

カラマツ林分化にともなう土壌の変化

山根玄一* 薄井五郎* 菊地健*

Comparison of soils between *Larix leptolepis* and hardwood stands

GENICHI YAMANE*, GORO USUI* and KEN KIKUCHI*

はじめに

かつて長野県下ではカラマツ2代目造林は不成績であるといわれたことがある（長野県 1978）が、現在このような懸念は地元では強くない（長野県 1978）。また北海道においても現在までとくに不成績であるとの報告はない（広谷ら 1972, 原田 1974）。しかし道内においては、カラマツ2代目造林についての不安感がいまなお一部に残っている。

著者らは、カラマツ林の成立により土壌がどの程度の時間でどの程度変化するものか知りたいと考え、広葉樹林の土壌と対照しながら調査した。このことに関連して山本（1975）の報告がある。

植被**土壌に及ぼす影響には理化学的性質に対するもののほか、森林生態系内の物質循環の一部としての養分状態の変化、微生物相・小動物相の変化、植物生育上の有害物質の生成など種々の影響が考えられる。本調査はカラマツ林の成立が土壌の理化学的性質や養分分布に及ぼす影響の一部について検討したものである。

この調査の計画にあたり有益なご助言をいただいた農林水産省林業試験場河田弘土じょう部長、ならびに調査地選定に協力いただいた名寄、帯広両地区林業指導事務所の方々に謝意を表す。

調査方法、分析方法および調査地の概況

調査方法

林齢 20 年以上のカラマツ林とこれに接続していてカラマツの植栽前同一立地条件にあったとみられる広葉樹林との土壌を比較した。1 組のカラマツ林と広葉樹林の調査地では、土壌断面を調査し、土壌試料を採取、持ち帰り分析した。

調査は、1976 年 9 月非火山灰土壌として上川支庁管内風連町（以下 風連地区）で、また 1977 年 9 月火山灰土壌地域として十勝支庁管内帯広市、士幌町、新得町（以下 十勝地区）で行った。調査地の選定には、カラマツ植栽前の立地条件がよく似ていることを第一に、カラマツ林にはなるべく密な状態に維持された林分を、また広葉樹林には混交樹種数の多い林分を選ぶようにした。

調査項目

林分調査 方形の調査区を設定して毎木調査。

**土壌に及ぼす林分の植物被覆としてのはたらきを述べる場合に用いる。またカラマツ林、広葉樹林または両樹林という場合は土壌を含めた意味で使用する。

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido 079-01.

[北海道林業試験場報告 第 17 号 昭和 54 年 10 月 Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment

Station, No. 17, October, 1979]

林床植生 調査地区の標準的な場所で植物名と優占度を調査。

A。層現存量 調査区内で1 m²ずつ、3箇所を剥ぎ取り調査。

ササおよび林床植生現存量A。層の剥ぎ取り箇所を刈り取り調査。

土壌断面調査 調査区内に任意に3つの試孔点を掘り、標準的な試孔点を調査。方法は国有林野土壌調査方法書(1955)によった。

土壌分析試料の採取

上記の3試孔点において、それぞれ4層の深さから採取した。採取深は、風連地区では0~5 cm, 5~10 cm, 20cm 中心, 40cm 中心の4層, 十勝地区では0~5cm (IA層上部), 14cm 前後 (IIA層上部), 25cm 中心 (新得30cm 中心), 40~50cm(理化学性40cm 中心, 化学性50cm 前後-新得65cm)の4層である。

土壌分析の方法, 項目

分析方法をとくに記載しない項目は前記方法書(1955)によった。

分析項目は容積重, 三相組成, 最大含水量, 最小容気量, 粗孔隙・細孔隙(吸水板による), 透水性(真下法), pH(H₂O), 置換酸度, 全炭素, 全窒素(微量拡散法), 置換性Ca およびMg(原子吸光法), 置換性KおよびNa, P₂O₅(HClO₄, HNO₃分解による黄沈法), 塩基置換容量, 塩基飽和度である。

調査林分の概況

調査地6箇所の概況, 林況を表-1, 2 に示す。調査地の選定要件であるカラマツ植栽前同一立地条件にあったカラマツ林, 広葉樹林を選ぶことはむづかしく, 風連1をのぞく5組の調査地には立地条件の

表=1 調査地の概況

調査地	林種	林齢	既耕作地・未耕作地	土壌母材	地形	標高(m)	方位	傾斜	斜面型	推積模	式	土壌型
風連1	カラマツ林	23	耕	段丘推積物	段丘上平地	220	-	0°	-	定積土		BD
	シラカンバ二次林	約23	耕	段丘推積物	段丘上平地	220	-	0°	-	定積土		BD
風林2	カラマツ林	34	未	段丘推積物	洪積地斜面	180	N55° E	16°	平衡	匍行土		BD
	広葉樹二次林	約34	未	段丘推積物	同上(押出し?)	180	N55° E	12°	平衡	匍行土		BD
風林3	カラマツ林	23	耕	段丘推積物	河岸段丘	180	N20° E	3°	-	定積土		BD
	シラカンバ人工林	約20	耕	段丘推積物	河岸段丘	180	N40° E	5°	-	定積土		BD
帯広	カラマツ林	26	耕	火山灰・段丘推積物	平野	105	-	0°	-	定積土		BD
	カシワ二次林	約45	未	火山灰・段丘推積物	平野	105	-	0°	-	定積土		B1D
士幌	カラマツ林	45	未	火山灰・段丘推積物	平野	200	-	0°	-	定積土		B1D
	カシワ二次林	約40	未	火山灰・段丘推積物	平野	200	-	0°	-	定積土		B1D
新得	カラマツ林	38	耕	火山灰・扇状地推積物	段丘上緩斜地	280	E	3°	わずかに上昇	残積土		B1D
	広葉樹二次林	約35	耕	火山灰・扇状地推積物	段丘上緩斜地	280	E	3°	わずかに下降	定積土		B1E

