

【研究報告】

木質バイオマス利用技術
 ～ 1 林内マルチング技術の開発～
 (国庫課題 平成15～18年度)

今井 辰雄
 石井 洋二
 渡邊 治

目 次

要 旨	
はじめに	2
材料および試験方法	2
1 材料	2
2 試験地の設定	3
3 試験方法	3
結果	5
1 試験地に出現した植物	5
2 雑草の植被率	5
3 2年時の出現植生及び総合優占度	6
4 3年時刈取り区の出現植生及び総合優占度	8
5 3年時刈取り放置区の出現植生及び総合優占度	9
6 苗木の育成と形態	9
7 不定根の出現範囲(高さ)	11
8 チップの分解率	11
9 土壌の理化学性	12
考察	17
謝辞	17
引用文献	17

要 旨

マルチング資材としてスギの枝・葉及び幹チップを、それぞれ厚さ5cm、10cm及び15cmに施工し、雑草の抑制効果(植被率)と植栽木への影響を調査した。また、両者のチップの分解速度とミネラルとしての還元性を把握した。

枝葉チップは敷設厚の違いによらず、施工から1ヶ月後の植被率が48.4～71.2%、2ヶ月後92～97.6%となり、雑草の抑制効果を認めることはできなかった。一方、幹チップは

受付日 平成19年 3月13日

受理日 平成19年 5月11日

元福島県林業研究センター

敷設厚5cmで1ヶ月後37.4%、2ヶ月後63%と抑制効果はなかったものの、敷設厚10cmはそれぞれ9.8%、15.8%、敷設厚15cmは1.4%、4%とチップが厚くなるほど植被率は少なく、最終的には植被率50%以上に達するのに約2年半を要した。

優占度の高い植生種はススキ、アズマネザサ、オカトラノオ、ヨモギ、トコロ等で、時間の経過とともにヤマハギ、モミジイチゴ、ヤマウコギ等の木本類及びツル植物が増加した。総じて敷設厚15cmの幹チップ施工地は植被率も少なく、チップ内も湿潤で植栽木の苗高だけでなく枝張りや不定根の発生量も多いのに対し、枝葉チップの厚い施工地は雑草に覆われ、チップ内は乾燥気味で糸状菌の付着も多く、苗高や根元径も小さい傾向にあった。なお、ツル類は全ての施工地において発生し、成育の不良な植栽木には雑草とともに覆い被さり、成育の良好な植栽木には根元から幹部にかけ巻付く状態であった。

施工から3年後のチップの分解率は枝葉チップが59.9%、幹チップが10.9%であった。

チップ分解による土壌へのミネラルの還元は、無施工区(control)に対し敷設厚15cmの枝葉チップ施工地で交換性カルシウム、交換性マグネシウム、塩基飽和度で有意差が認められた。理学性では容積重や孔隙量、最大容水量、最小容気量等に大きな変化は認められなかった。

以上のように雑草抑制効果はチップ施工地の環境条件や設定内容により変動することが示唆された。

はじめに

健全な森林の育成を図るため造林地においては下刈り、ツル切り、除伐、間伐等の一連の施業を実施しなければならない。しかし、林業を取り巻く情勢は林業従事者の減少や長期的な木材価格の低迷による生産性の悪化など厳しい状況にあり、林業の生産活動は停滞している。特に、本県民有林人工林の8割に相当する16万haが要間伐林であるが、2005年度の間伐実績は3,761haとなっている¹⁾。伐採時には梢端部や曲り材等の木質部が林地残材として発生するがこれらは放置されるものが多い。近年は、地球温暖化を基調として木質バイオマスの利活用に関心が高く、また、人工林を循環利用し健全化させるため木質バイオマスをチップ化し、公園の舗装やグラウンドの走路資材、里山の遊歩道や植栽並木への踏みつけ緩衝材、湿潤地化した農地への暗渠排水資材、果樹園芸等へのマルチ資材として利用が図られている²⁾。他方、チップをマルチングの資材として利用する研究³⁾や、材の搬出時に作業路等に敷設することで切材の運搬・搬出が容易になる研究⁴⁾等、チップを利活用した事例報告は多い²⁾。

そこで、本研究では雑草の抑制として使用されているスギの枝・葉及び幹部位を、スギ植林地に厚さ別に施工することにより植栽木の成育や林床土壌の理化学性にどのような影響があるかを検討した。また、チップ施工地に発生した雑草を単年度に刈取りした場合と、数年経過した場合とで種の変移や重量にどの程度差異が生じるかをみた。

材料および試験方法

1 材料

チップの材料を写真1に示す。チップは、スギの枝・葉及び幹部位をそれぞれ別々に、ブラッシュチップパーによりフレーク状に加工したもので、径9.5~20mm、長さ20~100mmに

したものを使用した。



枝葉チップ

幹チップ

写真 - 1 スギの枝葉チップ及び幹チップ

2 試験地の設定

試験地は、当林業研究センターの広葉樹人工林伐採跡地で、標高255m、傾斜2～7度と平坦で、方位は西北西である。土壌(A層)は5cm程度と浅く粘質な土壌である。

チップ施工前の2004年1月に、0.05haを刈り高1cmで全刈り地拵えを行い、写真-2に示すように水田用ロール遮蔽板(高さ30cm)を用い、2m×2mの方形区35区画を設定した。区画毎にスギ挿木苗(同一クローン3年生)各1本を植栽し、スギの枝葉及び幹チップを敷設厚5cm、10cm、15cmを各5ヶ所ずつ計30区画を施工、残りの5区画は無施工(cont)とした。試験地の配列は図-1に示すとおりである。



写真 - 2 試験地の区画状況

(手前左：幹チップ15cm厚 2区)

(手前右：枝葉チップ15cm厚 3区)

N				
1区	2区	3区	4区	5区
幹 5-1	枝葉 5-2	幹 5-3	枝葉 5-4	幹 5-5
幹10-1	枝葉10-2	幹10-3	枝葉10-4	幹10-5
幹15-1	枝葉15-2	幹15-3	枝葉15-4	幹15-5
cont-1	cont-2	cont-3	cont-4	cont-5
枝葉 5-1	幹 5-2	枝葉 5-3	幹 5-4	枝葉 5-5
枝葉10-1	幹10-2	枝葉10-3	幹10-4	枝葉10-5
枝葉15-1	幹15-2	枝葉15-3	幹15-4	枝葉15-5
S				

図 - 1 試験地の配列

3 試験方法

(1) 雑草の植被率

各方形区内の4箇所写真-3、写真-4に示すように、一片10cmの格子状に区切った50cm方形枠(25の格子点)を用い、交点下の植物の有無を確認し植被率(%)としてカウントした(4箇所×25点 合計100点)。植被率は2004年4月より7月まで毎月1回行い2005年、2006年と継続した。2005年以降は Braun-Blanquet により被度階級(5, 4, 3, 2, 1, +)と草丈高(cm)を求めた。なお、2005年8月に1～3区の21区画と2006年11月に1～3

