする森林は約140万haと見込まれている(森林・林業を考える会1993)。この様に放置された人工林では、公益的機能が低下すると言われている。なぜならば、間伐施業を行わないことにより林冠に空間が生まれず、林内の光条件が著しく低下し、林床植生の健全な生育とそれに伴う土壌保全機能の低下が見られるからである(小山1993、片桐1990、清野1988 a、1988 b、志水1998、梁瀬1995)。

この点について過去の地理学的研究においては、藤田佳久の研究(藤田1998)に見られる様な拡大人工林の発達過程を調べたものはあるものの、地形と土壌との関係を明らかにするために放置された人工林の実態を調査したものはほとんどみられない。いっぽうで林学的研究においては、ヒノキ人工林内の光条件は下層植物群落の被度や種数の動態に大きく影響すること(清野1988 a、b)や、スギ人工林内の日射量が増加すれば林床植生の繁茂可能な量が増加し、したがってそれを構成する植物の種類数も多くなること(斉藤1989)、ブナ林域におけるスギ人工林では攪乱に対して耐性があると考えられる種を中心に、人工林の管理が集約的に行われるほど種多様度が高くなること(長池1999)などが示されてきた。また、土壌に関しても、ヒノキ人工林でAo層被覆率に影響を及ぼす要因の解析(清野1988)などが過去の研究で行われている。しかし、間伐による林床植生と土壌への影響について、同斜面内の尾根部と山腹部、谷部での影響の違いを調査、比較するといった、地形的な要因を含めたものは見られない。

そこで、本研究では間伐地と無間伐地それぞれの尾根から谷にかけての斜面上部、中部、下部での林床植生と土壌の状態を調べることで、間伐施業の影響をより深く明らかに

する事を目的とする。

2. 調査地域の概要

調査は東京都の西部に位置するあきる野市を流れる秋川の支流、養沢川流域の標高410m~550m、傾斜40°前後の山地北東斜面で行った(図1)。この地域の地層は秩父古生層で(貝塚1980)、東京都の土地分類図(国土庁土地局国土調査課1976)、10万分の1土壤図によると、山腹斜面と谷部では褐色森林土壌が、尾根部では乾性褐色森林土壌が分布している。

調査地に近い氷川の平均気温は12.6℃、最

寒月の平均気温は2.1℃、年間降水量は1,709mmである〔気温1926~1936年、降水量1926~1955年〕(青野・尾留川1967)。また、暖かさの示数(WI)は97.6、寒さの示数(CI)は-6.0である。首都圏の潜在自然植生図によると、シキミーモミ群集域に属している地域であった(宮脇・奥田1974)。しかし、この地域は戦後の拡大造林により植林が行われた結果、秋川流域の人工林比率は64.4%である(青野・尾留川1967)。そして、調査地においては斜面全体に植林がおこなわれた結果、スギ人工林によって占められていた。また、今回、調査を行った斜面のうち間伐地では約10年前に1回間伐を行っている

