

カラマツチップの暗渠用疎水材としての利用

津田真由美 関 一人 齊藤 直人 青山 政和
奥村真由己*¹ 森 満範*¹ 菊地 伸一*¹ 窪田 實*²
北川 巖*³ 横井 義雄*³

Utilization of Wood Chips for Filter Material of Underdrain

Mayumi TSUDA Kazuto SEKI Naoto SAITO Masakazu AOYAMA
Mayumi OKUMURA*¹ Mitsunori MORI*¹ Shin'ichi KIKUCHI*¹
Minoru KUBOTA*² Iwao KITAGAWA*³ Yoshio YOKOI*³

Keywords: larch, wood chip, filter material, underdrain
カラマツ, 木材チップ, 疎水材, 暗渠

1. はじめに

寒冷で気候変動の著しい北海道において、作物生産の安定化を図るためには高水準の生産基盤の造成が必要である。なかでも、透水性の改善は重要であり、排水不良は作物の生育や病虫害の発生はもちろんのこと、作業機械の走行性にも影響を及ぼす¹⁾。しかしながら、現在、排水が必要とされる道内の水田および畑地、約64万ha²⁾の中で排水改良が実施された圃場^{ほじょう}は、そのわずか50%に過ぎず、減肥、減農薬が可能なクリーン農業を定着させるうえでも早急な対策が迫られている。

現在、暗渠^{あんきょ}の疎水材および被覆材として水田地帯ではモミガラや稲わら、畑地帯では砂利、火山灰、麦稈など各地域で入手しやすく、量の確保できる資材が使用されている。しかし、近年、暗渠施工数の増加や冷害時のモミガラの供給不足などから新たな資材が求められている。

一方、北海道の山林においては、生長の早いカラマツが多く植林され、パルプ用チップや炭鉱の坑木

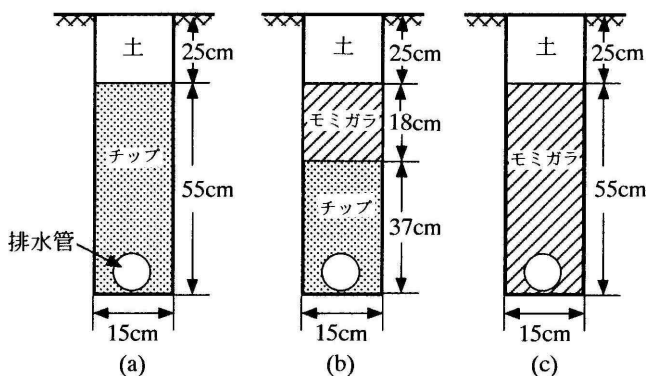
などに使用されてきた。しかし、炭鉱の閉山や輸入パルプ・チップが増加し、道産パルプ用チップ材の需要が急減していることから、チップ生産業のみならず、森林所有者や製材業は厳しい経営を強いられており、木質チップのパルプ以外の新たな用途開発が望まれている。

これらの状況を背景として、ここ数年、カラマツチップの暗渠用疎水材としての利用が試みられてきた。しかし、木材チップについては、作物への生育阻害性や排水効果、耐久性など、疎水材としての基本的性質がこれまでほとんど検討されていない。そこで、実際の畑地や水田に試験区を設置し、その機能や性質について調査したので報告する。

2. 試験方法

2.1 試験圃場の概要

試験圃場は富良野市の水田および畑地（無機質表層低位泥炭土）、空知管内長沼町の水田転換畑（灰色低位土）、帯広市の畑地（厚層黒色多湿黒ボク土）を



第1図 暗渠の形状

対象に試験および調査を実施した。富良野市の試験圃場では第1図に示すような3つの暗渠を施工した。カラマツチップのみを疎水材とした暗渠(a)とカラマツチップを深さ43cm以下に埋設し、耕起や心土破碎時の掘削防止層としてモミガラを作土以下に埋設した暗渠(b)を施工した。また、これに対してモミガラのみを疎水材とした暗渠(c)を対照区とした。試験圃場は北海道で標準的な区画の30aであり、水田の暗渠で標準的な12m間隔で施工した。施工方法は、トレンチャー掘削人力埋め戻しによる施工で、すべての暗渠とも深さ80cm、掘削幅15cmで埋め戻し深さ25cmとした。長沼町および帯広市の試験圃場は、主にカラマツチップ疎水材の耐久性を調査した。

