

木質チップの暗渠用疎水材としての利用

佐藤真由美 三浦真由己^{*1}
関 一人 齋藤 直人 北川 巖^{*2}

Utilization of Wood Chips as Filter Materials for Underdrainage

Mayumi SATO Mayumi MIURA
Kazuto SEKI Naoto SAITO Iwao KITAGAWA

To increase the wood species, todomatsu (*Abies sachalinensis* Masters) chips, karamatsu (*Larix leptolepis* Gordon) chips with bark and crushed stump particles were evaluated their efficiencies as filter materials for underdrainage. These wood chips had excellent draining ability. Water quality of the drainage and plant growth were not damaged. From observation of buried chips, it seemed that the durabilities of todomatsu chips and stump particles from a mixed forest were lower than that of karamatsu chips.

Key words : wood chip, underdrain, filter material
木質チップ, 暗渠, 疎水材

暗渠用疎水材の適用樹種の拡大を目的として、トドマツチップ、樹皮付きカラマツチップおよび抜根粉砕物の疎水材としての適性を調査した。いずれの木質チップも排水性に優れ、排水の水質や作物への影響が少なく、疎水材として十分な性能を有することが認められた。埋設後のチップの腐朽状況を調べた結果、トドマツチップと混交林から得られた抜根は、カラマツチップよりも腐朽が速いと思われた。

1. はじめに

北海道には、重粘土や泥炭土など排水性の劣る土壤が広く分布している。農地の排水性は、作物の生育、病害虫の発生、作業機械の走行性などに直接影響を及ぼす¹⁾。しかし、北海道内の排水整備等を終えた水田や畑は全体の64%にとどまっております²⁾、減肥、減農薬可能なクリーン農業(環境調和型農業)を定着させるためにも早急な排水性の改善が望まれている。

排水性の向上には、疎水材を使用した暗渠^{あんきょ}の施工が有効な手段である。現在、北海道では疎水材としてモ

ミガラや稲わらが水田地帯で、砂利、火山灰、^{ぼっかん}麦稈などが畑作地帯で使用されている。しかし、近年、暗渠施工数の増加により資材量が不足しており、新たな疎水材用資材の開拓が望まれている。これまで、著者らはカラマツチップが疎水材として十分な機能を有する資材であることを明らかにしている³⁾。本研究では適応樹種の拡大と、より安価な木質チップ疎水材の開発を目的として、トドマツチップ、樹皮付きチップおよび抜根の暗渠用疎水材としての適性について検討した。

2. 試験方法

2.1 試験圃場と施工

留萌管内初山別村,日高管内門別町および富良野市に試験圃場を設置した(第1表)。初山別村ではトドマツチップおよび混交林から得られた針葉樹と広葉樹抜根の混ざった粉碎物(以下,混交林抜根粉碎物),門別町ではカラマツチップ,カラマツ抜根粉碎物および混交林抜根粉碎物,富良野市にカラマツチップ,樹皮付きカラマツチップおよび混交林抜根粉碎物をそれぞれ疎水材として暗渠(第1図)を施工した。カラマツチップとトドマツチップはパルプ用チップを使用した。抜根粉碎物は移動式タブグラインダにより125×75mm以下の針状の粉碎物とした。また,門別圃場には疎水材層の上部10cmに125×75mm以下の混交林抜根粉碎物を入れて暗渠を施工した。

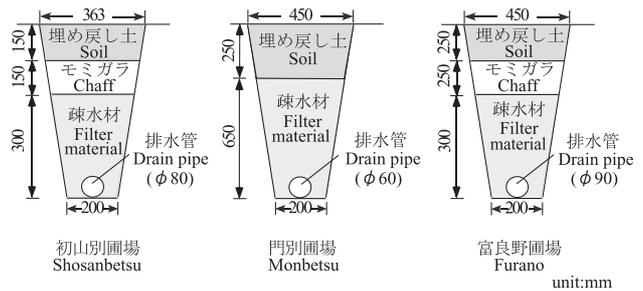
2.2 実験方法

2.2.1 暗渠排水の分析

生物化学的酸素消費量(BOD)は,JIS K 0102 工場排水試験法にしたがって分析し,溶存酸素量はウィンクラアジ化ナトリウム変法により測定した。化学的酸素消費量(COD)はJIS K 0102 工場排水試験法にしたがい,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。

2.2.2 木材チップの成分分析

木質チップを暗渠から採取し,水道水で洗い土砂を除去した後,風乾した。ウィレーミルで粉碎後,ふるい分け(42~80メッシュ)し,分析試料とした。アル



第1図 暗渠の概要

Fig. 1. Sectional view of the underdrainage.