表-2 調査地の林況

調査地	林種	構成樹種	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	h aあたり		おもな林床植生優占度	備考
					本数 (本)	材積 (m ³)		
風連1	カラマツ林		16.5	15.2	1,475	263	ノリウツギナ+クマイザサ5ウド+	やや疎林で成林、疎密度中
	シラカンバ二次林		7.1	7.9	4,200	88	ノリウツギナ、クマイザサ5、ウド+	密なため立枯木あり
風連2	カラマツ林		23.6	20.3	580	261	エゾイタヤ2、ズダヤクシユ2、草木、蔓茎覆多	間伐あり、また間伐予定
	広葉樹二次林	エゾイタヤ、オヒョウ、ミズナラ、ハリギリ	10.5	9.2	1,490	106	エゾショウマ2、オシダ1、リョウメンシダ1	疎密度中
風連3	カラマツ林		16.4	16.5	1,160	209	オヒョウ+アキノキリンソウ+、ウド+、ワラビ+	間伐あり、疎密度中
	シラカンバ人工林		9.1	11.4	2,900	73	オーチャード1、ヨモギ1、エゾゴマナ1	疎密度中
帯広	カラマツ林		16.2	15.9	883	160	ハルニレ+、バッコヤナギ+、ミヤコザサ5	3年前に間伐、疎密度中
	カシワ二次林		13.9	10.6	1,152	131	ハギ+、ミヤコザサ4、ヨモギ+、ワラビ+	疎密度中
士幌	カラマツ林		26.0	21.9	907	555	ヤチダモ+、ミヤコザサ3、スゲ3	疎密度中～密
	カシワ二次林		15.7	11.5	949	128	ヤチダモ+、ミヤコザサ4、スゲ3	疎密度中
新得	カラマツ林			約20			エゾイチゴ1、クマイザサ3、イタドリ1	間伐あり、疎密度密
	広葉樹二次林	イヌエンジュ、オニグルミ		約10			イタドリ3、オオハナウド3、アマチャヅル3	疎密度疎

ちがいが存在していた。すなわち、風連2、3および新得のカラマツ林、広葉樹林のあいだには微地形、母材に多少のちがいがみられた。帯広のカラマツ林は耕作跡の土壌であり、士幌は土壌分析の結果母材にちがいがあることがわかった。また新得は微地形、母材ともかなりちがっていた。しかし、カラマツ林と広葉樹林の土壌の大まかな比較は可能と思われる。なお帯広、士幌の調査地は耕地防風林であり、士幌の林分は带状幅約25mで狭かった。

カラマツ林は士幌、新得の両林分をのぞき、本数密度の高い成林経過をとったものは少なく、風連1はやや疎の状態

で成林したとみられる。また広葉樹林にはシラカンバ林とカシワ林が多く運ばれた結果となったが、これらはそれぞれ両地区を代表する林分の一つでは

調査・分析結果

1. A. 層の現存量

A. 層はいずれの林分においてもF層がほとんどを占めていた。A. 層現存量を表-4に示した。

表-3 ササおよびササ丈以下の植生の現存量 (乾物、ton/ha)

林種	風連1	風連2*	風連3*	帯広	士幌	新得
カラマツ林	3.4			3.1	0.8	
		(未調査)	(未調査)			(未調査)
広葉樹林	6.0			2.6	2.7	

*木本、蔓茎を主とするため未調査

表-4 A. 層の現存量 (乾物、ton/ha)

林種	風連1	風連2*	風連3	帯広	士幌	新得
カラマツ林	17.7*	12.2	10.2	5.1	4.5	4.9
広葉樹林	12.5*	4.9	4.7	5.6	5.7	5.9

*は枝条を多く含めた。

風連地区では、カラマツ林で多く 10. 2~17. 7ton/ha (12ton/ha 前後) であったのに対し、広葉樹林では少なく 4. 7~12. 5ton/ha (5ton/ha ないしこれをやや上廻る程度) であった。十勝地区ではカラマツ林で 4. 5~5. 1ton/ha, 広葉樹林で 5. 6~5. 9ton/ha であったが、両樹林ともに 5~6ton/ha で差がないとみられる。

2. 土壌断面調査

おもな断面形態を附表に示した。

(i) A. 層 A. 層の厚さは、風連地区ではカラマツ林で 3. 5~4cm, 広葉樹林で 2~3cm で、カラマツ林でやや厚い傾向がみられた。しかし十勝地区ではバラツキが大きく、両樹林間に相違は認められなかった。

風連地区においては、カラマツ林ではF層が直接鈹質土壤に接して剥がれやすいが、広葉樹林ではF層と鈹質土壤のあいだにやや分解がすすんだ腐植があり、細根が密に分布し剥がれにくい傾向がみられた。しかし十勝地区では相違がみられなかった。

(i i) 鈹質土壤層 一般にカラマツ林のほうが土壌表層の乾燥が弛い傾向がみられた。しかし広葉樹林においても乾燥が強い場合があった (風連 3)。

カラマツ林では、広葉樹林にくらべてA層、B層の菌糸密度が高い傾向が観察され、カラマツ林でより強く土壌が乾燥する傾向のあることを裏づけていた。堅密度も、カラマツ林では乾燥のためやや堅い傾向がみられた。また風連 1 の調査前夜にかなり多量の降雨があったが、A. 層を通しての雨水の浸透がカラマツ林よりもシラカンバ林において容易であることが観察された。

A層、B層の土壌構造には、風連地区のカラマツ林では細粒状、塊状構造が多かったが、広葉樹林では団粒状構造も認められた。十勝地区ではカラマツ林、広葉樹林ともに団粒状構造の発達が顕著であった。

3. 土壌の理学的性質

容積重には、両樹林間に相違は認められなかった。

透水性は、各試孔点間の変動が大きく、両樹林間の相違は不明であった。

三相組成について、各林分 3 試孔点の平均値を図-1 に示す。カラマツ林の表層では、広葉樹林にくらべて液相率が小さく気相率が大きい傾向がみられ、カラマツ林の表層の乾燥が強傾向が認められる。なお試料採取時期の関係から、両樹林ともに調査時土壌は弛い乾燥をうけており、細孔隙量よりも水分量が少ない傾向にあった。