区の21区画及び4～5区の14区画を刈取り、種毎の相対被度と相対草丈高を算出し、併せて総合優占度を求めた。刈取った雑草はハウス内で3週間風乾し、 g/m^2 として表示した。

総合優占度(SDR) = (相対被度 + 相対草丈)

相対被度 = 最も被度階級(中央値)の高かった無施工区のススキを100として、それぞれの施工区の被度階級(中央値)を案分した値。

相対草丈高 = 最も草丈の高い無施工区のススキを100として、それぞれの施工区の草丈高を案分した値。

被度階級のみと比較より草丈高及び刈取り重量など、複数の尺度で区分するとより合理的である⁷⁾



写真 - 3 植被率の計測機材



写真 - 4 植被率の算定
(格子点に植物が有る場合、植被率としてカウントする)

(2) 植栽木の調査

スギ挿木苗の苗高を植栽時の2003年12月に測定し、以下1年毎の伸長量を2004年12月、2005年12月及び2006年12月に調査した。2006年12月に苗木を掘取り、根元直径、枝張り、樹形態を調査し、地上部(幹・枝葉)及び地下部(根)の風乾重を求めた。

なお、不定根の発生範囲(高さ)は、植付時の根部から地上部(幹)にかけ発生した範囲を指す。

(3) チップの分解調査

チップの分解(減少)率は2004年5月、写真 - 5 に示すように林床部にスギ枝葉チップ20gを6袋、スギ幹チップ40g 6袋、参考としてアカマツ幹チップ40g 6袋を、東レテロン#6000スターナイトの布地に入れ、布地がみえないよう1～2cm覆土を行った。覆土したチップ袋は2004年10月、2005年6月及び10月、2006年6月及び10月に回収し、水洗後105℃で24時間絶乾後、重量を測定し分解率とした。



写真 - 5 林床部のチップ袋

なお、2006年5月各チップ40gを採取し、105℃で24時間絶乾後、含水率を求めた。

(4) 林床部土壌の化学性

化学性は施工前の2004年1月と2006年11月に各施工区35ヶ所の深さ3cmまでの土壌を採取し、風乾後2mmのメッシュを通過したものを細土とした。細土の分析項目としてpH(H₂O及びKCl)、全窒素、全炭素、交換性カルシウム、交換性マグネシウム、交換性カリウム、可給態リン酸、塩基置換容量及び塩基飽和度を求めた。なお、pHはガラス電極、窒素及び炭素はCNコーダー、塩基類は原子吸光分析器を使用した。

(5) 林床部土壌の理化学性

理化学性は2005年9月に、各チップ施工地1～3区について深さ1～5cmの林床部土壌を400ccの採土円筒を用い計21個を採取した。分析値は各施工地3個の平均値を用いた。分析項目として容積重、透水速度、孔隙量、最大容水量、最小容気量、粗孔隙量、細孔隙量及び三相組成(固相・液相・気相)を測定した。

結果

1 試験地に出現した植物

試験地設定前の2003年8月、植生調査を実施した。主な出現種を表-1に示す。出現種はクリ、コナラ、ヤマウルシ、ヤマウコギ、ムラサキシキブなど木本類が9種、ススキ、アズマネザサ、ヨモギ、シラヤマギクなど草本類が25種、計34種であった。このうちキク科は9種で、ミツバアケビなどツル植物は6種であった。

表-1 試験地区域内の植生

種名	草木別	学名	種名	草木別	学名
タチシオデ	草(ツ)	<i>smilax nipponica</i> miq.	オオヨモギ	草	<i>artemisia vulgaris</i> Lvar. <i>vulgatissima</i> bess.
ノウルシ	草	<i>euphorbia adenochlora</i> morr.et decne.	ヤマヨモギ	草	<i>artemisia vulgaris</i> Lvar. <i>vulgatissima</i> bess.
ニガナ	草	<i>lactuca dentata</i> makino	ヒメヨモギ	草	<i>artemisia lavandulaefolia</i> DC.
ヤマウコギ	木	<i>acanthopanax spinosum</i> decne.et planch.	シラヤマギク	草	<i>aster scaber</i> thunb.
ヤマノイモ	草(ツ)	<i>dioscorea japonica</i> thunb.	カンスゲ	草	<i>carex morrowii</i> boott
カラマツソウ	草	<i>thalictrum aguilegifolium</i> l.	ミツバアケビ	木(ツ)	<i>akebia trifoliata</i> koidz.
ニガイチゴ	木	<i>rubus microphyllus</i> l.fil.	ヤマハギ	木	<i>lespedeza bicolor</i> turcz.
ヒキオコシ	草	<i>isodon japonicus</i> hara	クリ	木	<i>castanea crenata</i> sieb.et zucc.
ゼンテイカ	草	<i>hemerocallis middendorffii</i> trautv.et meyer.	ヤマウルシ	木	<i>rhus trichocarpa</i> miq.
ナルコユリ	草	<i>polygonatum falcatum</i> a.gray	カモジグサ	草	<i>agropyron kamoji</i> ohwi
タカトウダイ	草	<i>euphorbia pekinensis</i> rupr.	コナラ	木	<i>quercus serrata</i> thunb.
オナモミ	草	<i>xanthium strumarium</i> l.	コウゾ	木	<i>broussonetia kazinoki</i> sieb.
オカトラノオ	草	<i>lysimachia clethroides</i> duby	クズ	草(ツ)	<i>pueraria thunbergiana</i> benth
ヤマシロギク	草	<i>aster ageratoides</i> turcz.	アカネ	草(ツ)	<i>rubia cordifolia</i> Lvar. <i>mongista</i> miq.
ナンブアザミ	草	<i>cirsium niponicum</i> makino	トコロ	草(ツ)	<i>dioscorea tokoro</i> makino
ススキ	草	<i>miscanthus sinensis</i> anderss.	ムラサキシキブ	木	<i>callicarpa japonica</i> thunb.
ヨモギ	草	<i>artemisia vulgaris</i> Lvar. <i>indica</i> maxim.	アズマネザサ	草	<i>Pleioblastus chino</i> Makino

草 草本類 木 木本類 (ツ) ツル類

2 雑草の植被率

植被率の年度別推移を図-2に示す。枝葉チップ施工地は2004年4月に15cm厚が8%、10cm厚が11%及び5cm厚が23%と敷設厚が厚いと植被率は少ない傾向にみられたが、5月には48～71%、6月には92～98%と急激に上昇し、敷設厚に関係なく雑草の抑制効果を認めることはできなかった⁵⁾。これは翌年の2005年5月に90～93%、2006年5月に97%と、植被率は年々高まりしかも早まる傾向にあった。