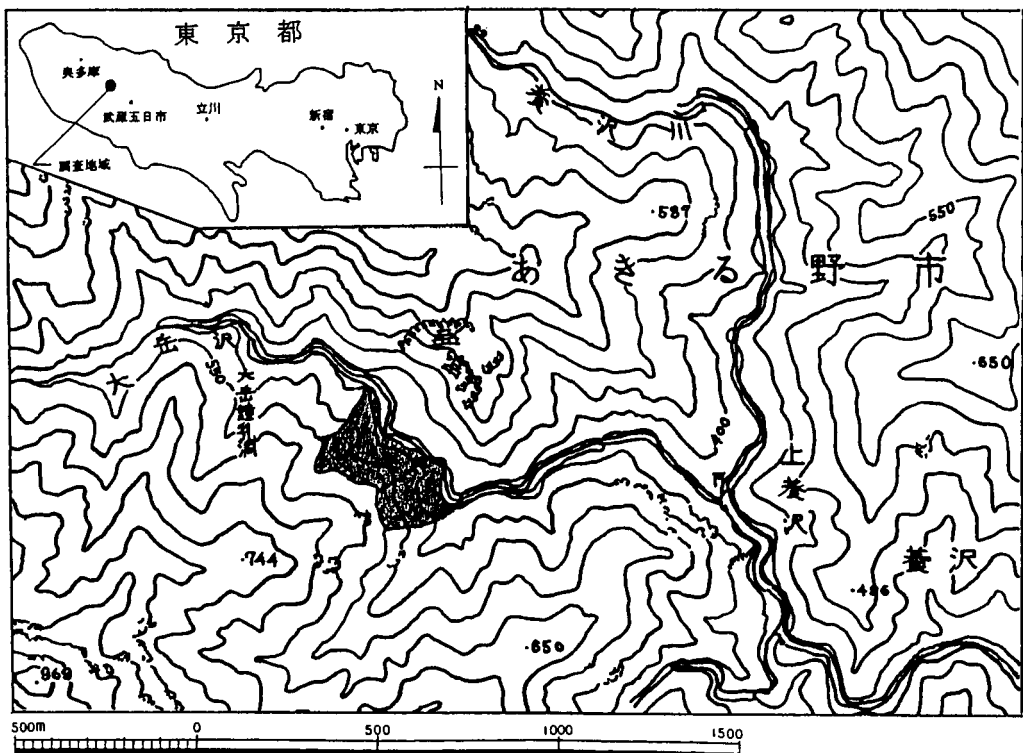


図1 調査地域の位置
国土地理院 1:25,000 武蔵御岳から作成

が、無間伐地では間伐が行われていない。また、下草刈りに関しては両斜面ともに行われていない。

3. 調査方法

間伐施業が林床植生と土壤に与える影響について知るために、他の要因が林床植生と土壤に影響を及ぼさない事が重要である。そこで、調査は標高 410m~550m、傾斜 40° 前後の隣接した北東斜面で行った。これにより、標高、傾斜、方位を同条件に近づけた。すなわち、隣接した斜面にある間伐地・無間伐地それぞれの斜面上部・中部・下部に、20m × 20m の調査区を計 6ヶ所設けた。これらの調査区は間伐地の上部から下部へ A、B、C、無間伐地では上部から 1、2、3 とした (図 2)。

調査を行ったのは草本層の植物がよく発達している 1998 年 9 月 23 日~11 月 14 日で、前記した 6ヶ所の調査区において森林の各層の上層 (高木層)・中層 (低木層)・下層 (草本層) および土壤について調べた。

高木層については、林床に到達する光量は上木の葉量によって、大きく左右されることから (小山 1993)、樹高・胸高直径および樹冠の密閉度について調べた。まず樹高 (H)、胸高直径 (D) を求め、A~C、1~3 の計 6ヶ所の調査区の樹冠投影図を作成した。また、雪害の影響の少ない部分で植被率を求めた。

低木層と草本層については、その状態を調べるために 20m × 20m の各調査区に隣接した 5m × 5m の小調査区を新たに設けて全体の植被率および低木・草本それぞれの種名と高さを調査した。植被率に関しては小調査区

内を目測で測定した。

土壤については各小調査区内において土壤断面調査を行い、A 層・B 層の厚さ、土性および土色 (土色帳による) を調査した。また、各斜面の上部・中部・下部の 10ヶ所ずつ計 60ヶ所において A₀ 層 + A 層の厚さを測定し (図 2)、地形図と照らし合わせながら層厚の分布図を作成した。

