

暗渠用疎水材としてのカラマツチップ

- その適応性について -

窪 田 實

はじめに

カラマツは北海道の主要な造林木ですが、その製材後の副材や小径間伐材の大部分はチップ化されパルプ用の原料として使われています。しかし、近年の円高などの影響でパルプ業界では輸入チップや輸入パルプへの依存度を高めていることから、道産チップの需要は低迷し、道内のチップ生産工場は厳しい経営状況におかれています。そのため、木材チップの新たな用途開発が望まれています。その一つとして暗渠用の疎水材が考えられます。しかし、木質チップについては、作物への阻害性や排水効果、耐久性など疎水材としての基本的な性質がこれまでほとんど検討されていません。

そこで、林産試験場では、カラマツチップの暗渠用疎水材としての適性について、平成6年から7年の2年計画で北海道立中央農業試験場と協力して調査しましたので、その結果について紹介します。

暗渠排水について

暗渠排水は、粘土質や泥炭質土壤などの水はけの悪い農地では、生産性を高めるための重要な生産基盤整備の一つとされています。暗渠排水を行うことで、土壤中の過剰な水が除去され、作物の生育に最適な土壤水分が維持され、通気性も良好になります。また、地温を高めたり、作物の生育に有害な塩分を排除する、土壤が乾燥して農作業機械の運行を容易にするなどの効果もあります。道内では、平成5年度に約6,000haほどの農地で暗渠工事が行われています。

暗渠断面の構造は、地域や土壤条件、掘削法などによって多少違いがありますが、基本的には、幅が15～30cm、深さ60～100cm程度で、最下部に素焼の土管やプラスチック製の吸水管を置き、その上に被覆材あるいは疎水材を入れ、上部から土が埋め戻されています。このような暗渠が10m前後の間隔で設置されており、長さにすると1ha当たり1,000mほどになります。



図1 暗渠の断面構造



写真1 暗渠工事の様子

被覆材は、吸水管の目詰まりを防ぐためのフィルターとして用いられ、同時に管の吸水部分を大きくして吸水効果を持続させる効果があるとされています。また、疎水材は、被覆材の上部に用いられる透水性の材料で、水みちを作り、地表面に残留する水や地下水を効率よく排出するためのものです。このように被覆材と疎水材はそれぞれ機能が異なりますが、同じ材料の場合、とくに区別することなく疎水材と呼ばれています。

図1は、今回の試験で調査した暗渠の断面構造を示

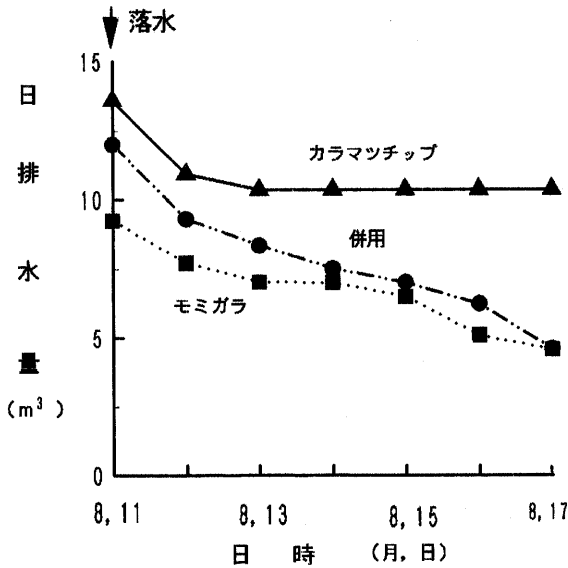


図2 疎水材別の日排水量 (中央農業試験場調べ)

したものです。試験地は富良野市の鳥沼地区で、疎水材としては、カラマツチップとモミガラそれぞれを単独で用いたもの、およびカラマツチップとモミガラを併用したもの（下部37cmにカラマツチップ、その上18cmにモミガラを用いた）の3種類を水田と畑地にそれぞれ設置しました。施工は6年11月末で、写真1は、その時の工事の様子です。掘削はトレンチャで行ったもので、暗渠1本の長さは、それぞれ水田で132m、畑地で169mでした。

排水性について

図2は、6年11月に施工した富良野市の水田で、7年8月の落水時に経時的に排水量を測定した結果です。図からわかるように、カラマツチップを疎水材として用いた暗渠の排水量が最も多く、ついでカラマツ