一方、幹チップ施工地の植被率は敷設厚の違いにより差が生じた。敷設厚5cm施工地は2004年4月に11%、5月37%、6月63%と上昇し、2005年5月には56%、2006年5月は65%と抑制効果は認められず、ほぼ枝葉チップ施工地に準じる傾向にあった。

しかし、敷設厚15cm及び10cmでは、2004年4月に0%、1.4%、5月に1.4%、10%、6月に4%、16%と少なく、2005年5月で17%、27%、2006年6月で27%、65%、7月で51%、82%となり、植被率50%に達するのに約2年半を要した⁶⁾。

なお、無施工地の植被率は2004年4月に27%、5月に93%と急激に上昇した。

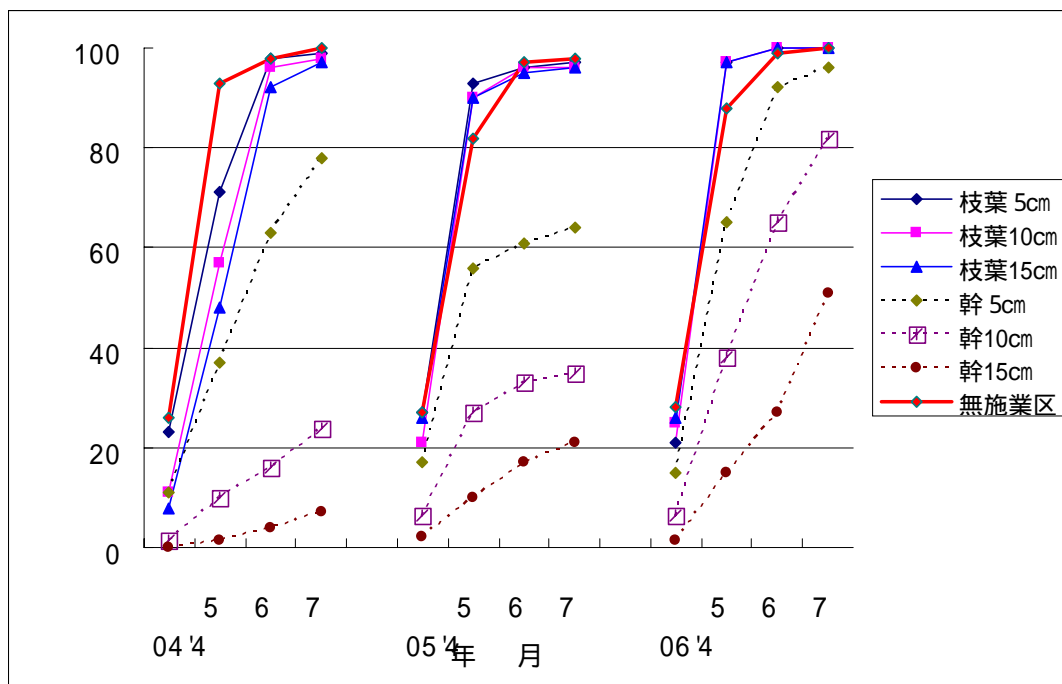


図 - 2 チップ別・厚さ別植被率の年度別推移

3 2年時の出現植生及び総合優占度

表 - 2 に施工から2年時の出現植生及び総合優占度を示す。出現種数は枝葉チップ施工地が31~36種、幹チップ施工地が27~33種、無施工地が26種であった。このうち、ツル類はトコロやウマノスズクサなどチップの有無に係わらず8~10種に及んだ。

相対被度は枝葉チップ施工地で100~114、幹チップ施工地で45~74、無施工地127であった。相対草丈高は枝葉チップ施工地で313~414、幹チップ施工地で235~315、無施工地330であった。総合優占度は枝葉チップ施工地で413~528、幹チップ施工地で280~389、無施工地458であった。

総合優占度の高い種は、枝葉チップ施工地は順にススキ、トコロ、オカトラノオ、アズマネザサ、ヨモギ等で、幹チップ施工地ではアズマネザサ、ススキ、トコロ、オカトラノオ、ノブドウ等であった。また、無施工地ではススキを主にトコロ、ヨモギ等であった。以上のことから、各施工地の優占種の順位は変動するものの、雑草の繁茂は枝葉チップ施工地は無施工地と同等かそれより大きく、幹チップ施工地は小さいことが確認された。刈取り風乾重は無施工地1,700g/m²に対し、枝葉チップ施工地1,030~1,360g/m²、幹チップ施工地400~980g/m²で、特に15cm厚の幹チップ施工地は無施工の24%と最も少なかった。

表 - 2 2年時の出現植生及び総合優占度 1～3区刈取り(2005. 8)

種名	科名	枝葉5	枝葉10	枝葉15	幹5	幹10	幹15	cont
コナ	ブナ	4.4			6.3			
クリ	ブナ	6.5						
ヤマハギ	マメ	8.5	32.4	24	18	4.7	18	10.4
ウミスズクラ	バラ		3.6					
ウリカエ	カエ		4.6				1.9	
エゴノキ	エゴノキ	1.7	1.4					
ヤマグル	ク							5.5
モシイゴ	バラ	8.2	19.7	19.7	20.2	12.9	13.7	8.2
ナツロイゴ	バラ	21	17	25.2	18.3	15.3	15.2	22.7
ヌルテ	ウルシ		4.6					7.4
ヤマウコギ	ウコギ	8.2	5.2	15			8.8	
イタナキ	モクセイ		2.7					
ウグイカグラ	スイカズラ	1.1			3.3			
ムラサキシキブ	クマツヅラ		4.1	2.7		7.6	1.7	4.7
アズマナギ	イネ	34.2	37.4	33.6	27.1	36.2	26.5	26.4
ススキ	イネ	62.3	28.9	30.8	44.7	13.9	15	100
コカリヤス	イネ	5.8	3.6		3.8	4.1	5.8	
タガネソウ	カヤツリグサ	3.9	5.2	6.1	6.1	6.9	2.2	2.7
カスガ	カヤツリグサ	17.3	12.9	9.6	10.5	8	7.4	13.4
ニガクサ	ソ	12.1	27	32.7	14.2	20.5	13.1	23.2
ヨモギ	ク	16.2	33.1	28.8	28.2	15.3	1.9	30.1
ナンブアザミ	ク	7.7	16.3	1.9	9.6	7.4	3.6	3
キアザミ	ク		13.3					
コウゾリ	ク				1.9			
ヨツバヒヨドリハナ	ク	7.9		8.5			3.3	
ノコンク	ク	3.9	5.7	29.1	3.8	2.2	11.5	5.2
シラヤマギク	ク	13.6	9	7.4		7.4	5.5	
オトラノオ	サクラソウ	36.4	36.2	33.7	31.1	26.3	14.5	26.5
タシホ	ユリ			7.9	1.1			
ヤマユリ	ユリ	5.2			3.8	2.7	2.2	5.5
キボウソ	ユリ	2.2			2.2	3.9	0.6	
ミツバツツクリ	バラ	0.3	2.5	1.1	1.1			
カラマツソウ	キンポウゲ		13.1		2.7	9		18.5
ノルシ	トウダイクサ	11.7	8.8	5.8				
ノダケ	セリ							6.9
アカショウマ	ユキノシタ	1.7	4.7		2.8	6		
イカリソウ	メギ	1.4		1.4				
スキナ	トクサ			1.7	0.8		6.9	
ウメノスズクサ	ウメノスズクサ	28.1	25.5	21.8	19.4	15.6	8.8	13.1
トコロ	ヤマノイモ	30.5	43.9	44.5	21.5	29.4	22.4	37.2
ヤマノイモ	ヤマノイモ	11.5	23.5	16.3	15.9	14.2	15.6	22.3
アネ	アネ	7.6	17.5	9.6	5.2	8.2	12.3	9.9
ハクソカスラ	アネ	14.7	16.2	22.7	27.9	19.4	15.5	16.2
マタビ	サルナシ		5.8	5.5	4.9	5.8		
ノブドウ	ブドウ	11.1	22.9	16.7	23.2	24.3	18	19.2
ホトタスル	キンポウゲ		7.6					
ミツバアケビ	アケビ	1.7		1.7	4.1			
ゴヨアケビ	アケビ				3.3			
クス	マメ		6.3	5.5			6.6	11.1
サルトリハバラ	ユリ	4.1	5.8	3.6	2.2	5.8	1.4	8.4
総合優占度(SDR)		412.7	528	474.6	389.2	333	279.9	457.7
相対被度		100	114	111.2	74.4	58.7	45.2	127.3
相対草丈高 (cm)		312.7	414	363.4	314.8	274.3	234.7	330.4
出現種数	() ヌル類	34(8)	36(10)	31(10)	33(10)	27(8)	29(8)	26(8)
乾燥重量 (g/m ²)		1,030	1,340	1,360	980	470	400	1,700