乾燥の程度を比較するため、採取時の容積水分率を図-2 に示す。表層の容積水分率をみると、20%

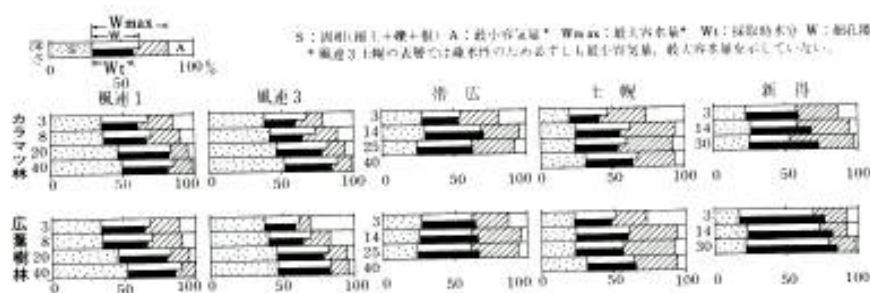


図-1 自然状態の三相組成 (平均値)

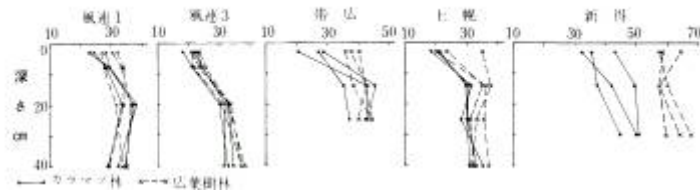


図-2 採取時水分率（容積%）

前後まで強く乾燥していた風連3をのぞき、最表層においてはカラマツ林で乾燥が強い傾向にある（新得は微地形、母材に相違がある）また、林齢の高い七幌のカラマツ林では25cm以上の深さまで乾燥が強いようにみられる。

4. 土壌の化学的性質

1) 両樹林間に相違が認められたもの

A. 層の pH (H₂O) カラマツ林では5前後であり、広葉樹林より明らかに低かった。

2) 両樹林間にやや相違が認められるもの

全炭素量，全窒素量，最表層のC-N率 風連地区においてはカラマツ林で最表層の全炭素量および全窒素量がやや少ない傾向が認められた（風連2では微地形，母材のちがいがある）。しかし十勝地区においては植被のちがいによる相違は不明である（帯広のカラマツ林最表層で少ないのは耕作による影響と考えられる）。

最表層のC-N率をみると、風連地区のカラマツ林はほぼ20前後の値をとり腐植の分解がやや不良

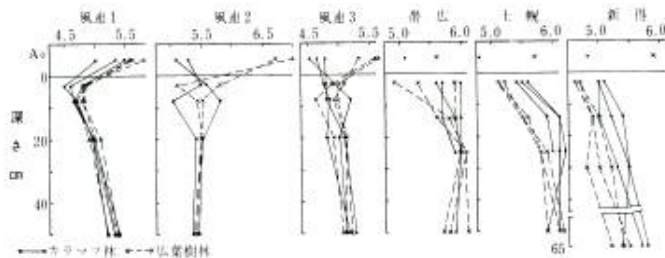


図-3 pH (H₂O)

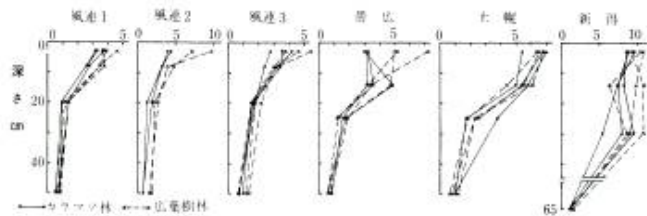


図-4 全炭素 (%)

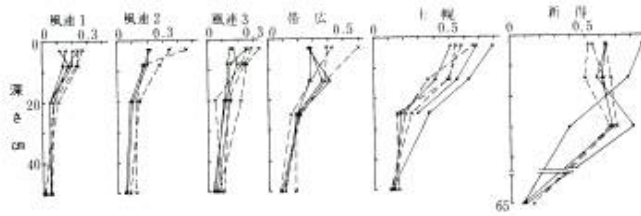


図-5 全窒素 (%)

であるが、広葉樹林では風連2をのぞき15~17でやや小さい。十勝地区では両樹林ともに10にちかい値をとり、ともに腐植の分解は順調に行われていること示す(新得の広葉樹林で20ちかいは過湿条件によるものと考えられる)。

3) 両樹林間に相違が認められないもの

置換酸度 カラマツ林と広葉樹林のあいだに相違はなかった(図-7)。十勝では両樹林ともに15以下の値を示した。風連地区においては表層の置換酸度は、傾斜地(匍行土)である風連2では小さい値を示したが、段丘平坦地上の風連1, 3では50以上の大きな値を示し重粘土土壌の特性を示した。

4) 両樹林間に相違の存在が不明のもの

(i) 鉍質土壌層のpH(H₂O) 両樹林間に相違を認めがたい。風連地区においては風連1, 2のカラマツ林の最表層でやや低い傾向がみられるが、有意の相違ではない。十勝地区においては土幌, 新得で25~30cmの深さまでカラマツ林のpHが高い傾向がみられるが、これはカラマツ林で塩基量が多いなどの母材のちがいによるもので、植彼のちがいによる影響ではないと考えられる。

(ii) P₂O₅量 樹林のちがいによって一定の傾向はみられず(図-8)、植彼のちがいによる影響は不明である。

(iii) 置換性塩基類(Ca, Mg, K, Na)の含有率, 塩基置換容量, 塩基飽和度 各調査地において1組のカラマツ林と広葉樹林のあいだには、それぞれの塩基含有率にかなり大きな相違が認められる(図-9, 10, 11, 12)。しかし、これは相違の程度などから植彼のちがいによって生じたのではなく、カラマツ林と広葉樹林のあいだには、それぞれの塩基含有率にかなり大きな相違が認められる(図-9, 10, 11, 12)。しかしこれは相違の程度などから植彼のちがいによって生じたのではなく、カラマ