2.2 実験方法

2.2.1 木材チップの成分分析

暗渠から採取したカラマツチップは、水道水で洗い土砂を除去した後、風乾し、ウィレーミルで粉碎、ふるい分け後、42~80メッシュを分析試料とした。アルコール-ベンゼン抽出率、熱水抽出率、冷水抽出率は常法(JIS P 8010-76, P 8005-76, P 8004-76)にしたがって定量した。中性糖は、試料をEffland³⁾の方法で酸加水分解し、得られた加水分解液を検液としてHPLC法⁴⁾で構成糖を定量した。なお、クラウンリグニン量もEffland³⁾の方法に従った。

2.2.2 暗渠排水の分析

BODはJIS K 0102工場排水試験法に従って分析し、溶存酸素量はウィンクラーアジ化ナトリウム変法によって測定し、CODはJIS K 0102工場排水試験法に従い、100における過マンガン酸カリウム

による酸素消費量として測定した。

2.2.3 カラマツチップの腐朽形態の同定

カラマツチップを採取し、ホルマリン-酢酸-アルコール混合液で固定した。固定試料を常法⁵⁾により解繊し、グリセリンでスライドガラス上に封入して偏光顕微鏡で観察した。

2.2.4 カラマツチップの腐朽の進行状況の観察

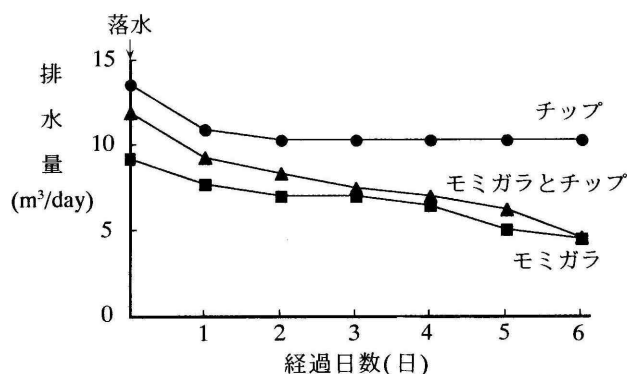
採取したカラマツチップを組織固定液に浸せきして固定し、樹脂で包埋した。包埋試料から10μm厚の木口面切片を切り出して染色し、スライドガラス上に封入して顕微鏡観察用プレパラートとし、光学顕微鏡で観察した。

3. 結果および考察

3.1 カラマツチップ疎水材暗渠の排水性

飽和透水係数は、カラマツチップが 1.7×10^{-2} cm/s、モミガラが 1.2×10^{-3} cm/sであり、いずれも良好であった。また、間隙率は、両者ともに91%であり、カラマツチップは粗大間隙が多く、圧縮に強いことが特徴であった。

富良野市郊外の水田において、落水時の日排水量を調査した。水田において、落水後の圃場乾燥化は、収穫機械走行可能な圃場条件の確保に加え、水稻の収量や品質に大きな影響を与える⁶⁾。排水促進に伴う土壌乾燥の良化は水稻の初期生育の促進と登熟性の向上、さらには玄米収量の増加をもたらすことが報告されている⁷⁾。第2図に示すようにチップ疎水材区はモミガラ疎水材区に比べて排水量が多く、チップの排水効果が高いことが確認された。また、降雨後は余剰水が迅速に排除され、地下水水位が深さ60cm~70cmに保たれており、良好な結果であった。以上