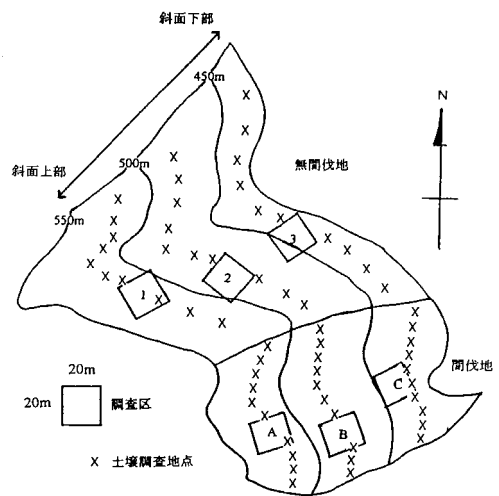


図 2 調査区及び土壤調査地点の位置

4. 調査結果

1) 高木層

6ヶ所の各調査区のうち、調査区 3 の一部に雪害のために大きく開いている部分があった。しかし、その部分を除いて斜面上部、中部、下部のそれぞれについて、間伐地と無間伐地とで対応する調査区を比較してみると、間伐区斜面では樹冠に空間があり、木々一本一本の枝ばりは無間伐地に比べ大きく広がっていた。それに対し無間伐地斜面では、樹冠が密閉し枝ばりも重なりあうようになってい

た（図3）。このことは、高木層の植被率が間伐地の斜面では60%~70%であったのに対し、無間伐地の斜面では85%~95%と、明らかに無間伐地の斜面は間伐地よりも高い値を示したことからわかる（表1）。

次に植栽されたスギの状態を知るために、形状比（H/D）を求めた。形状比は、数値が高いほど平均胸高直径が細く、平均樹高が高いひょろひょろした感じを受ける森林であることを示している。逆に低い数値ほど、どっしりとした森林を示す数値であると言える。また、形状比が100以上であると風害や雪害の危険性が高い森林である（田中1998）。そこで表1をみると、間伐地斜面では形状比が111~130であるのに対し、無間伐地斜面では形状比が136~160であることから、無間伐地に比べ間伐地のほうが高木層そのものが安定した森林であることが確認できた。

なお、前記の通り形状比が100以上であると風害や雪害の危険性が高い森林である。つまり、無間伐地の森林だけでなく、間伐地の森林においても形状比が100を超えていることから、再度の間伐が必要であることを示している。

2) 低木層・草本層

表2は各小調査区に出現した低木と草本について示したものである。斜線の部分は、間伐地斜面の2つ以上の小調査区に出現し、無間伐地斜面には1小調査区も出現しなかった種と、無間伐地斜面の2つ以上の小調査区に出現し、間伐地斜面には1小調査区も出現しなかった種について示したものである。結果は、間伐地だけに現れた種は6種だったのに対して、無間伐地だけに現れた種は1種のみであった。

次に、各小調査区での低木層と草本層の高さと植被率を示した（図4、5）。図4は、左から斜面上部、中部、下部の低木層、草本層それぞれの高さについて表したものである。草本層の斜面上部は、草本自体があまり見られなかったためにこの様な結果になったが、そこを除くと、無間伐地斜面の小調査区では対応する間伐地の小調査区に比べ高く成長していた。

図5は低木層、草本層の植被率について示した。低木層の植被率は、無間伐地斜面では40%~65%、間伐地斜面では5%~30%という結果になった。それとは逆に草本層の植

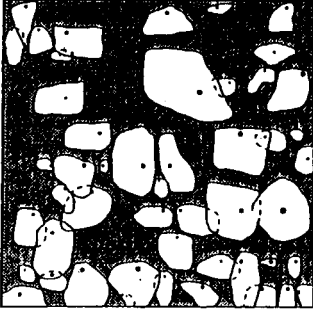
表1 高木層の優占種、平均樹高、平均胸高直径、形状比および植被率

	斜面上部		斜面中部		斜面下部	
	間伐地	無間伐地	間伐地	無間伐地	間伐地	無間伐地
調査地点	A	1	B	2	C	3
優占種	スギ	スギ	スギ	スギ	スギ	スギ
平均樹高(m)	17.9	19.3	17.1	20.8	20.2	20.8
平均胸高直径(cm)	15.11	14.00	15.42	14.18	15.56	12.99
形状比	118	138	111	147	130	160
植被率(%)	60	95	65	90	70	85