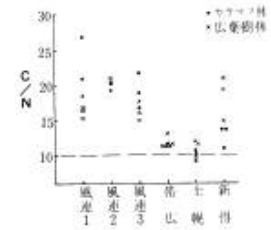


図-6 土壌最表層のC・N率

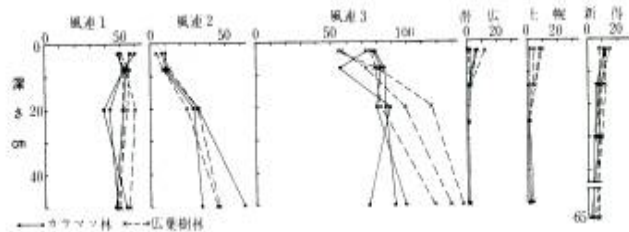


図-7 置換酸度

ツ林地と広葉樹林地の母材のちがいによるものと考えられる。塩基置換容量、飽和度についても同様の関係にあると思われる。これらについてはいずれも母材のちがいによる影響が大きく、植被のちがいによって生じた影響は不明である。ちなみに各調査地ごとにみるとつぎのようである。

風連1では、広葉樹林の1試孔点をのぞき、カラマツ林の最表層において置換性のCa, Mg, およびNa, 塩基置換容量, 飽和度の値がやや小さいが、有意な相違はない。風連2, 3では置換性Ca, Mg,

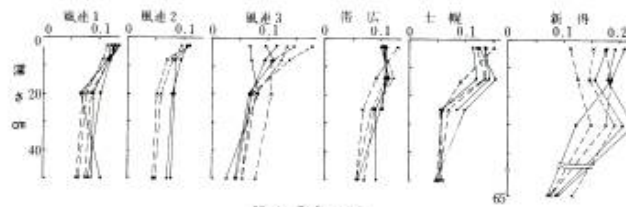


図-8 P₂O₅ (%)

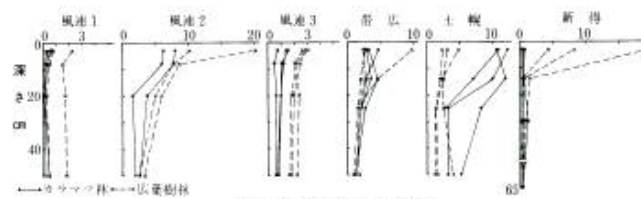


図-9 置換性Ca (m.e./100g)

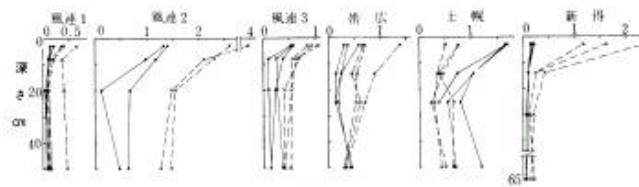


図-10 置換性Mg (m.e./100g)

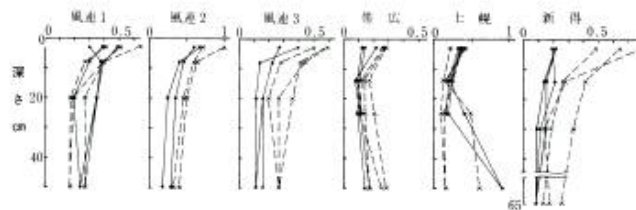


図-11 置換性K (m.e./100g)

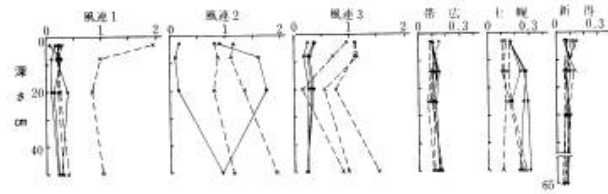


図-12 置換性 Na (m.e./100g)

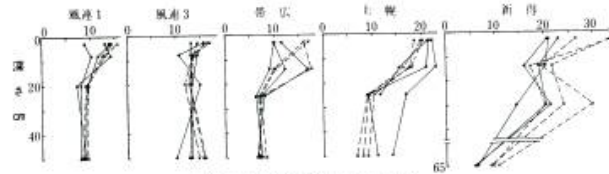


図-13 塩基置換容量 (m.e./100g)

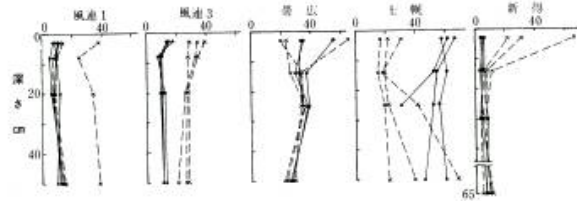


図-14 塩基飽和度 (%)

KおよびNa，塩基飽和度に下層まで相違がみられ，母材などのちがいによるものと思われる。帯広では，カラマツ林で置換性のMgおよびKが表層から3層目まで，また最表層の塩基置換容量がともに小さい傾向がみられるが，置換性のCaおよびNa，塩基飽和度には相違がみられない。土幌ではカラマツ林の表層の置換性CaおよびMg，塩基飽和度などが広葉樹林にくらべて著しく大きく，他の調査地と異なる傾向を示した。なお新得では両樹林地の微地形，母材がちがうことが現地で確認されたが，広葉樹林の表層で置換性CaおよびMg，塩基飽和度が著しく大きく，置換性Kおよび塩基置換容量も類似の傾向を示した。

カラマツ林では腐植の分解が遅れて，土壌表層の置換性塩基の量，塩基置換容量，飽和度に変化を生じ，広葉樹林の土壌中の垂直分布と相違してくることは十分考えられる。しかし以上の諸傾向をみると，各調査地における両樹林間のこれらの要素に関する相違は植被のちがいによるよりも，母材および微地形によることが著しく大きいと考えられる。