コール-ベンゼン抽出率,熱水抽出率,冷水抽出率,1%NaOH抽出率は常法にしたがって測定した。中性糖は,試料をEffland⁴⁾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⁵⁾で構成糖を定量した。なお,クラソニンリグニン量もEffland⁴⁾の方法にしたがった。

2.2.3 ポット試験

土と木質チップを1:1の体積比で混合し,ポットにつめてエン麦を播種後45日目の草丈,乾物重量および根域面積率を測定した。根域面積率は根域モノリス写真をフリーの画像解析ソフト(NIH-image)により算出した。

2.2.4 発芽試験

木質チップ粉碎物5gに100mlの蒸留水を加え,60で3時間振とう抽出し,抽出液を1G3のガラスフィルターでろ過した。ろ紙を敷いたシャーレに抽出液10mlを加え,コマツナ種子(ごせき晩生)50粒を播き,20に保持して,3日後の発芽率を測定した。

2.2.5 チップの腐朽状態の調査

炭素と窒素の含有率はCHNコーダー(MT-3型,柳本製作所)で測定し,C/N比を求めた。また,密度はJIS P 8014 パルプ材および木材チップの密度試験方法に準じて測定した。

3. 結果と考察

3.1 木質チップの物理性

第2表に木質チップの物理性を示した。トドマツチップは最大乾燥密度がモミガラの約3倍で,圧縮性が低く暗渠の断面形状の保持

第1表 試験圃場

Table 1. Experimental fields.

試験地 Plot	施工年月 Month, year	土壌群 Soil group	施工方法 Excavator, pipe	暗渠間隔 Intervals
初山別村(水田) Syosanbetsu (Paddy field)	1997年10月 Oct., 1997	灰色低地土 Gray lowland soils	バックホウ掘削 Back hoe 80mmコルゲート管 Corrugate pipe	10 m
門別町(採草地) Monbetsu (Meadow)	1996年11月 Nov., 1996	灰色台地土 Gray upland soils	バックホウ掘削 Back hoe 60mmコルゲート管 Corrugate pipe	10 m
富良野市(畑) Furano (Carrot field)	1996年10月 Oct., 1996	灰色低地土 Gray lowland soils	バックホウ掘削 Back hoe 90mmコルゲート管 Corrugate pipe	10 m
富良野市(水田) Furano (Paddy field)	1996年10月 Oct., 1996	泥炭土 Peat soils	トレンチャー掘削 Trencher 90mmコルゲート管 Corrugate pipe	10 m

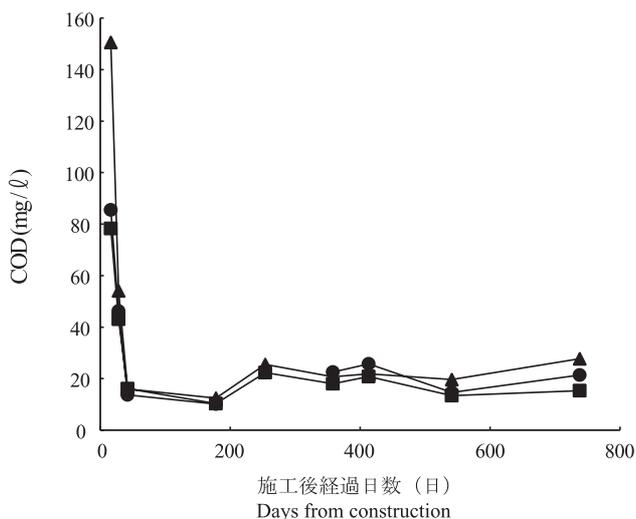
第2表 木質チップ疎水材の基本物理性
Table 2. Physical properties of wood chips.