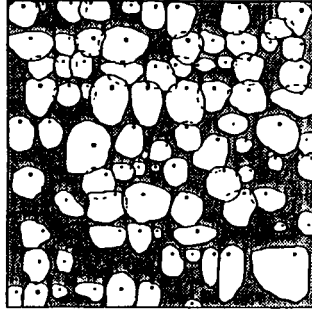
間伐地

無間伐地

A 形状比 118
高さ 17,9m
植被率 60%

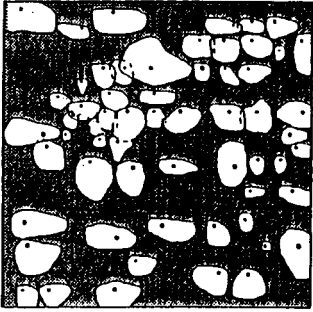


1 形状比 138
高さ 19,3m
植被率 95%

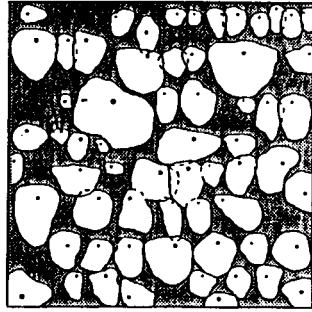


斜面上部

B 形状比 111
高さ 17,1m
植被率 65%

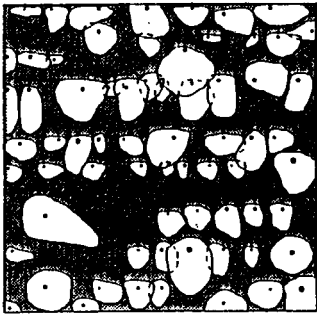


2 形状比 147
高さ 20,8m
植被率 90%



斜面中部

C 形状比 130
高さ 20,2m
植被率 70%



3 形状比 160
高さ 20,6m
植被率 85%



斜面下部

図3 樹冠投影図

表2 出現種

	間伐地			無間伐地		
	A	B	C	1	2	3
ヤマノイモ	+	+	+			
マツカゼソウ	+	+	+			
トコロ	+	+	+			
クサイチゴ	+	+	+			
ゲジゲジシダ	+	+	+			
ミツバアケビ	+	+	+			
キツタ				+	+	
タマアジサイ	+	+	+	+	+	+
チヂミザサ	+	+	+	+	+	+
クサコアカソ	+	+	+	+	+	+
ムラサキシキブ	+	+	+		+	+
ウツギ	+	+	+	+		+
ダンコウバイ	+	+	+		+	+
シケシダ	+	+		+	+	
イヌワラビ		+	+			+
ナルコユリ	+	+		+		
ハナイカダ		+	+		+	
アブラチャン		+	+	+		
イノデ			+		+	+
ヒカゲノイコズチ			+		+	
ドクダミ		+				+
アカショウマ	+			+		
イラクサ	+					+
ジュウモンジシダ			+			+
ヤブガラシ	+			+		
ナガバモミヂイチゴ		+				+
コゴメウツギ		+			+	