考 察

1. 落葉の分解速度

カラマツ林ではA。層量は植栽後 12 年をいくらかこえた時点で量的な安定状態に達する（四大学および信大 1974）から、調査したカラマツ林のA。層量はすでに量的な安定状態に速していたと思われる。

風連地区のカラマツ林のA。層量はおよそ 12ton/ha とみられるが、落葉量を 3.8 ton/ha・年（四大学および信大 1964）～3.1 ton/ha・年（大政・森 1939）とすれば、3.2～3.9 年分の落葉量に相当するA。層を集積していた。また十勝地区のカラマツ林のA。層量を 5.5 ton/ha とすると 1.4～1.8 年分の落葉量を集積していた。これに対し、広葉樹林では 5.5 ton/ha のA。層を堆積していたとして、風連地区では落葉量をシラカンバ林の 1.29 ton/ha・年（山本 1971）～1.5ton/ha・年（大政・森 1937）とすれば 1.8～3.7 年分、また十勝地区では落葉量をミズナラの 3.0ton/ha・年（堤 1973）を用いると 1.8 年分の落葉量に相当するA。層量をそれぞれ集積していたことになる。

以上の試算によれば、風連地区ではカラマツ林でやや落葉の分解速度が小さいようであり、十勝地区では両樹林の落葉の分解速度に大きな相違はない。また一般に風連地区では落葉の分解が遅く、十勝地区では速いことになる。

2. 土壌の乾燥および理学的性質

カラマツ林の土壌が広葉樹林のそれにくらべてより強く乾燥していることは、断面調査からのほか、採取時水分率（容積%）からも認められた。山本（1975）もパイロット・フオレストで造林前の広葉樹林と植栽後 10 年を経過したカラマツ林とを比較して、カラマツ林の土壌は若干乾燥の方向に導かれていることを認めている。

このような相違が生じる原因には、林地からの水の支出面すなわち植被の種類、林分構成のちがいによる蒸発散量の相違と、収入面すなわち降水の林地への浸透能の相違などが考えられる。支出面についてはよくわからないが、ヒルミ（1965）はマツ林とカンバ林の蒸散量について、葉の単位重量あたりの蒸散量はカンバ林で約 2 倍であるが、マツ林の葉量は約 2 倍であるので、林分としての蒸散量はマツ林とカンバ林であまり変らない例をあげている。収入面については、カラマツ落葉層が水を通しにくい性質が現地でも観察された。このことについて、石川（1956）は、土壌表面に接するカラマツ落葉層が菌糸によってつぶられている部分が相当あり、この部分は 3～4 時間の降雨後にも水を吸収せず乾燥したままであって、菌糸のある腐植層は雨水の浸透をさまたげることがあげている。また村井（1971）は、普通樹林地の浸透能は裸地よりも大きい、カラマツ林では無被覆の裸地より小さく、カラマツ林でA。層を除去すると浸透能がいくらか増大する場合は、A。層の内部または直下に阻水性の菌糸網層が発達していることによると述べている。A。層により浸透がさまたげられた水は地表を流去または蒸発し、土壌への水の収入はその分だけ減少する。

なお、調査時は土壌の乾燥期であったので、広葉樹林の土壌もかなり強く乾燥していたが、カラマツの生育期には両樹林間の土壌の乾燥程度の相違はより大きいことも考えられる。

本調査では、そのほかの土壌の理学的性質には試孔点によるバラツキも大きく、両樹林間に相違が認められなかった。しかし、山本（1975）は前記パイロット・フオレストの植栽後 10 年を経過したカラマツ林で最小容気量と透水性の増大を認めている。

3. 全炭素、全窒素、表層のC-N率と腐植の分解状態

落葉の分解速度が遅速があれば、A。層および土壌表層の有機物の集積量にはちがいが生じる。樹種によって落葉量や落葉の分解速度にはちがいがあり、一般に針葉樹落葉は広葉のそれにくらべて分解が

遅いことが認められている(堤 1973)。また堤(1963)は治山造林地において炭素や窒素が土壌中に集積される過程を検討し土壌中の物質の垂直分布にふれて、有機物は表層土中に多く集積され、年数を経過するほど表層と下層との差が相対的に大きくなっていく傾向があり、窒素についてもよく似た傾向を認めている。

調査地ではA。層はすでに平衡状態に達していたと思われる。そして風連地区では、カラマツ林の土壌表層の全炭素量、全窒素量は広葉樹林にくらべてやや少ない傾向が認められた。またカラマツ林では最表層のC-N率も 20 前後のやや大きい値をとり、A。層量が多く落葉の分解がやや不良であることと対応した。しかし、十勝地区では両樹林間で表層の全炭素量、全窒素量に相違がみられず、最表層のC-N率はともに 10 にちかい値を示した。両樹林ともにA。層量は少なく落葉の分解状態は良好であった。

4. 置換性塩基類の含有率および鉍質土壌の pH

カラマツの生葉、落葉にはきわめて多くの SiO₂ が含まれており(河田 1962, 山谷 1962)、塩基に乏しい(山谷 1962)。

また落葉からの塩基類の溶出、洗脱速度はほぼ $Na > K > Mg \geq Ca > P \geq N$ であろう(片桐ら 1970)といわれ、KおよびMgは雨水によって溶脱されやすい(河田 1971)。すなわち 2 価塩基は 1 価塩基よりも洗脱されにくい(山谷 1962)ようで、1 価塩基は土壌中においても動きやすいと思われる。したがって、2 価塩基はカラマツ林の鉍質土壌表層では広葉樹林にくらべて小さい値をとることが予想される。

今回の調査で植彼の影響をはっきり検討しうる立地条件にある風連 1 の分析結果をみると、置換性の Ca, Mg についてわずかにこの傾向がみられるようである。しかし土幌の例(図-10, 11, 12)からもわかるように、土壌中の Mg, K, Na などは母材から供給されやすい。土壌中の塩基類の垂直分布には母材や耕作などが大きな影響を与えている調査地が多く、植彼の影響についてははっきりしたことはいえない。