チップとモミガラの併用区、モミガラ区でした。また、同じ試験地で、降水時の排水量についても調べていますが同じような傾向を示しました。このように、カラマツチップは疎水材として排水機能に優れた資材であることが確認されました。しかし、これは施工初年度の調査結果なので、さらに排水の持続性について調査する必要があります。

耐久性について

昭和59年に帯広市で、また昭和63年に長沼町で、いずれも畑地に試験的にカラマツチップを疎水材とした暗渠が設置されていたので、これを掘り起こし、暗渠の断面形状やチップの腐朽状況などを調査しました。

表1は暗渠に使われていたカラマツチップとモミガラの全炭素および全窒素の測定結果です。いずれも年数が経過するにしたがって炭素率（全窒素に対する全炭素の割合）が低下し、腐朽の進んでいることがわかります。しかし、カラマツチップはモミガラと比べ、もともと炭素率が高く、リグニン含有量も多いので周りから窒素などの栄養源が補給されない限り腐朽の進行が遅い資材と考えられます。

木材の腐朽形態は、大きく分けると褐色腐朽、白色腐朽、軟腐朽の3種類があります。掘り起こしたチップを過酢酸で解繊し、その繊維の顕微鏡的観察から、暗渠に使われているカラマツチップの腐朽形態は、主として軟腐朽であることがわかりました。軟腐朽菌の特徴は、次のことなどが知られています。

- ・木材の主要構成成分の内、主としてセルロースやヘミセルロースなどの糖質を分解し、リグニンはほとんど分解しないこと。
- ・他の腐朽菌と比べ、生育する含水率範囲が広く、高い含水率にも耐えられること。

表1 カラマツチップおよびモミガラの全炭素、全窒素経年変化

経過年数	カラマツチップ			モミガラ		
	全炭素 (%)	全窒素 (%)	炭素率	全炭素 (%)	全窒素 (%)	炭素率
原料	48.6	0.03	1620	39.2	0.17	230
4か月	50.1	0.06	835			
8か月	49.6	0.08	620			
1年	49.8	0.09	553	39.1	0.53	74
5年	48.8	0.24	203			
6年	50.2	0.29	173	28.6	0.64	45
7年	48.3	0.13	371	23.9	0.63	38
11年	46.2	0.50	92			

表2 カラマツチップ成分の経年変化
(対絶対乾基%)

経過年数	熱水抽出物	セルロース	ヘミセルロース	リグニン
原料	10.4	48.4	16.1	25.6
4か月	3.2	48.6	16.7	28.2
8か月	3.4	48.3	17.6	28.4
1年	2.5	47.8	16.6	30.1
5年	3.7	39.2	17.0	36.9
6年	3.5	39.7	14.7	34.6
7年	4.0	37.6	17.5	37.6
11年	6.4	10.7	6.1	53.1

・腐朽による材の強度低下は褐色腐朽より遅いこと。

表2は、疎水材として使われていた年数が異なるカラマツチップの主要構成成分を分析した結果です。年数が経過するに従ってセルロースは分解され、含有量が低下しています。ヘミセルロースも7年経過までは見かけ上含有量に大きな変化はありませんが、分解は進んでおり、11年目では顕著に低下しています。リグニンは、見かけ上含有量が増加しており、ほとんど分解されていないものと考えられます。このことから暗渠内でのカラマツチップの腐朽形態が軟腐朽であることが裏付けられます。

写真2は、施工後それぞれ1年、7年、11年経過したカラマツチップの木口面の光学顕微鏡写真です。腐朽は、主として細胞壁の厚い晩材部で進み、かつセルロースに富む二次壁が攻撃を受け、リグニン質に富む細胞間層や一次壁が残り、年数が経過するに従って晩材部の細胞壁が薄くなっていく様子がわかります。

顕微鏡観察の結果から腐朽の進行程度をまとめると次のようになります。

(1) 1年目では、部分的に腐朽していましたが、大部分は健全な細胞であり、特に早材部は全く攻撃を受けていませんでした。

(2) 6年経過した時点では、チップが全体的に黒ずみ、目視でも細粒化が観察され、腐朽は全体に広がっていました。特に晩材部でかなり攻撃を受けていましたが、早材部はほとんど健全でした。