赤字は各施工地 上位5種

4 3年時刈取り区の出現植生及び総合優占度

表-3に3年時刈取り区の出現植生及び総合優占度を示す。出現種数は枝葉チップ施工地が21~24種、幹チップ施工地が18~21種、無施工地22種と、刈取り時期は11月と遅いものの種数は前年より少なくなった。

表-3 3年時刈取り区の出現植生及び総合優占度 1~3区刈取り(2006.11)

種名	科名	枝葉5	枝葉10	枝葉15	幹5	幹10	幹15	cont
ヤマキ	マメ		17.3	25.1			5.7	
コウゾ	ク							11.1
モジイゴ	バラ	19.8	9.1	20.6	9.9	12.9	18.2	8.1
ナシロイゴ	バラ	12.9	21	11.3	13.6	17.3	11.8	23.8
ヤマウキ	ウコキ	22.2	23.5	6.7	9.4		10.4	11.8
イタナキ	モクセイ	7			2.5	2.5		
ウグイカグラ	スイカグラ	2.5			3.3			
ムラサキシキ	クマツヅラ					7.4		
アズマササ	イネ	24.8	20.4	26	18.7	29.5	15.5	18.7
ススキ	イネ	64.2	37.2	41.9	63.2	27.9	12.8	85.6
コカリヤス	イネ	5.5			11.6	8.7	11.1	11.8
チシミササ	イネ			5.7				
タガネウ	カツリクサ	3	1.8	3.7	3.3	4.2	1.8	1.8
カスガ	カツリクサ	17.5	11.6	8	9.6	4.2		
ニガクサ	シソ	20.3	23.4	6.9	8.7	16.7	16	10.4
ヨモギ	キク	14.5	49.5	24.8	13.2	8.1	9.9	18
ナブアザミ	キク	22.6	25	5.7	4.2	6.2	6.2	
キアザミ	キク	15.3						
ノコンク	キク			12.7			6.2	
シヤマキク	キク		9.9	10.3		9.1	21.3	8.1
オカラノ	サクラソウ	16.7	13.6	19.9	11.9	10.5	8	18.1
チツボスミレ	スミレ		0.8					0.6
ヤマユリ	ユリ	8.1	5		5	3.3		14
リントウ	リントウ		5.7					
ミツバツチグ	バラ			2.5				
コゴメツキ	バラ			4.2				
カラマツク	キンポウゲ		19.1		8.2	11.6		10.6
ノルシ	トウダイクサ			8.7				
ウノスグサ	ウノスグサ	23	11.2	28.5	13.6	19.8	8.7	24.7
トコロ	ヤマノイ	33.5	36.8	32.6	26.4	20.3	16.8	27.6
アカネ	アカネ	2.5	9.6			3.3	2.5	3.3
ハクソカグラ	アカネ				16			
ノブドウ	ブドウ	10.6	30	11.8	14	17.2	13.7	10.6
ミツバアケ	アケ		4.2	7.9	3.7			9.1
ゴヨウアケ	アケ	5.7	3.7	6.7				2.5
クス	マメ		9.9					5
サトリバラ	ユリ			9.1		3.3		
総合優占度(SDR)		352.2	399.3	341.3	270	244	196.6	335.3
相対被度		70.6	69	56.1	39.4	29	23.2	62.2
相対草丈高(cm)		281.6	330.3	285.2	230.6	215	173.4	273.1
出現種数	() ヌル類	21(5)	24(7)	24(6)	21(5)	21(5)	18(4)	22(7)
乾燥重量(g/m ²)		1,000	760	900	800	250	120	1,010

赤字は各施工地 上位5種

相対被度は枝葉チップ施工地で56~71、幹チップ施工地で23~39、無施工地62であった。相対草丈高は枝葉チップ施工地で282~330、幹チップ施工地で173~231、無施工地273であった。総合優占度は、枝葉チップ施工地で341~399、幹チップ施工地で197~270、無施工地335であった。

総合優占度の高い種は、枝葉チップ施工地は順にススキ、トコロ、ヨモギ、イチゴ類、

アズマネザサ等で、幹チップ施工地ではススキ、トコロ、アズマネザサ、イチゴ類、ノブドウ等であった。また、無施工地はススキを主にイチゴ類、トコロ、ウマノスズクサ等であった。以上のことから、各施工地とも優占種の順位に変動はあるものの、チップの浅い施工地はススキを主としてツル類と木本類の出現割合が高く、チップの厚い施工地はイチゴ類を含む木本類とツル類が高い傾向にあった。雑草の繁茂は無施工に対し枝葉チップ施工地は大きく、幹チップ施工地は小さいことが確認された。