試料 Samples	最大乾燥密度 Maximum dry density (g/cm ³)	単位容積重 Volume weight (kg/m ³)	間隙率 Porosity (%)	圧縮率 Compress- ibility (%)	飽和透水係数 Saturated hydraulic conductivity (cm/s)
モミガラ Chaff	0.12	76	94.4	50.4	7.8×10^{-2}
トドマツチップ Todomatsu chips	0.37	282	67.6	20.1	2.6×10^{-1}
混交林抜根粉砕物 Stump particles from mixed forest	0.30	202	76.8	35.0	1.6

に優れ、また、飽和透水係数が大きく、排水性も良好であった。抜根粉砕物はトドマツチップよりも間隙率と飽和透水係数が大きかった。抜根粉砕物を疎水材として使用した場合の疎水材部への土砂の混入は4%以下(重量)で、疎水材としての使用に問題はなかった。しかし、疎水材に土砂が含まれると耐久性が低くなるため、抜根を使用する場合は、付着している土砂の除去が必要と思われる。また、75 × 75 mm ~ 125 × 75 mm の粉砕物は施工性が良く、疎水材にはこれに準じるサイズが適していると考えられた。

3.2 暗渠の排水性と水質

各木質チップ疎水材暗渠の排水量を調査した結果、いずれの暗渠も排水性が良好であった。富良野圃場では暗渠排水の水質を経日的に調査した。CODは暗渠施工



第2図 CODの経日変化

凡例) : カラマツチップ, : 樹皮付きカラマツチップ,
: 混交林抜根粉砕物

Fig. 2. Changes of COD.

Legend) : Karamatsu chips; : Karamatsu chips with bark;
: Stump particles from mixed forest

直後に高く、施工後1か月間で急激に低下した(第2図)。施工直後の値が高いのはチップに含まれる水溶性成分が溶出したためであり、それらの成分は施工後約1か月程度で流出すると考えられる。富良野圃場では樹皮付きカラマツチップが混交林抜根よりも、門別圃場ではカラマツ抜根が混交林抜根よりもCODが高かった。樹皮の付いたカラマツの抽出物が混交林抜根よりも多いためと考えられるが、い

ずれの暗渠の排水も排水基準を満たしていた。初山別圃場のトドマツチップは暗渠施工直後もCODが低く(暗渠施工2日後のCODが40.6 mg/l)、カラマツや抜根よりも抽出物の少ないトドマツは排水への影響も小さいと考えられる。

また、暗渠排水の作物への影響を調べるため、施工直後の排水を用いてコマツナの発芽試験を行った。発芽率は通常の営農許容範囲の90%以上であったことから、施工直後の排水でも影響は少ないことが認められた。

3.3 作物の生育と収量におよぼす影響

木質チップの作物への影響を調べるため、トドマツチップ、樹皮付きカラマツチップおよび混交林抜根粉砕物を充てんしたポット試験を行い、根圏への影響を調査した(第3表)。その結果、茎葉部、根部ともに生育は良好で、資材周辺まで健全な根が伸長していることが確認された。また、門別圃場ではオーチャードグラスの生育や収量も良好であり、木質チップは作物に影響が少ないことが確認された。

木質チップの抽出物を使用した発芽試験では、カラマツ抜根粉砕物および混交林抜根粉砕物ともに発芽率に影響がなかった(第4表)。これまでに針葉樹樹皮の生育阻害性が報告されているが⁶⁾、今回の試験でその発芽阻害性が認められなかったのは、抜根や樹皮付きチップに含まれる樹皮が10%程度と少ないためと考えられる⁷⁾。樹皮の割合が高くなると作物への影響も懸念されることから、さらに樹皮を添加した疎水材の使用は好ましくないと考えられた。

3.4 木質チップの耐久性

木質チップの耐久性を検討するため、チップを経年的に採取し、1%NaOH抽出率、C/N比および密度を測

第3表 チップによるポット試験
Table 3. Effects of the wood chips on growth.

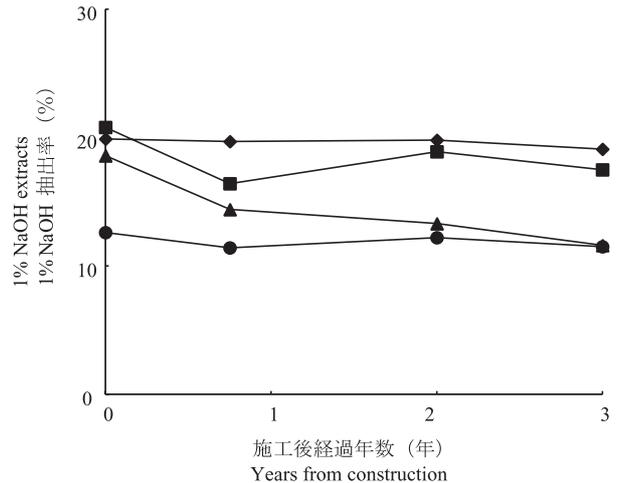
試料 Samples	草丈 Plant length (cm)	乾物重量 Dry matter weight (g)		根域面積率 Rate of root zone (%)
		茎葉 Foliage	根 Root	
		原土 Soil	53.5	
トドマツチップ Todomatsu chips	59.1	7.5	6.2	12.6
カラマツチップ Karamatsu chips	50.1	7.4	6.7	14.3
樹皮付きカラマツチップ Karamatsu chips with bark	51.7	8.1	6.5	15.4
混交林抜根粉砕物 Stump particles from mixed forest	53.4	9.3	6.3	16.9