(3) 11年経過した時点では、更に腐朽が進み、細胞の欠落部分も見られたましたが、早材部はかなり健全でした。

以上のように11年経過したものでもチップの形状はかなり保たれていました。

図3は、7年経過した長沼町の畑地でカラマツチップとモミガラを用いた暗渠の形状を調査した結果です。モミガラを用いた暗渠では、上部に土砂が流入しており、また空洞もあるなど疎水材部の体積減少が認められました。しかし、カラマツチップを用いた暗渠では、上部20cm程度まで土砂が混入していましたが、腐朽による疎水材部の沈下はほとんどなく、施工初期の暗渠断面をほぼ維持していました。

以上のことから、カラマツチップの耐久性は、モミガラより優れ、有機物としては溝の形状維持能力が高い資材であると考えられました。

疎水材の耐用年数は、土地の状態や栽培状態などによって変わるものと考えられますが、モミガラでは10年程度とされており、カラマツチップについても少なくとも10年間は有効に疎水材として働くものと考えられます。なお、カラマツチップの耐久性については、さらに調査を続ける予定です。

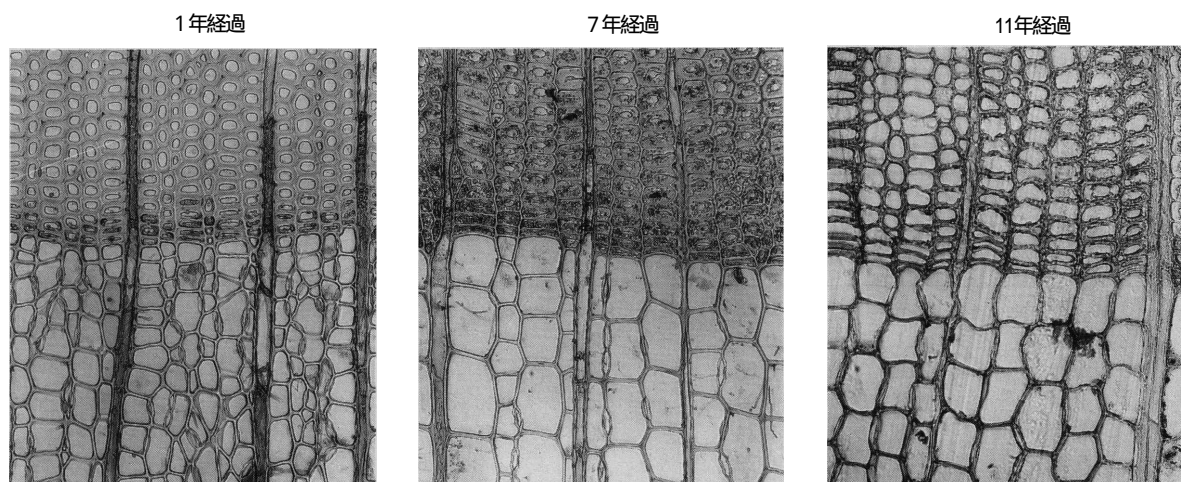


写真2 カラマツチップ組織の経年変化
(木口面の光学顕微鏡写真)

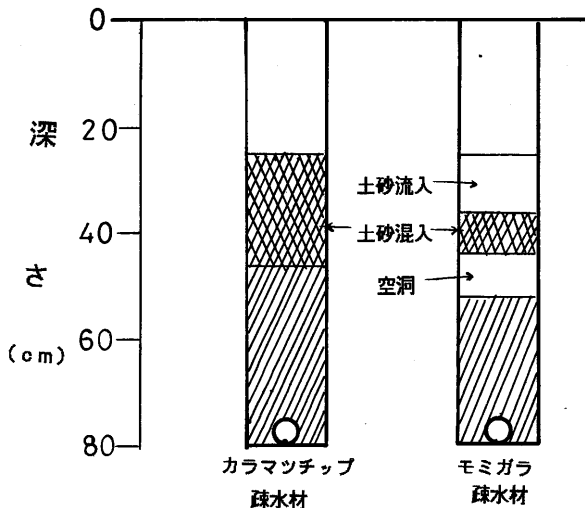


図3 7年経過した暗渠の形状
(中央農業試験場調べ)