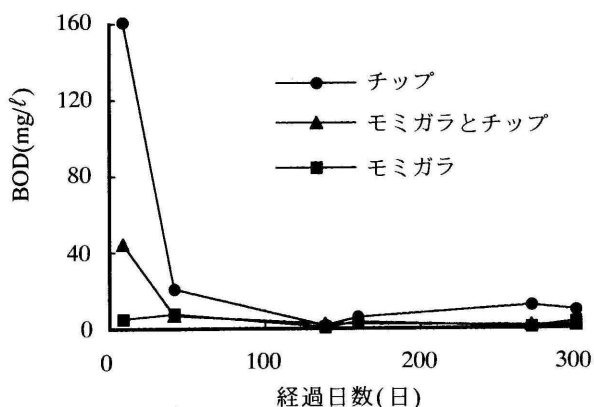


第2図 疎水材別の日排水量

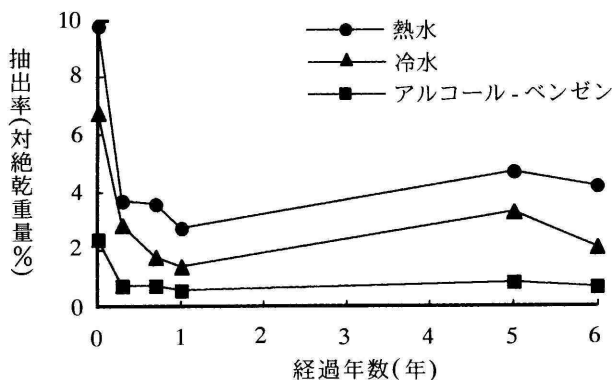
のことからカラマツチップ疎水材の排水性が優れていることが確認された。

3.2 カラマツチップ疎水材暗渠の排水の水質

暗渠排水の環境に及ぼす影響について検討した。第3図は、施工後の暗渠排水のBODの経日変化である。カラマツチップ暗渠の排水では、施工直後に高かったが、約1か月後には、モミガラ暗渠とほぼ同等の値となった。CODもまた、同じ傾向を示した。施工直後の値が高いのは、土砂やチップの成分が溶出したためと考えられ、これはカラマツチップ抽出物の経年変化（第4図）と一致した。チップに含まれる抽出成分は、施工後比較的早い時期に流出するものと考えられた。また、熱水抽出物や冷水抽出物が減少していることから、これらの溶出成分は主に、糖類やその分解物であると考えられた。作物の生育障害が懸念されるフェノールは検出されなかった。



第3図 BOD の経日変化



第4図 カラマツチップ疎水材抽出物率の経年変化

3.3 カラマツチップ疎水材の生育阻害性

カラマツチップ疎水材を実際に使用するにあたって、作物に対する影響を調査する必要がある。そこで、カラマツチップ温水抽出液によるコマツナの発芽試験を行った(第1表)。皮なしチップ、皮付きチップ、施工後6年経過したチップ、11年経過したチップともに発芽率は通常の営農許容範囲の90%以上であった。また、根の生長も良好であり、生育阻害性は認められなかった。これまでに、カラマツ樹皮抽出成分の生育阻害性が報告されているが、皮付きチップでは、明らかな発芽阻害が認められなかった。これは、原木を剥皮せずにチップ化した場合の樹皮混入率は、通常10%程度であることから、樹皮由来の抽出成分量が少なく、阻害性が発現しなかったと考えられる。また、土層の一部にチップを入れたポット試験によりエン麦の生育状況を調べたが、草丈、乾物重、根重いずれもコントロールと同等またはそれ以上であった。

さらに、実際の農地において、カラマツ疎水材暗渠区とモミガラ疎水材暗渠区の作物の収量を比較した。第2表は、平成6年11月に暗渠を設置した富良野市郊外の農地における玉ねぎと玄米の収量調査結果である。平成7年度は、夏の降水量が多く、湿害

第1表 コマツナ発芽試験結果

試料	発芽率(%)	平均根長(mm)
コントロール	91.6	20.4
原料チップ	97.0	27.7
皮付きチップ	95.0	32.0
6年経過	95.0	24.6
11年経過	96.0	30.6

第2表 収量調査結果

	暗渠疎水材		
	カラマツチップ	モミガラとチップ	モミガラ
玉ねぎ(kg/10a)	9787	9007	6933
数量割合(%)			
LL	15	30	0
L大	70	40	15
L	15	20	55
M	0	10	25
S	0	0	5
玄米(kg/10a)	616	608	610

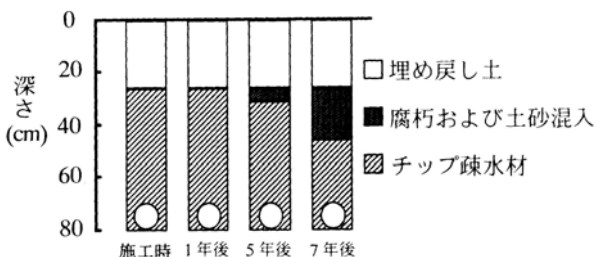
の傾向がでたことから、暗渠の排水効果による収量の増加が認められた。疎水材別では、モミガラに比べて排水効果の高いチップ疎水材を使用した暗渠区で収量の増加がみられた。また、チップ疎水材区では、LL、L大の割合が高く、品質の向上がみられた。また、水田ではモミガラ暗渠と同等以上の収量であった。

以上のことから、カラマツチップの作物への発芽阻害は認められず、実際の生産現場においても生育阻害の発現の頻度は極めて少ないと考えられる。

3.4 暗渠断面の形状変化

暗渠における疎水材の機能としては、掘削した形状を維持し、透水のための間隙を保持することが重要となる。しかし、モミガラやカラマツチップのような有機物資材を疎水材として利用した場合、施工後、年数が経過すると、腐朽による細粒化や体積の減少、強度の低下などにより、溝の形状の崩壊、間隙の閉塞などを引き起こし、排水性の低下が予想される。そこで、同圃場に施工されていたカラマツチップ疎水材とモミガラ疎水材暗渠断面の経年変化を調査し、耐久性を検討した。