第4表 木質チップ疎水材による発芽試験
Table 4. Effects of the wood chips on germination.

試料 Samples	発芽率 Germination rate(%)	
	0か月 0months	施工9か月後 9months later
	蒸留水 Distilled water	92.0
カラマツチップ Karamatsu chips	98.0	96.0
カラマツ抜根粉砕物 Karamatsu stump particles	92.0	94.0
混交林抜根粉砕物 Stump particles from mixed forest	94.0	96.0
混交林抜根粉砕物(<125 × 75 mm) Stump particles from mixed forest	90.0	96.0

定した。門別圃場に施工したチップの結果を第3図、第5表に示した。いずれの木質チップも1%NaOH抽出率の増加は認められなかった。しかし、年数の経過に伴い、C/N比と密度が減少する傾向が認められた。C/N比と密度の結果から、施工後3年経過した時点ではカラマツチップとカラマツ抜根粉砕物の腐朽はわずかであり、混交林抜根はカラマツチップよりも腐朽が速いと考えられる。これは混交林抜根のセルロースの減少と、それに伴うリグニンの相対比の増加が大きいことから確認された(第4図)。そして破碎サイズが小さいと腐朽が速いことが示唆された。疎水材の腐朽は以前に報告したように高含水率の木材に多く発生する軟腐朽であることから³⁾ 表層部から腐朽が進行する。そのため粒度が大きいチップは比較的内部が健全に保たれやすく、疎水材としての耐久性は大きいと考えられた⁸⁾。

富良野圃場に施工したチップには、1%NaOH抽出物の増加およびC/N比と密度の減少が認められ、その傾



第3図 疎水材の1%NaOH抽出率の経年変化(門別)
凡例) :カラマツチップ, :カラマツ抜根粉砕物, :混交林抜根粉砕物, :混交林抜根粉砕物(< 125 × 75mm)

Fig. 3. Secular changes of 1% NaOH extracts from filter material(Monbetsu).
Legend) : Karamatsu chips; : Karamatsu stump particles; : Stump particles from mixed forest; : Stump particles from mixed forest (< 125 × 75mm)

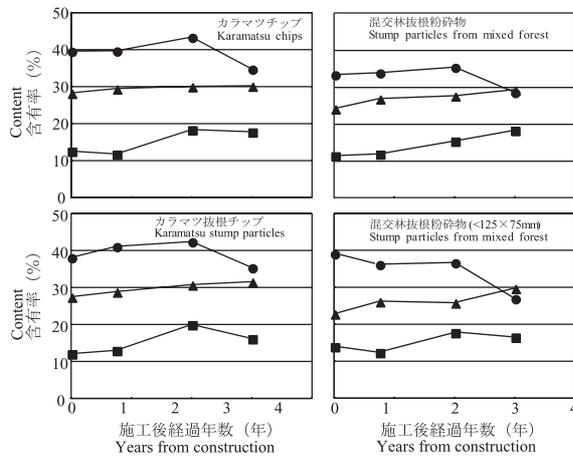
向は門別圃場よりも顕著であった(第5図、第6表)。また、第6図に示したようにセルロースの減少とリグニンの大きな増加がみられ、富良野圃場は門別圃場と比べて腐朽が速いと思われる。圃場による腐朽状況の違いには、土質や排水性などが影響していると考えられるが、暗渠の観察から、この程度の腐朽では排水性や暗渠の断面形状維持など疎水材の性能に影響は与えないと思われた。

初山別圃場のトドマツチップは、施工後2年でセルロースの減少がカラマツよりも大きく、密度とC/N比が減少する傾向が認められた(第7表、第7図)。一般に杭試験におけるトドマツの耐久性はカラマツよりも低い⁹⁾。疎水材は飽水状態にあるため杭試験とは環境が異なるが、疎水材としての耐久性もカラマツチップより劣ることが示唆される。これまでに施工後17年経過したカラマツチップ疎水材暗渠で排水効果が認められたことから、カラマツチップは20年程度使用可能と予測されている¹⁰⁾。暗渠の耐用年数は排水性ととも検討する必要はあるが、今回の腐朽状態の観察結果から、カラマツチップとカラマツ抜根の耐用年数は同等であり、トドマツチップ、混交林抜根の順に短くなると考えられた。

第5表 疎水材のC/N比と密度の経年変化(門別)

Table 5. Secular changes of C/N ratio and density of filter materials (Monbetsu).