生育阻害性について

新鮮な木質物を堆肥と同様にして土壤に混合した場合、作物の生育を阻害することが知られています。その原因として大きく二つあげられます。一つは、木材を構成する抽出成分（水や有機溶媒に溶ける成分）中に含まれる生育阻害物質によるものと、もう一つは木質物のように窒素分の少ない有機物が微生物によって土壤中で分解される時に起こる窒素飢餓によるものです。現在、樹皮やのこずなどの木質物が堆肥として使われていますが、堆肥化の目的は、これらの生育障害を除去することにあります。疎水材としてカラマツチップを使用する場合、作土にチップを混合しませんので窒素飢餓の心配はほとんどないと考えられます。しかし、生育阻害成分については、雨水などに溶解し、土壤中に拡散する危険性や根がチップ層に触れる場合も考えられますので、この抽出成分による阻害性についてまず調べました。

表3は、原料のカラマツチップ、疎水材として6年、11年経過したもの、カラマツの樹皮、それぞれを60の温水で処理した抽出液を使ってコマツナの発芽試験を行った結果です。樹皮の場合、全く発芽せず阻害性の強いことがわかります。しかし、チップの場合、新鮮なものも、疎水材として使われていたものも、発芽率、根の長さともにコントロール（これは抽出液の代わりに脱塩水を使用したもの）と変わらず、発芽障害はほとんど認められませんでした。

表4はポット試験の結果です。表面積が0.2m²のポツ

表3 疎水材の温水抽出液による発芽試験結果
(種子：コマツナ)

試料	発芽率 (%)	平均根長 (mm)
コントロール	92	20.4 (2.0)
原料チップ	97	27.7 (2.2)
カラマツ樹皮	0	0.0 (0.0)
6年経過チップ	95	24.6 (2.1)
11年経過チップ	95	30.6 (2.0)

注) ()内は標準偏差

表4 ポット試験結果(作物：エンバク)

処理区	草丈 (cm)	乾物重 (g)	根重 (g)
原土区	72.2	12.5	9.3
カラマツチップA	70.3	11.0	8.2
カラマツチップB	73.1	11.9	9.0

注) A：ポットの下部1/2までチップを入れたもの。

B：ポットの下部1/2まで土とチップを混合したもの。

(中央農業試験場調べ)

表5 疎水材別暗渠の作物収量調査結果

疎水材の種類	作物の収量 (kg/10a)		
	たまねぎ	水稲(玄米重)	牧草(乾物重)
カラマツチップ	9787	616	246
併用	9007	608	
モミガラ	6933	610	
なし			204

注) 併用は暗渠の上部18cmにモミガラ、下部37cmにカラマツチップを使用

(中央農業試験場調べ)

トを用い、ポットの下層1/2にチップを層状に詰めた場合(チップA)と同じくチップと土の混合したものを詰めた場合(チップB)についてエンバクを蒔き、生長量を調べた結果です。いずれの試験区も草丈や根の重さが原土区と変わらず、カラマツチップの根に及ぼす悪影響は認められませんでした。

表5は、6年に施工した暗渠直上でのタマネギ、水稲、牧草の収量調査を7年に行った結果です。いずれの作物も、モミガラ疎水材暗渠や無処理区と比べ収量の減少しているものはなく、むしろ、タマネギと牧草では、排水効果の高いカラマツチップ暗渠上で収量増となりました。このように、実際の生産現場においても、疎水材として使われたカラマツチップによる作物の生育阻害はないことが確認されました。

おわりに

以上述べてきたように、カラマツチップは暗渠用の

疎水材として、透水性、排水性に優れ、耐久性もモミガラと同等以上であり、作物への阻害性もなく、十分な機能をもつ資材であることが明らかとなりました。

寒冷で気象条件の厳しい北海道で安定した作物の生産を行うためには、高度の生産基盤整備が必要とされています。とりわけ、圃場の土壌水分を適切にコントロールして良質で安定した作物の収穫を可能にし、また農作業機械の運行を容易にして生産性の向上が図られる暗渠排水の整備は重要とされています。

現在、道内の水田地帯では、モミガラや稲わらが、また畑地帯では麦稈、砂利などが主に疎水材あるいは被覆材として使われています。しかし、地域によって

は資材不足のところもあり、今後、カラマツチップに対する要望の増すことが予想されます。

疎水材として使われるための条件は、現場付近で比較的容易に必要な量が入手できること、安価であること、透水性がよいこと、耐久性があること、運搬など取扱が容易なものであることなどとされています。農業サイドの要望に答え、また木質チップの新たな用途を開拓していくためにも、資材を提供する林業サイドとしては、チップの安定供給やコスト低減への努力が求められるものと考えられます。

(林産試験場 技術部長)