刈取り風乾重は無施工1,010g/m²に対し、枝葉チップ施工地760~1,000g/m²、幹チップ施工地120~800g/m²となった。

5 3年時刈取り放置区の出現植生及び総合優占度

3年時刈取り放置区の出現植生及び総合優占度を表-4に示す。出現種数は枝葉チップ施工地が22~23種、幹チップ施工地14~19種、無施工地18種であった。

相対被度は枝葉チップ施工地で76~80、幹チップ施工地で31~55、無施工地82であった。相対草丈高は枝葉チップ施工地で294~371、幹チップ施工地で170~235、無施工地254であった。総合優占度は、枝葉チップ施工地で373~451、幹チップ施工地で201~281、無施工地337であった。

総合優占度の高い種は、枝葉チップ施工地は順にススキ、アズマネザサ、ヤマハギ、トコロ、ウマノスズクサ等で、幹チップ施工地ではアズマネザサ、ススキ、ヤマハギ、ウマノスズクサ、モミジイチゴ、トコロ等であった。また、無施工地は特にススキの繁茂が著しい傾向にあった。以上のことから株立ちとなるススキ、アズマネザサを主に、ヤマハギ等の木本類とツル類の出現割合が高い傾向にあった。雑草の繁茂は無施工地に対し枝葉チップ施工地は大きく幹チップ施工地は小さいことが確認された。風乾重は無施工2,910g/m²に対し、枝葉チップ施工地1,040~2,370g/m²、幹チップ施工地620~1,130g/m²となった。

表-4 3年時刈取り放置区の植生及び総合優占度 4~5区(2006.11)

種名	枝葉5	枝葉10	枝葉15	幹5	幹10	幹15	cont
刈	28.5						
ヤマハギ	16.1	30.5	30.5	27	11.1	37	16.5
モミジイチゴ	30.5	6.1	28	21.6	13.1	11	14
ムラサキキブ		33	10.6				13.6
アズマネザサ	37	40	48.5	43.5	50	48.5	19.5
ススキ	85.5	39.5	35	39.5	26.5	20.5	100
コガクサ	14	18.5	26.1	8.1	8.1		18.1
ヨモギ	16.5	12	23		20.1	5.6	11
オトラノオ	21.1	22.5	18.1	15.1	10	12.1	14.1
ウマノスズクサ	33	24	13	24.6	23.1	20.1	26.6
トコロ	30.1	15.5	29.1	30.1	14		
ヘクソカズラ			22	13	11	4.6	16.5
ノブドウ	10.1		12.1	11.1	24.6		12.1
その他	128.2	153.5	76.7	39	69.1	41.6	74.5
総合優占度(SDR)	450.6	395.1	372.7	272.6	280.7	201	336.5
相対被度	79.8	75.5	78.9	54.8	46	30.8	82.2
相対草丈高(cm)	370.8	319.6	293.8	217.8	234.7	170.2	254.3
出現種数()ツル類	23(6)	23(5)	22(7)	16(7)	19(5)	14(5)	18(6)
乾燥重量(g/m ²)	2,370	1,420	1,040	1,130	990	620	2,910

その他 枝葉チップ施工地10~13種、幹チップ施工地6~8種
赤字は各施工地 上位5種

6 苗木の育成と形態

施工から3年時のスギ苗木の成長を図-3、図-4に示す。枝葉チップ施工地は5cm厚

及び10cm厚は無施工とほぼ同程度の成長を示している。しかし15cm厚は施工から1～2年、雑草の被圧や雪圧により成長は抑制傾向にみられる。一方、幹チップ施工地は5cm厚及び10cm厚は無施工地と同程度の成長を示しており、15cm厚では上昇傾向にみられる。ただし、統計的有意差は無施工と比較し枝葉チップ及び幹チップ施工地ともなかった。

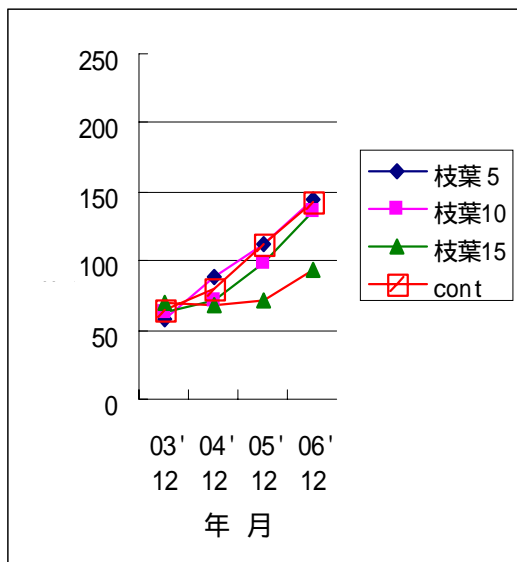


図 - 3 枝葉チップ施工地の成長

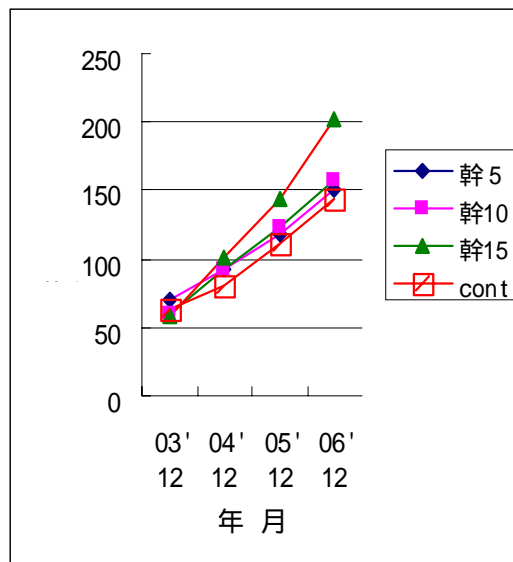


図 - 4 幹チップ施工地の成長

根元直径、枝張り及び地上部風乾重等の平均値を表 - 5 に示す。根元直径は枝葉チップ施工地14.3～19.7mm、幹チップ施工地19.5～27mm、無施工地19.3mmであった。枝葉チップ施工地においてはチップの敷設厚が厚いと根元直径は小さく、逆に幹チップ施工地では大きい傾向にあった。

表 - 5 各施工地の根元直径及び枝張りなど 掘取り(2006.12)

試験地	枝葉5	枝葉10	枝葉15	幹5	幹10	幹15	cont
根元径(mm)	19.7	15.8	14.3	19.5	21.8	27	19.3
標準偏差	5.6	4.1	4.4	4.8	7.8	5.6	1.9
枝張り(cm)	56.9	49	37.1	59.3	63.6	76.5	61
標準偏差	17.5	14.5	14.2	19.3	18.7	19.5	9.7
地上部風乾重(g)	504	224	150	481	602	994	358
標準偏差	411	190	163	298	488	396	98
地下部風乾重(g)	97	47	37	83	121	171	83
標準偏差	70	34	25	48	100	64	29