このことに関して堤 (1963) ははげ山での治山造林地の土壌中諸物質の垂直分布から、P や Ca は表層土に多く、K や Mg は下層に向って漸増する傾向を認め、落葉による物質の循環が長い年月の間には垂直分布に次第に大きな影響を与えてくることを予想している。しかし、このような変化が一般林地において顕在化するには未熟土壌とちがって相当の年月を必要とすると思われる。

鉍質土壌の pH は、風連地区においてカラマツ林の表層で広葉樹林にくらべやや低い傾向がみられたが、有意な差ではなかった。十勝地区においては逆に広葉樹林で低かったが、これは母材まどのちがいによるもので、植彼のちがいによるものとは思われない。すなわち、土幌では母材のちがいによるものであり、新得では広葉樹林がやや過湿条件にあるとみられるほか、広葉樹林には過去に酸性肥料の施用があったことも考えられる。

5. 風連、十勝両地区の相違、地域性について

風連地区においては、広葉樹林にくらべて、カラマツ林で土壌表層の乾燥が強いほか、A。層が多く、最表層の全炭素量、窒素量が少なく、C-N率がやや大きい傾向がみられるなど、植彼のちがいによる土壌への影響が認められた。しかし十勝地区では表層の乾燥程度に影響がみられただけで、植彼のちがいによる影響はほとんどなく、両林ともにA。層量が少なく、表層のC-N率も小さかった。また表層のC-N率には両地区のあいだで相違がみられた。このように、風連、十勝両地区のあいだには植彼のちがいが土壌に及ぼす影響に相違がみられたが、この原因には非火山灰土壌、火山灰土壌のちがいおよび気候条件のちがいが考えられる。

両地区の気候条件は、暖かさの指数には差がないが、風連地区では寒さの指数が約 10 度大きく、積

表-5 風連、十勝両地区の気候の比較 (農林省・気象庁 1978)

要素	風連地区			十勝地区		
	名寄	下川	士別	帯広	士幌	新得
年平均気温 (°C)	5.2	5.6	5.6	6.7	6.4	7.0
年降水量 (mm)	1,236	1,185	1,302	1,003	991	1,144
暖かさの指数	59.8	60.0	62.3	64.3	60.8	63.6
寒さの指数	-57.8	-52.4	-54.8	-44.4	-44.4	-40.1
5～9月の降水量	585	543	577	573	588	716
5～9月の日照時間	1,002	1,170	1,020	923	938	973
雨量係数	238	212	233	154	155	163

表-6 風連、十勝地区の夏季気候の比較 (農林省・気象庁 1978)

要素	月	風連地区			十勝地区		
		名寄	下川	士別	帯広	士幌	新得
月降水量 (mm)	5	71	73	72	92	86	96
	6	85	82	88	119	124	127
	7	116	105	111	101	110	115
	8	170	135	154	126	133	196
	9	143	148	152	135	135	182
月日照時間 (h)	5	217	236	215	222	234	220
	6	219	266	228	194	202	189
	7	202	240	205	174	192	180
	8	193	229	198	166	179	175
	9	171	199	174	167	166	173
日最高気温の 月平均値 (°C)	5	17.0	17.8	17.2	17.7	17.6	17.7
	6	21.7	21.9	21.8	20.6	20.7	20.8
	7	25.0	25.1	25.2	24.3	24.1	24.3
	8	25.3	25.5	25.2	25.3	24.8	25.2
	9	20.5	20.4	20.2	21.2	20.8	20.7

雪量が多いほか、夏期の気候として日照時間がやや多く、5～6月の降水量がやや少なく、また6～7月の日最高気温が約1°C高いなどの相違がある(表-5, 6)。風連地区は十勝地区にくらべて夏期の乾燥がやや強い気候条件にあると考えられる。

6. カラマツ林分化にともなう土壌変化の程度

山本(1975)によれば、パイロット・フォレストでは植栽後10年を経過したカラマツ林で土壌の乾燥化傾向が認められたほか、カラマツ林に比較して隣接広葉樹林では表層の炭素量、窒素量、置換性Ca量、塩基置換容量が大きく、さらに腐植の組成、腐植の光学的性質について腐植化の過程が進行していることが認められたといわれる。植被以外の立地条件が必ずしも同一とはみられないが、カラマツ林分化によって土壌が質的变化を受けていることはまちがいないであろう。

この調査では、広葉樹林を対照としてカラマツ林に変化が認められたのは、土壌がやや深くまで乾燥していたのをのぞくと、最表層すなわち深さ5cmまでにみられる変化であり、深めにみても表層10

cm 程度までの変化であった。両地区にいずれにおいても母材などによる樹林間の土壌の性質のちがいと試孔点位置による性質の変動が大きかった。これらの変動のレベルからみるとカラマツ林分化による土壌変化は、とくに無機養分量については大きくないといえる。

お わ り に

この調査では、カラマツ植栽前同一立地条件にあった広葉樹林を対照地を選ぶことができなかった。また広葉樹林には、風連地区ではシラカンバ林、十勝地区ではカシワ林を選ばざるをえなかった。とくにカシワの落葉は分解が速いとはいえない。しかしこの調査結果から、カラマツ林分化による土壌の理化学的性質の変化程度は大きいとは思われない。その程度は同齢のトドマツ林分化にともなう変化（山本・真田 1970a, b）よりも当然小さいと思われる。すなわちカラマツ林内では、トドマツ林内よりも林床に射入する陽光量が多く、林床植生がなくなることは稀であるからである。

一般に針葉樹単純林では落葉の分解が広葉にくらべて遅いといわれる。今後カラマツ林分化による土壌変化を検討していくには、この点についてカラマツ林の落葉量と A₁ 層量め資料を集積することにより、落葉の分解速度を検討する必要がある。