試料 Samples		経過年数 Year			
		0か月 0 months	9か月 9 months	2年 2 years	3年 3 years
カラマツチップ Karamatsu chips	C/N	367	322	232	373
	密度(g/cm ³) Density	0.41	0.41	0.39	0.38
カラマツ抜根粉砕物 Karamatsu stump particles	C/N	316	346	327	283
	密度(g/cm ³) Density	0.41	0.38	0.42	0.40
混交林抜根粉砕物 Stump particles from mixed forest	C/N	213	263	185	198
	密度(g/cm ³) Density	0.48	0.44	0.43	0.39
混交林抜根粉砕物(<125 × 75mm) Stump particles from mixed forest	C/N	200	208	153	159
	密度(g/cm ³) Density	0.48	0.44	0.39	0.43

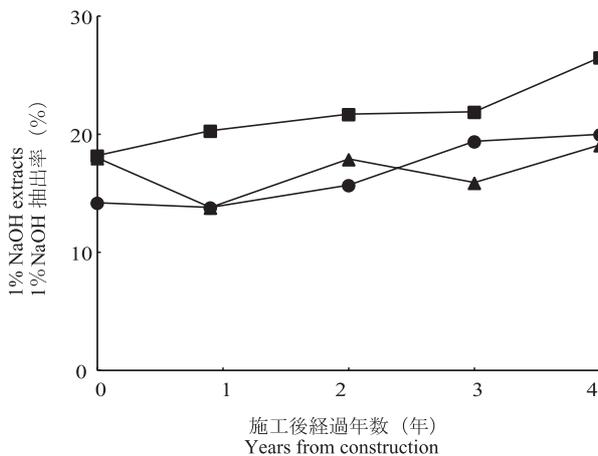


第4図 疎水材成分の経年変化(門別)

凡例) :セルロース, :リグニン, :ヘミセルロース

Fig. 4. Secular changes of components in filter material(Monbetsu).

Legend) :Cellulose; :Lignin; :Hemicellulose



第5図 疎水材の1%NaOH抽出率の経年変化(富良野)

凡例) :カラマツチップ, :樹皮付きカラマツチップ, :混交林抜根粉砕物

Fig. 5. Secular changes of 1%NaOH extracts of filter material(Furano).

Legend) :Karamatsu chips; :Karamatsu chips with bark; :Stump particles from mixed forest

4. まとめ

木質チップは排水性が良く、疎水材として十分な機能をもつ資材であった。作物への影響が少なく、排水も良好であった。耐用年数は、カラマツ抜根と樹皮付きカラマツチップはカラマツチップと同等であり、トドマツチップ、混交林抜根粉砕物の順に減少すると予想された。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご協力頂いた北海道農政部、北海道水産林務部、北海道立中央農業試験場農業環境部環境基盤科、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、留萌支庁農業振興部に深く感謝致します。