枝張り(最大枝張り及び最小枝張りの平均値)は、枝葉チップ施工地37.1～56.9cm、幹チップ施工地59.3～76.5cm、無施工地61cmであった。枝葉チップ施工地においてもチップの敷設厚が厚いと枝張りは小さく、逆に幹チップ施工地では大きい傾向にあった。

地上部風乾重は、枝葉チップ施工地150～504g、幹チップ施工地481～994g、無施工地358gであった。枝葉チップ施工地においてもチップの敷設厚が厚いと地上部風乾重は小さく、逆に幹チップ施工地では大きい傾向にあった。

地下部風乾重は、枝葉チップ施工地37～97g、幹チップ施工地83～171g、無施工地83gであった。枝葉チップ施工地においてもチップの敷設厚が厚いと地下部風乾重は小さく、

逆に幹チップ施工地では大きい傾向にあった。

以上のように、枝葉チップの厚い施工地においては、総体的に苗木の成育は小さく、逆に幹チップの厚い施工地は大きく、無施工地は両者の中間に位置する傾向にみられた。

なお、各施工地5本ずつ植栽した苗木の形態は、雑草の被圧や雪厚による下枝の変色や葉枯れ、芯折れ、ツル類による幹のS字曲り、ウサギによる葉の一部の食害等がみられた。これらの被害は被圧による枯損1本を含め、総じて各枝葉チップの施工地に多く発生し、その本数は3/5~4/5本が確認された。一方、幹チップ施工地においては5cm厚及び10cm厚の一部に下枝枯れ、下枝の変色がみられたが本数にして1/5~2/5本と少なかった。これに対し、15cm厚の幹チップ施工地においては苗木の全ての形態が良好であり、無施工地では弱度のS字曲りが2/5本みられた。

7 不定根の出現範囲(高さ)

チップ施工に伴う不定根の出現範囲(高さ)を図-5に示す。不定根の出現範囲は、枝葉チップ施工地が3.6~4.9cm、幹チップ施工地4.6~13.5cm、無施工地1.8cmであった。枝葉チップ施工地は最大でも5cm以下の出現範囲で、しかも敷設厚が厚くなると標準偏差は大きくなった。一方、幹チップ施工地は敷設厚の厚さに伴い、不定根の出現範囲が明らかに高くなった。チップ含水率は枝葉チップ50.8~56.1%、幹チップ65.4~72.9%であった。

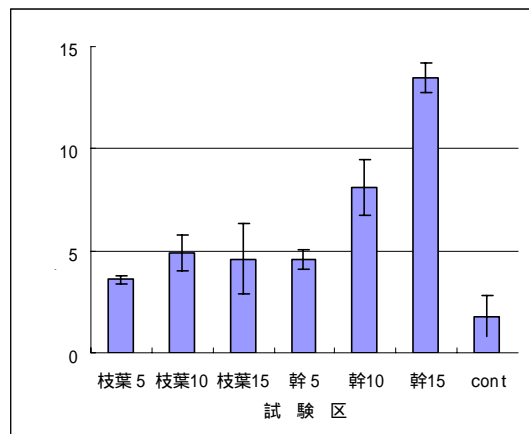


図-5 各チップ施工地の不定根の出現範囲

8 チップの分解率

枝葉チップ及び幹チップの分解率を図-6、写真-6に示す。枝葉チップは2004年5月の設定から10月までの6ヶ月間に27.4%が分解し、翌年の2005年6月までに8.9%が分解、年間の分解率は36.3%であった。その後2005年10月までに16.1%が分解し、最終調査時の2006年10月までの2年半で59.9%のチップが分解した。総じて設定当初の半年間と初夏から晩秋に分解が進んでいるものと考えられた。

幹チップは設定から10月までの6ヶ月間に0.8%が分解し、翌年の2005年6月までに2.6%が分解、年間の分解率は3.4%であった。その後2005年10月までに6.5%が分解し、最終調査時の2006年10月までの2年半で10.9%のチップが分解した。総じて設定1年後の2005年6月の初夏から晩秋にかけて進んでいる程度で、枝葉チップよりかなり分解速度が遅いことがわかった。また、アカマツ幹チップの分解率はスギ幹チップ分解に準じた。

なお、分解速度が進んでいる枝葉チップの敷設厚の厚さは5cm厚が約2cmに、10cm厚が約3cmに、15cm厚が約5cmと減少した。一方、各幹チップ施工地の敷設厚の減少はみられず、施工当初の敷設厚を保った。

チップ施工から2年半後(2006.5)の各チップ区の含水率は、枝葉5cm厚が46.5±1.2%、10cm厚52.1±0.9%、15cm厚49.3±2.5%に対し、幹5cm厚は61.3±1.9%、10cm厚は67.4±0.4%、15cm厚69.2±0.3%であった。

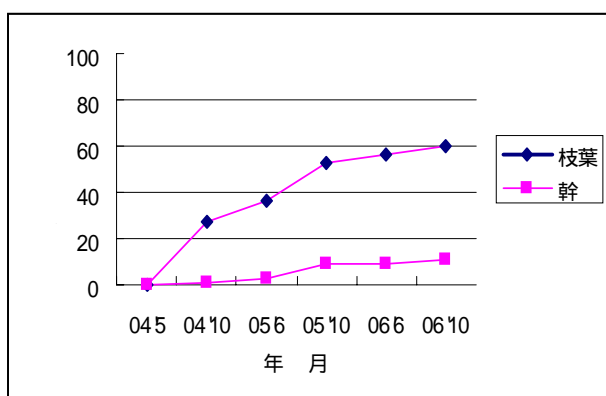


図 - 6 枝葉チップ及び幹チップの分解率



写真 - 6 2005年5月のチップの状態 (幹チップ及び枝葉チップ)

9 土壌の理化学性

チップの施工厚の違いにより、雑草の植被率や草丈高、さらに一部の試験区においては植栽木の成長にも差がみられた。これらは基盤となる土壌への透水性や孔隙量、また、ミネラルとして還元される養分量などが影響しているものと考えられる。そこで、化学性は施工前と施工後の分析を、理化学性は施工後のみを行った。

(1) 活酸性 pH(H₂O)

活酸性pHを図 - 7 に示す。枝葉チップ施工地においては敷設厚に関係なく5.3~5.7と弱酸性を示し、厚さによる変化はみられなかった。また、幹チップ施工地でも5.3~5.6と同様であった。なお、施工前のpHは枝葉チップ4.9~5.1、幹チップ5.0~5.2、無施工地5.0と弱酸性であり、施工前後の開きはなかった。