斜線の部分は施業区の2調査区以上に出現した種を示す。出現回数1回の種は省略。

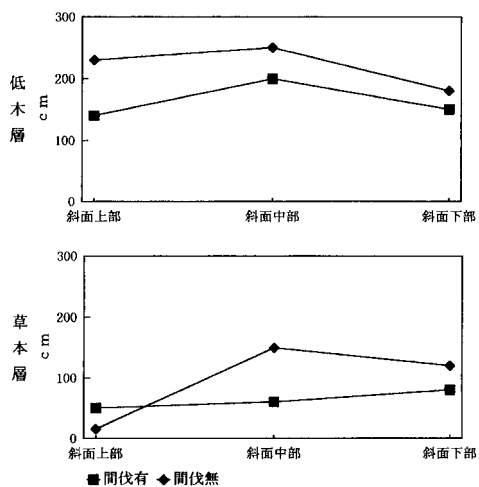


図4 低木層および草本層の高さ

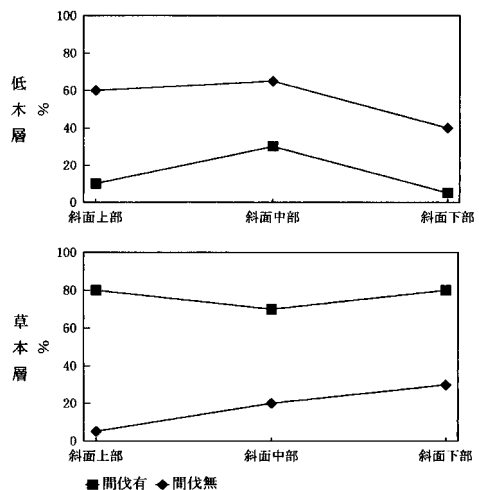


図5 低木層および草本層の植被率

表3 低木層と草本層の優占種および出現種数

	斜面上部		斜面中部		斜面下部	
	間伐地	無間伐地	間伐地	無間伐地	間伐地	無間伐地
調査地点	A	1	B	2	C	3
種数	17	13	26	13	30	16
低木層の優占種	ムラサキシキブ	アブラチャン	ダンコウバイ	ムラサキシキブ	ムラサキシキブ	ムラサキシキブ
草本層の優占種	タマアジサイ	シケシダ	チヂミザサ	タマアジサイ	タマアジサイ	タマアジサイ

被率は無間伐地斜面では5%～30%であったのに対し、間伐地斜面では70%～80%という結果であった。これは、間伐地斜面全体で草本層を中心に植物の繁茂が見られるのに対し、無間伐地の斜面では低木層が60%ほどの植被率で見られるものの、とくに草本層の植被率が低いために全体として林床の植被が少ない状態となっていることを示すものである。

表3では、低木層・草本層の優占種と出現種数について示した。間伐地・無間伐地の上部、中部、下部のそれぞれを比較してみると、どの部分を比較してみても、間伐地の方が出現種数が多いことが分かる。このことから、間伐地では斜面下部へ向かうにしたがって種数を増加させながら全体として植物がよく繁茂していることが確認できた。

3) 土壌

表4に各小調査区の土壌断面調査の結果を示した。また、図6では各小調査区でのAo層とA層の厚さについて記した。これをみると、無間伐地に比べ間伐地の各小調査区では土壌が全体的に厚く堆積し、無間伐地斜面の下部よりも間伐地上部の方が厚く堆積していた。また、間伐地、無間伐地ともに下部に行くにしたがい、Ao層とA層の厚さが厚くなっ

表4 A層、B層の土壌断面調査結果

		A	B	C
間伐地	A層	7.5YR3/3 シルト 5cm	7.5YR3/3 シルト 7.5cm	7.5YR3/3 シルト 9cm
	B層	7.5YR3/4 埴土 30cm以下	7.5YR4/3 植壤土 47cm以下	7.5YR3/4 シルト 37cm以下
		1	2	3
無間伐地	A層	7.5YR4/3 シルト 1.5cm	7.5YR3/2 シルト 2.5cm	7.5YR3/2 植壤土 6cm
	B層	7.5YR4/4 埴土 30cm以下	7.5YR4/3 植壤土 24cm以下	7.5YR4/3 植壤土 27cm以下

ていた。

次に、斜面全体でのAo層+A層の分布をみると(図7)、間伐地斜面では線の間隔はつまり、Ao層+A層が平均で11.6cmほど堆積しているのに対し、無間伐地では線の間隔は広く、Ao層+A層の厚さは平均4.6cmと全体的に薄くなっていた。これについてマンホイットニーのU検定を行ったところ、間伐地と無間伐地の間には0.1%水準で有意な差が認められた。