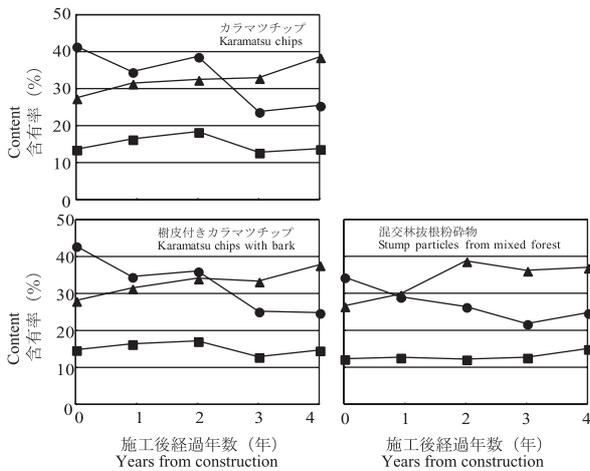
文 献

- 1) 梅田安治, 赤澤 博: 暗渠排水 - その施工技術の発達 -(その1), (社)畑地農業振興会(1982)
- 2) 北海道農政部農業企画室: 平成12年度北海道農業の動向, 194-196(2001)
- 3) 津田真由美: 木材工業, **52**, 330-335(1997)
- 4) Effland M.J.: *Tappi*, **60**, 143-144(1977)
- 5) Pettersen R.C.; Schwandt V.H.; Effland M.J.: *J.Chromatogr.Sci.*, **22**, 478-484(1984)
- 6) Aoyama M.; Kubota M.; Takahashi H.: *Mokuzai Gakkaishi*, **29**, 930-934(1983)
- 7) Hakkila P.: "Utilization of Residual Forest Biomass", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 68-69(1989)

第6表 疎水材のC/N比と密度の経年変化(富良野)

Table 6. Secular changes of C/N ratio and density of filter materials (Furano).

試料 Samples		経過年数 Year				
		0か月 0 months	11か月 11 months	2年 2 years	3年 3 years	4年 4 years
カラマツチップ Karamatsu chips	C/N	249	167	151	185	118
	密度(g/cm ³) Density	0.40	0.38	0.29	0.32	0.31
樹皮付きカラマツチップ Karamatsu chips with bark	C/N	371	167	139	197	129
	密度(g/cm ³) Density	0.40	0.38	0.34	0.31	0.30
混交林抜根粉砕物 Stump particles from mixed forest	C/N	236	172	74	146	91
	密度(g/cm ³) Density	0.44	0.35	0.23	0.36	0.46



第6図 疎水材成分の経年変化(富良野)

凡例) :セルロース, :リグニン, :ヘミセルロース

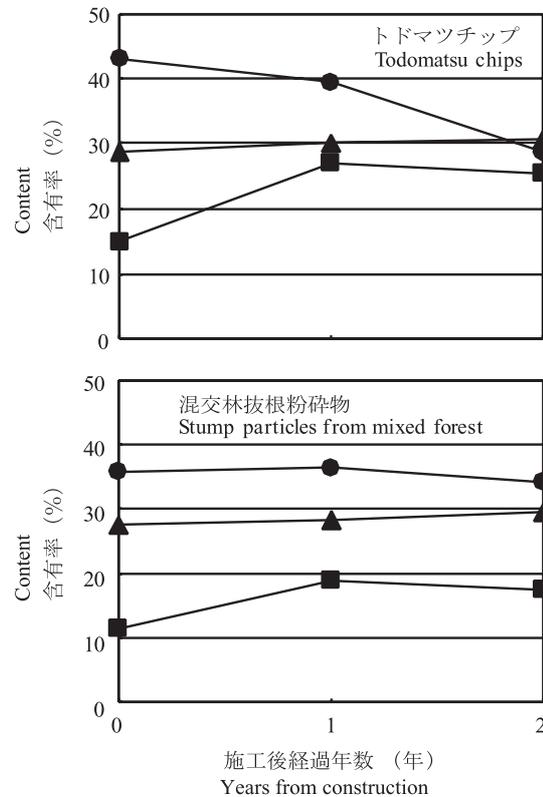
Fig. 6. Secular changes of components in filter material(Furano).

Legend) :Cellulose; :Lignin; :Hemicellulose

第7表 疎水材のC/N比と密度の経年変化(初山別)

Table 7. Secular changes of C/N ratio and density of filter materials (Shosanbetsu).

試料 Samples		経過年数 Year		
		0か月 0 months	1年 1 year	2年 2 years
トドマツチップ Todomatsu chips	C/N	324	243	264
	密度(g/cm ³) Density	0.34	0.33	0.32
混交林抜根粉砕物 Stump particles from mixed forest	C/N	252	180	176
	密度(g/cm ³) Density	0.45	0.37	0.41



第7図 疎水材成分の経年変化(初山別)

凡例) :セルロース, :リグニン, :ヘミセルロース

Fig. 7. Secular changes of components in filter material(Shosanbetsu).

Legend) :Cellulose; :Lignin; :Hemicellulose

- 8) 高橋旨象:きのこの生物学シリーズ - 6 きのこと木材, 築地書館, 65(1989)
- 9) 第30回日本木材学会大会研究発表要旨集, 240(1980)
- 10) 津田真由美:林産試だより, 5月号, 17-19(2001)

利用部 成分利用科

* 1: 企画指導部 普及課

* 2: 北海道立中央農業試験場

(原稿受理: 02.8.13)