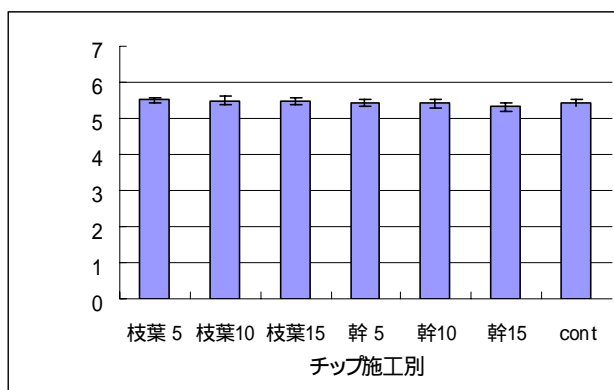


図 - 7 チップ施工別 pH(H₂O)

(2) 潜酸性 pH(kcl)

潜酸性 pH を図 - 8 に示す。枝葉チップ施工地においては敷設厚に関係なく3.9~4.2と中酸性を示し、厚さによる変化はみられなかった。また、幹チップ施工地でも3.8~4.1と同様であった。なお、施工前の pH は枝葉チップ4.2、幹チップ4.1~4.2、無施工地4.0と中酸性であり、施工前後の開きはなかった。

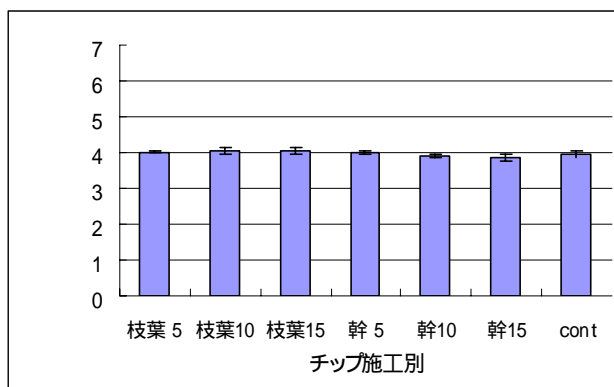


図 - 8 チップ施工別 pH(kcl)

(3) 全窒素及び全炭素

全窒素及び全炭素の含有率を図-9に示す。枝葉チップ施工地の全窒素は敷設厚5cmで0.38%、10cmが0.42%、15cmが0.44%であった。また、全炭素は敷設厚5cmで5.5%、10cmが6.1%、15cmが6.3%であった。

幹チップ施工地の全窒素は、敷設厚5cmで0.42%、10cmで0.33%、15cmで0.35%であった。また全炭素は敷設厚5cmで6.2%、10cmで4.8%、15cmで5.1%であった。炭素率(C/N比)は枝葉チップ施工地が14.4~14.5%、幹チップ施工地14.4~14.8%、無施工地14%と開きはみられなかった。一方、施工前の全窒素は枝葉チップ0.44~0.64%、幹チップ0.6~0.94%と施工前後の大きな開きはなかった。

(4) カルシウム(CaO)

交換性カルシウムの含有量を図-10に示す。枝葉チップ施工地は、敷設厚が増す毎に含有量大きい結果となり、平均含有量は5cm厚で164mg/100g、10cm厚で184mg/100g、15cm厚で219mg/100gであった。また、幹チップ施工地は枝葉チップとほぼ逆で、それぞれ165mg/100g、116mg/100g、112mg/100gと敷設厚が増す毎に小さい結果となった。なお統計的有意差は、無施工地と比較し15cm厚の枝葉チップ施工地でのみ検出された(Mann-WhitneyのU検定法、P<0.05)。一方、施工前の含有量は枝葉チップ61~96mg/100g、幹チップ78~101mg/100gと、施工前後で枝葉チップが増加した。

(5) 交換性マグネシウム(MgO)

交換性マグネシウムの含有量を図-11に示す。枝葉チップ施工地は、敷設厚が増す毎に含有量大きい結果となり、平均含有量は5cm厚で21mg/100g、

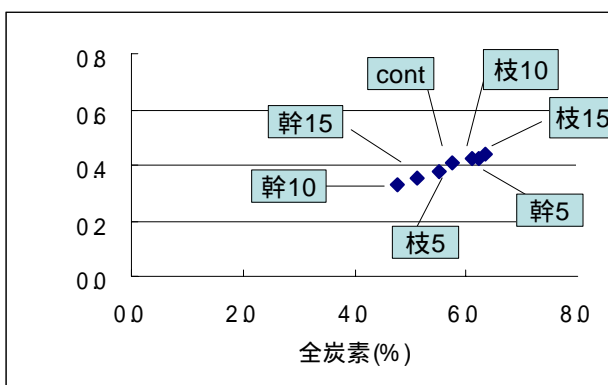


図-9 全窒素及び全炭素の含有率

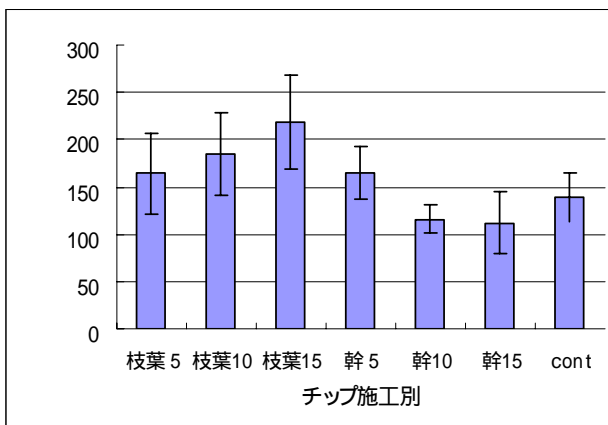


図-10 チップ施工別カルシウム含有量

10cm厚で24mg/100g、15cm厚で29mg/100gであった。また、幹チップ施工地は枝葉チップ施工地とはほぼ逆で、敷設毎の平均含有量は、それぞれ25mg/100g、19mg/100g、19mg/100gであった。なお統計的有意差は、無施工地と比較し15cm厚の枝葉チップ施工地でのみ検出された(Mann-WhitneyのU検定法、 $P < 0.05$)。一方、施工前の含有量は枝葉チップ12~15mg/100g、幹チップ15~17mg/100gと、施工前後で枝葉チップが僅かに上回った。

(6) 交換性カリウム(K_2O)

交換性カリウムの含有量を図-12に示す。枝葉チップ施工地は、敷設厚が増しても含有量はほぼ横ばいとなり、平均含有量は5cm厚で35mg/100g、10cm厚で32mg/100g、15cm厚で37mg/100gであった。また、幹チップ施工地も敷設毎の平均含有量は、それぞれ33mg/100g、32mg/100g、32mg/100gで、枝葉チップとほぼ同様の結果となり、有意差はみられなかった。