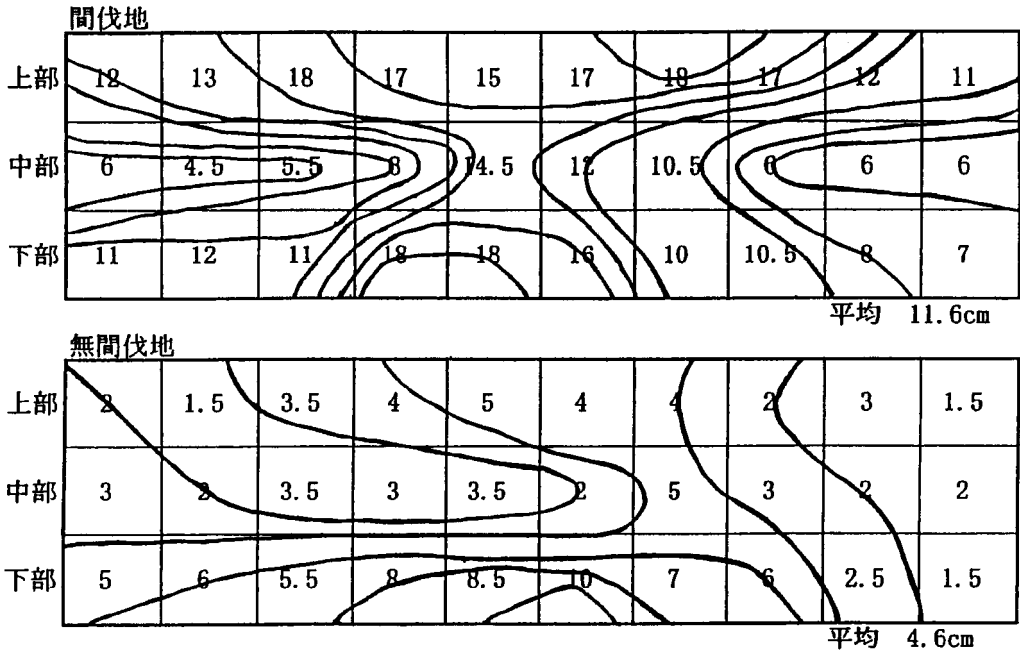


図7 斜面全体の土壌分析
図中の数値及びコンターはAo層+A層の厚さを示す。

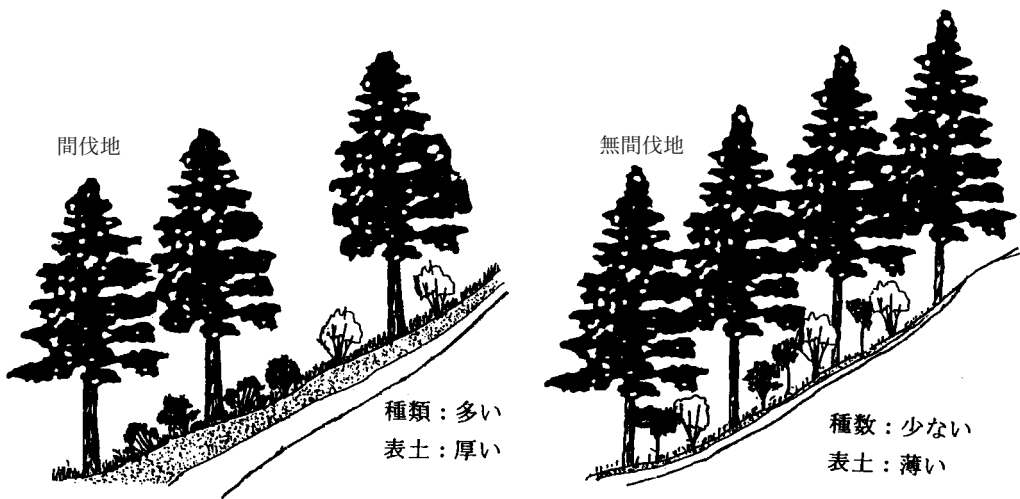


図8 間伐地と無間伐地における林床植生と表土の模式図

5. まとめと考察

間伐地は無間伐地に比べ高木層の形状比(H/D)が小さく、安定した森林が成立していた。これは、水永(1998)による、間伐強度は樹冠の安定性に大きく影響し、強度の間伐によって樹冠の垂直的な安定性が維持されるという研究結果とも一致する。また、斉藤(1989)の研究で述べられている林内が明るいほど林床植生を構成する種が増加する傾向についても、今回の調査で確認することができた。すなわち、間伐地では樹冠が開くことから林床に到達する日射量が増え、無間伐地と比べて林床植生の種数が斜面全体で多く、逆に無間伐地では樹冠が密閉し光量が減ることから、草本層がほとんど見られなかった。加えて、無間伐地では林床への日射量が減じた結果、少ない日射量を求めて低木の高さは間伐地の低木の高さよりも高く、またさらに低木により下層の草本層まで到達する日射量が減じた結果、無間伐地では高く成長した低木はみられたものの、草本は間伐地に比べ少なかった。また、表2の斜線の部分、すなわち間伐地か無間伐地のいずれか一方に特徴的に現れた種は、無間伐地では1種だけだったのに対し、間伐地では6種であった。これは、間伐地斜面のほうが、林床に到達する日射量が多いため、陽性の植物が多く生育しているためであると思われる。