モミガラは、施工後埋め戻し土の荷重や水の移動による疎水材部分の形状変化が認められた。7年経過した場合は多量の土砂の流入や混入が認められ、また、モミガラの体積減少による空洞も認められた。しかし、カラマツチップは圧縮に強いことから疎水材部分の形状変化が認められなかった。さらに、水田に施工したカラマツチップ疎水材暗渠の形状変化を調査した（第5図）。施工後5年経過したカラマツチップ暗渠では、大きな土砂の混入は認められず、疎水材の上部から5cm程度までの間隙に土砂が混入した程度であった。7年経過すると、20cm程度まで



第5図 カラマツチップ疎水材暗渠断面の経年変化

第3表 カラマツチップ疎水材の粒径の経年変化 (質量割合：%)

	原料	2年目	7年目	11年目
20mm以上	22.8	29.7	0.0	0.0
2~20mm	77.2	67.2	79.3	19.5
2mm未満	0.0	3.1	20.7	80.5

第4表 モミガラ疎水材の粒径の経年変化 (質量割合：%)

	原料	2年目	5年目	7年目
20mm以上	—	—	—	—
2~20mm	100.0	87.4	79.2	4.7
2mm未満	0.0	12.6	20.8	95.3

土砂が混入しており、土砂混入部分において、腐朽の進行が認められた。また、有機質資材の疎水材が分解されやすい畑地で11年経過した暗渠では、疎水材部分の体積減少が認められ、60%程度になっていたが、疎水材としての機能は保持されていた。

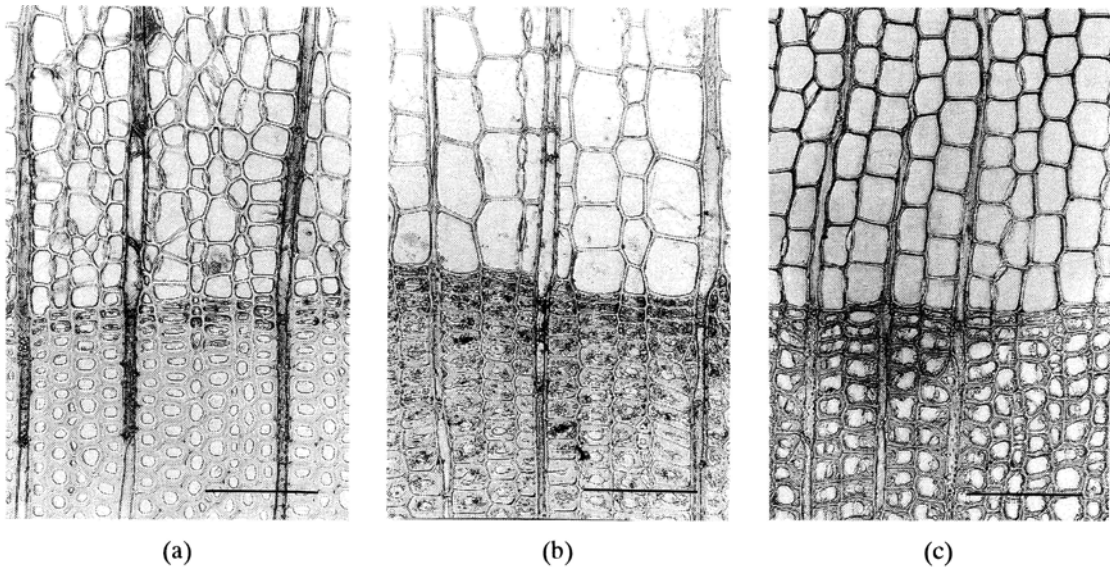
また、チップ疎水材とモミガラ疎水材の粒径分布の経年変化を調べた。チップ疎水材の粒径変化を第3表に、モミガラ疎水材の粒径変化を第4表に示す。カラマツチップ疎水材では、施工後7年目に、分解の進行による細粒化が認められた。11年経過したチップは細粒化していたが、その形状は保たれていた。一方、モミガラでは、5年程度経過すると物理的変化が起こると考えられた。腐朽の進行には土砂の混入が大きく関与しており、土砂の混入を減少させることにより、疎水材の劣化を抑制できると考えられる。