カラマツ 2 代目造林に関連して、土壌養分の点では風連地区のカラマツ林で最表層の炭素量、窒素量がやや少ない傾向がみられた。しかし十勝地区ではとくに変化はみられなかった。カラマツ林で養分循環が若干遅れるとしても、皆伐された場合は A₁ 層の分解が促進され、このような遅れはある程度解消される。養分問題に関する限り、北海道のカラマツ 2 代目造林には当面大きな問題はないと思われる。

摘 要

カラマツ林分化が土壌にどの程度の変化をもたらすか知る目的で、広葉樹林を対照地として土壌の理化学的性質の一部および養分分布に及ぼす影響を検討した。調査地は非火山灰土壌の風連地区（北海道上川支庁管内風連町）と火山灰土壌の十勝地区（同十勝支庁管内）である。

1. A₁ 層の現存量は、風連地区ではカラマツ林で多く 12 ton/ha 前後であり、広葉樹林で少なく 5ton/ha ないしこれをやや上廻る程度であった。十勝地区では両樹林とも少なく 5~6ton/ha 前後であった。A₁ 層の pH はカラマツ林で低かった。落葉の分解速度は、十勝地区では両樹林で大きかった。風連地区ではやや小さく、とくにカラマツ林で小さいようであった。

2. カラマツ林の土壌表層では広葉樹林にくらべて乾燥が強い傾向が認められた。この一因にカラマツ林における A₁ 層および A₂ 層直下の疎水性の菌糸網層による土中への水の浸透能の低下が考えられる。

3. 土壌最表層の全炭素量、全窒素量は、風連地区ではカラマツ林で少ない傾向がみられたが、十勝地区では植被のちがいによる相違は不明であった。土壌最表層の C-N 率は、風連地区のカラマツ林では 20 前後、広葉樹林では 15~17 で、A₁ 層の現存量と対応した。十勝地区では両樹林とも 10~13 で小さく植被による相違はみられなかった。

4. 土壌の置換酸度および P₂O₅ 含有率には植被のちがいによる影響は認められなかった。pH、置換性の塩基（Ca、Mg、K、Na）含有率、塩基置換容量および塩基飽和度には、母材のちがいによる影響が大きく、植被のちがいによる影響は不明であった。

5. 風連地区と十勝地区とでは、植被のちがいによる土壌への影響のしかたに相違がみられた。この原因には両地区の土壌条件のちがいと気候条件のちがいが考えられる。

6. 上記項目についてカラマツ林の成立にともなう土壌変化の程度は、十勝地区では小さく、風連地

区ではやや大きかった。また母材による土壌の性質のちがいおよび試孔点による土壌の性質の変動が大きいことがわかり、これらの変動レベルからみれば、カラマツ林分化にともなう土壌変化の程度は大きくないといえる。

文 献

- 原田 洸 1974 北海道の2代目造林 北方林業 26 : 209-211
- 広谷 巍・薄井五郎・村田義一・小林正吾 1972 カラマツ二代目造林地の成績について 光珠内季報 13 : 10-12
- ヒルミ著・高橋 清訳 1965 森林の生物物理学野理論 新科学文献刊行会 143 p
- 石川政幸 1956 十勝岳山麓地帯の土壌侵食防止に関する研究 林試北海道支場業務報告(特別) 7 : 157-189
- 片桐成夫・千葉喬三・堤利夫 1970 落葉落枝の分解にもとなう養分量の変化 京大演報 41 : 106-115
- 河田 弘 1962 カラマツ林の成長および有機物層の組成におよぼす土壌条件の影響(前山・桐原国有林) 林試研報 136 : 1-33
- 村井 宏 1971 森林と地表流下・浸透・土砂流出・侵食との関係(1) 水利科学 79 : 1-34
- 長野県 1978 信州からまつ造林百年の歩み 657 p
- 農林省・気象庁 1978 農業気象10年報(昭和41~50年)一北海道一 日本気象協会北海道本部
- 農林省林業試験場・林野庁 1955 国有林野土壌調査方法書 林野共済会 47 p
- 大政正隆・森 経一 1937 落葉に関する二・三の研究 帝室林野林試報 3(3) : 39-101
- 四大学および信大合同調査班 1964 森林の生産力に関する研究(II) 信州産カラマツ林について 日本林業技術協会 60 p
- 堤利夫 1963 森林の成立および皆伐が土壌の2・3の性質に及ぼす影響について 第1報 森林の成立にともなう土壌の性質の変化 京大演報 34 : 37-64
- 1973 陸上植物群落の物質生産Ib—森林の物質循環—生態学講座5b 共立出版 60 p
- 山本 肇・真田悦子 1970 a トドマツ落葉の分解が土壌におよぼす影響 林試研報 229 : 63-92
- ・——— 1970 b トドマツ造林木の養分吸収量と造林地における養分循環ならびに土壌の変化について 林試研報 229 : 93-121
- 1971 トドマツ人工林の成長と土壌 わかりやすい林業研究解説シリーズ47 日本林業技術協会 62 p
- 1975 パイロット・フォレスト造成に伴う環境の変遷—II 地形・地質・土壌 帯広営林局 41-63
- 山谷孝一 1962 ヒバ林地帯における土壌と森林生育との関係 林野土調報12 155 p