図7を見ると、間伐地、無間伐地ともに斜面下部にいくに従い土壌が厚くなっているが、間伐地の土壌は斜面全体にAo層とA層が堆積しているのに対し、無間伐地では全体的にAo層とA層の厚さが薄くなっていることがわかる。このことから間伐地では土壌保

全機能が働いていると推測でき、これに対し無間伐地では土壌流出が顕著であったと推測される。このことについて、清野(1988)の研究における低木層の被度はAo層被覆率に直接強い影響をおよぼさないという結果から考えると、間伐地では林床に草本層が繁茂し土壌が草本層構成種の根系によって保持されているために、Ao層とA層が保持されているものと考えられる。

これらの結果から、間伐施業によって種の多様性と土壌保全機能が植林後も多少なりとも維持されてきたと推測した。また逆に、植林後、放置された人工林では生物多様性と土壌保全機能が低下することも推測でき、放置されている多くの森林に対し、早急に人の手を入れて管理を行う必要があると考えられる。

しかし、今回の調査は、間伐地と無間伐地の各層の現状を比較した結果にもとづき、施業管理による種の多様性の違いの指摘と、間伐地では天然林から人工林になっても土壌保全機能がある程度は維持できたという推測を行うにとどまった。そこで今後は、同じ調査地で定期的な施業管理を行い、各機能の変化の具体的な過程を明らかにしていきたい。

文献

- 青野壽郎・尾留川正平(1967)：日本地誌7
東京都, 49-442. 二宮書店.
- 貝塚爽平(1980)：地学のガイドシリーズ13
東京都地学のガイド 東京都の地質とその
おいたち, 215p. コロナ社

- 片桐成夫・金子信博・小島 靖 (1990) : 手
入れ不足のスギ人工林の物質循環－地上部
および土壌の養分集積量と養分還元量－.
島根大学農学部研究報告, 24, 21-27.
- 清野嘉之 (1988 a) : ヒノキ人工林の Ao 層
被覆率に影響を及ぼす要因の解析. 日本林
学会誌, 70 (2), 71-74.
- 清野嘉之 (1988 b) : ヒノキ人工林の Ao 層
被覆率に影響を及ぼす要因の解析. 日本林
学会誌, 70 (10), 455-460.
- 国土庁土地局国土調査課 (1976) : 土地分類
図 (東京都) 1 : 100,000. 財団法人日本地
図センター.
- 小山浩正 (1993) : カラマツ・トドマツ人工
林の林内照度と下木の生育予測. 北方林業,
45(4), 20-22.
- 志水俊夫 (1998) : 公益的機能－水土保全－
の増進と間伐. 林業技術, 673, 11-15.
- 森林・林業を考える会 (1993) : よくわかる
日本の森林 林業. 日本林業調査会.
- 田中和博 (1998) : 森を調べる 50 の方法,
74-77. 東京書籍.
- 長池卓男 (1999) : プナ林域におけるスギ人
工林の植物多様性－人工林にはどのような
種が出現するのか? 遺伝 53(10), 73-77.
- 藤田佳久 (1998) : 吉野林業地帯. 古今書院.
- 宮脇 昭・奥田重俊 (1974) : 首都圏の潜在自
然植生図 縮尺 20 万分の 1. 横浜国立大学
環境科学研究センター植生学研究室.
- 水永博己 (1998) : カラマツ・トドマツ人工
林の林内照度と下木の生育予測. 北方林業,
45(2), 20-22.
- 梁瀬秀雄 (1995) : 森林の粹土保全機能を高
めるための森林施業. 林業技術, 636, 14-
16.