3.5 カラマツチップ疎水材成分の経年変化

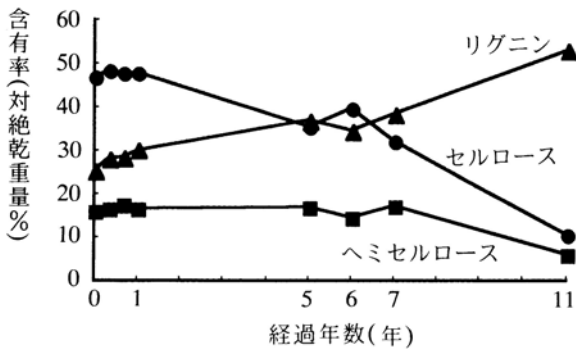
カラマツチップ成分の経年変化を第6図に示す。セルロース含有量が減少し、リグニン含有量が見かけ上増加した。暗渠に使用されているチップは飽水状態にあることから腐朽形態は、高含水率にも耐える軟腐朽であると考えられた。

3.6 カラマツチップ疎水材組織の経年変化

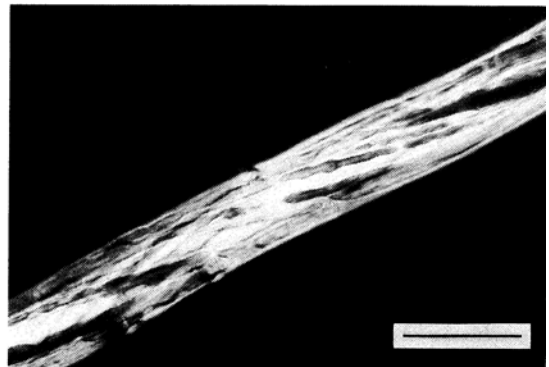
さらに、チップ疎水材の腐朽の形態および進行について検討した。カラマツチップの組織の経年変化を第7図に示す。施工後1年経過したチップは部分的



第7図 カラマツチップ疎水材組織の経年変化(木口切片の光学顕微鏡写真)
 注：(a)：1年経過 (b)：6年経過 (c)：11年経過
 スケールバー：100 μ m



第6図 カラマツチップ成分の経年変化



第8図 6年経過したチップ疎水材の偏光顕微鏡写真
 注：スケールバー：50 μ m

に腐朽していたが、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なかった(第7図-a)。6年経過後、全体的に黒ずみ、腐朽が全体的に広がっていた。晩材部はかなり攻撃されていたが、早材部はほとんど攻撃を受けていない(第7図-b)。11年経過すると、晩材部はさらに腐朽が進み、細胞の欠落部分が所々みられたが、早材部は腐朽が進んでおらず比較的健全な状態であった(第7図-c)。以上の観察結果から、細胞壁の厚い晩材部が早く攻撃され、早材部はかなり後になっても健全であることが確認された。また、6年経過したチップは仮道管にらせん状の空洞が認められ、腐朽の形態は主として軟腐朽であることが確認された(第8図)。さらに、残留部分はリグニンに富む組織であることから、これ以降の腐朽速度は遅くなると考えられた。

4. まとめ

カラマツチップの暗渠疎水材としての適応性について検討した結果、カラマツチップはモミガラに比べ、透水性および排水性が良好であった。また、カラマツチップの耐久性は埋設後5年経過以降に細粒化などの物理的変化が認められたものの、畑地でも10年以上は疎水材としての機能を持続していた。さらに、作物の生育、収量への悪影響は認められなかった。これらのことから、カラマツチップは暗渠用疎水材として十分な機能を有する資材であることが確認された。

5. 謝 辞

本研究を行うに当たり、ご協力頂いた北海道農政部、北海道林務部、北海道立中央農業試験場農業土

木部生産基盤科，上川支庁農業振興部，上川支庁南部耕地出張所，日高支庁農業振興部に深く感謝いたします。

6. 文 献

- 1) 梅田安治，赤澤 傳：“暗渠排水 —その施工技術の発達— (その1)”，社団法人 畑地農業振興会 (1982).
- 2) 橋本 均：北農，60，155 (1993).
- 3) Effland, M. J. : *Tappi*, 60, 143-144 (1977).
- 4) Pettersen, R. C. ; V. H. Schwandt ; M. J. Effland : *J. Chromatogr. Sci.*, 22, 478-484 (1984).
- 5) 山林 暹：木材組織学 (改訂版)，森北出版，243 (1962).
- 6) “暗渠排水 Q&A・施工事例”，全国土地改良総合整備事業制度研究会編，社団法人 畑地農業振興会 (1989).
- 7) 前田 要，南 松雄：道立農試集報，40，19-29 (1978).

—利用部 成分利用科—

— *1 性能部 耐久性能科—

— *2 技術部長—

— *3 北海道立中央農業試験場—

(原稿受理：1997. 1. 10)