林種	土壌型	層位	深さ (cm)	推移 状態	色	堅密度	土性	水質 状態	菌糸	構造
風連1										
カラマツ林	BD	A.	F1: 1.5 cm, F2: 2.5 cm, F2に菌糸あり							
		AP	0-13		10YR4/3	軟~やや型	CL	半乾	小	塊状、細粒状
		B	13-36	明	10YR5/5	堅	CL	半乾	+	カベ状(弱)
		(B)-C	36-55+	漸	10YR5/5.5/4 (10YR4/4)	すこぶる堅	CL	半乾	-	カベ状(中)
広葉樹林	BD	A.	L: 0~1 cm, F: 2~3 cm F2に菌糸あり							
		AP	0-13		10YR3/4	軟~やや堅	CL	潤	小	塊状(団粒状)
		B	13-36	明	10YR5/5	堅	CL	潤~半乾	+	下部カベ状(弱)
		(B)-C	36-53+		10YR4/6	すこぶる堅	CL	半乾	-	カベ状(中)
風連2										
カラマツ林	BD	A.	F1:2cm,F2:2cm							
		A	0-12		10YR3/3	軟~やや堅	L	潤	小~中	堅果状(塊・粒状)
		B1	12-22	判	10YR4/4	やや堅	L	潤	小	塊状(含む)
		B2	22-46	漸	10YR4/4	堅	L	潤	-	-
		(B)-C	46-56+	漸	10YR5/4	堅	SL	潤	-	-
広葉樹林	BD	A.	L: 0~1 cm, F: 1~2 cm							
		A	0-12		10YR3/3	軟~やや堅	L	潤	-	堅果状, 団粒状
		B1	12-23	判	10YR4/4	やや堅	L	潤	-	堅果状(含む)
		B2	23-47	漸	10YR4.5/4	堅	L	潤	-	-
		(B)-C	47-60+	漸	10YR4.5/4	堅	CL	潤	-	-
風連3										
カラマツ林	BD	A.	F1: 1.5 cm, F2: 2 cm, F2に菌糸網層							
		AP	0-16	判	10YR3/4	やや堅	L	乾	多	塊状, 最粒状
		B	16-40	漸	10YR4/4	堅	CL	半乾	-	堅果状
		(B)-C	40-50+		10YR6/4	すこぶる堅	CL	乾	-	-
広葉樹林	BD	A.	L: 0~1 cm, F: 1~2 cm							
		AP	0-19		10YR3/4	軟	L	半乾(上5cm)	中	塊状、粒状
		B	19-40	判	10YR4.5/4	やや堅~堅	CL	(中下) 潤~半乾	少	塊状、団粒状
		(B)-C	40-50+	漸	10YR4.5/6	堅	SL	潤	+	-
帯広										
カラマツ林	B1D	A.	F1-1: 2 cm, F1-2: 2cm, F2: 1.5 cm							
		I・II AP	0-10		7.5YR2/2.5	疎	SL~S	潤	少	団粒状(すこぶる富)
		III A	10-19	漸	7.5YR2/2.5	軟	SiL	潤	少	団粒状(富む)
		III B	19-50	判	7.5YR4/5	疎~軟	SL	潤	-	上部団粒状
		IVC	50-65+	漸	10YR4/6	軟	SL	潤	-	下部 -
広葉樹林	B1D	A.	F1: 1.5 cm, F2: 1.5 cm							
		IA	0-9		5YR2/1	疎	SL	湿	-	団粒状(すのぶる富)
		II B	9-13	判	7.5YR3/2	疎	S	潤	-	団粒状(乏し)
		III A	13-21	判	5YR2/1	疎	SiL	湿~潤	-	団粒状(すこぶる確)
		III A-B	21-29	漸	7.5YR3/4	疎	SiL	潤	-	団粒状(富む)
		III B	29-50	漸	7.5YR4/6	疎	SL	潤	-	-
		IVC	50-80+	漸	10YR4/6	軟	SL	潤	-	-
(II B層下部に斑状にII Cあり)										

林種	土壌型	層位	深さ (cm)	推移 状態	色	堅密度	土性	水湿 状態	菌糸	構造
士幌 カラマツ林	B1D	A ₀	F1:2cm,F2:+							
		IA	0-12		7.5YR2/1.5 (7.5YR6.5/2)	疎	SL	半乾	少	団粒状 (すこぶる富)
		II A	12-21	判	7.5YR2/3	疎	SL	半乾~潤	-	団粒状 (富む)
		II A-B	21-38	判	7.5YR3.5/3	軟	SL~L	半乾~潤	-	団粒状 (含む)
		II B	38-52	漸	10YR4/4	軟	L	潤	-	-
		III C	52-70+	漸	10YR5/4	堅	SiL	半乾	-	-
			(I A層下部に斑状にI Cあり)							
広葉樹林	B1D	A ₀	F1:3cm,F2:2cm							
		IA	0-9		7.5YR2/1.5	疎	SL	半乾	-	団粒状 (富)、(粒状)
		II A1	9-15	判	7.5YR2/2	疎	SL	潤	-	団粒状 (富む)
		II A2	15-20	漸	7.5YR2.5/3	疎	SL	潤	-	団粒状 (富む)
		II A-B	20-35	判	10YR3/4	軟	SL	潤	-	-
		II B	35-45	漸	7.5YR4.5/4	軟	SL	潤	-	-
		III C	45-65+	漸	10YR5.5/4	軟	S	潤	-	-
			(I A層下部に斑状にI Cあり)							
新得 カラマツ林	B1D	A ₀	F1:2cm,F2:1cm							
		IA	0-22		7.5YR2/1.5	疎~軟	L	潤	-	団粒状 (富む)
		II A1	22-42	漸	7.5YR2/1.5	軟	L	湿	-	団粒状 (富)、塊状
		II A2	42-54	漸	7.5YR2/2	やや堅	SiL	湿	-	団粒状、(塊状)
		II B	54-65	漸	10YR4/4	やや堅	L	湿	-	団粒状 (含む)
		II (B) - C	65-75+	漸	10YR4/4	やや堅	L	湿	-	-
広葉樹林	B1E	A ₀	F1:1~3cm,F2cm							
		I A1	0-5		5YR1.7/1	疎~軟	L	湿	-	団粒状 (富)、塊状
		I A2	5-20	漸	5YR1.7/1	疎~軟	SiL	湿	-	団粒状 (富む)
		II A1	20-43	漸	5YR1.7/1	軟	SiC	湿	-	団粒状 (含む)
		II A2	43-56	漸	10YR2/1	軟	SiC	湿	-	団粒状 (乏し)
		II B	56-66	漸	10YR2/2	軟	SiC	湿	-	-
		II (B) - C	66-76+	漸	10YR4/6	やや堅	C	湿	-	-