一方、施工前の含有量は枝葉チップ19~20mg/100g、幹チップ24~27mg/100gと、施工前後で枝葉チップが僅かに上回った。

(7) 塩基飽和度

塩基飽和度を図-13に示す。枝葉チップ施工地は、敷設厚が増す毎に塩基飽和度が大きい結果となり、平均飽和度は5cm厚で45%、10cm厚で44%、15cm厚で49%であった。また、幹チップ施工地は枝葉チップとほぼ逆で、敷設毎の平均飽和度は、それぞれ42%、34%、32%と敷設厚が増す毎に小さい結果となった。なお、統計的有意差は無施工地と比較し15cm厚の枝葉チップ施工地でのみ検出された(Mann-WhitneyのU検定法、 $P < 0$

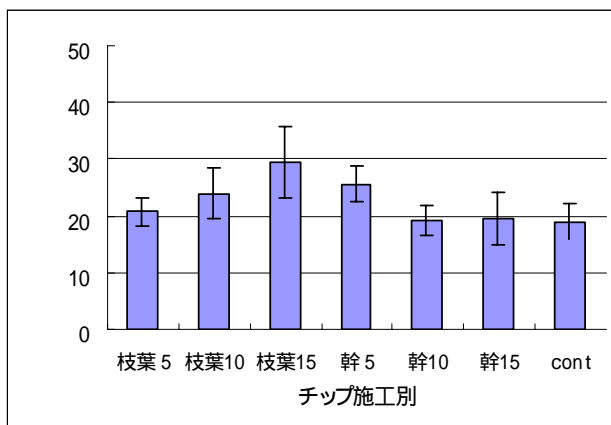


図-11 チップ施工別マグネシウム含有

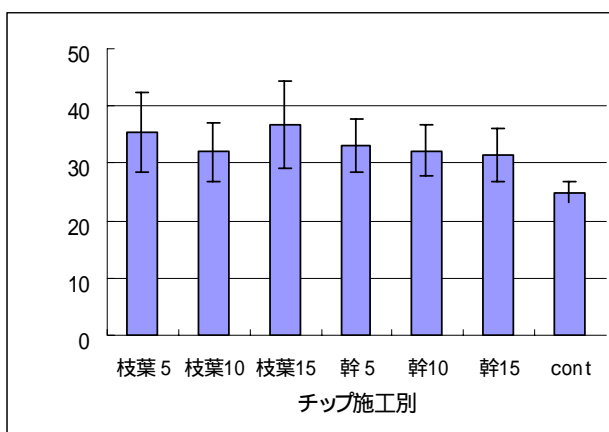


図-12 チップ施工別カリウム含有量

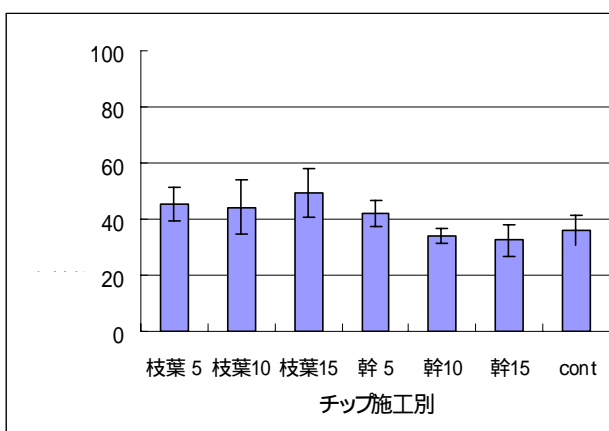


図-13 チップ施工別塩基飽和度

05)。一方、施工前は枝葉チップ22～24%、幹チップ26～33%と、施工前後で枝葉チップが上回った。

(8) 可給態リン酸(P_2O_5)

可給態リン酸の含有量を図-14に示す。枝葉チップ施工地は、敷設厚が増しても含有量はほぼ横ばいとなり、平均含有量は5cm厚で1.7mg/100g、10cm厚で1.3mg/100g、15cm厚で2.4mg/100gであった。また、幹チップ施工地も敷設毎の平均含有量は、それぞれ2.0mg/100g、1.9mg/100g、2.6mg/100gで、枝葉チップとほぼ同様の結果となり、無施工地との有意差はみられなかった。

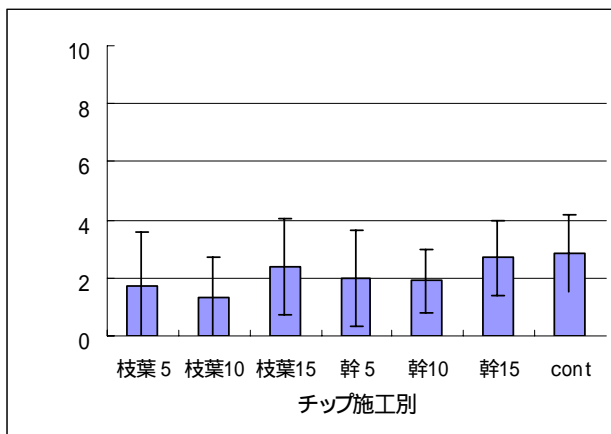


図-14 チップ施工別可給態リン酸含有量

一方、施工前の含有量は枝葉チップ2.7～2.8mg/100g、幹チップ2.9～3.5mg/100gと、施工前後で両プロットとも僅かに低下した。

(9) 塩基置換容量(CEC)

塩基置換容量の含有量を図-15に示す。枝葉チップ施工地は、敷設厚が増しても含有量はほぼ横ばいとなり、平均含有量は5cm厚で17me/100g、10cm厚で19me/100g、15cm厚で20me/100gであった。また、幹チップ施工地も敷設毎の平均含有量は、それぞれ19me/100g、17me/100g、17me/100gで、枝葉チップとほぼ同様の結果となり、無施工地との有意差はみられなかった。

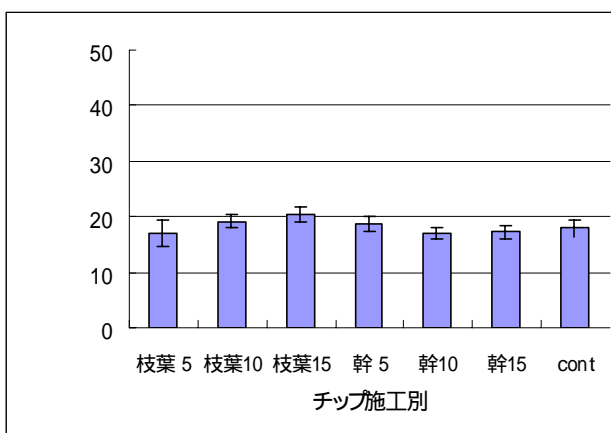


図-15 チップ施工別塩基置換容量

一方、施工前の含有量は枝葉チップ14～16me/100g、幹チップ15～16me/100gと施工前後で大きな開きはなかった。

(10) 理学性

理学性の分析結果を図-16に示す。分析値は10角形グラフ1の容積重から順に孔隙量、最大容水量、最小容気量、粗孔隙量、細孔隙量、透水速度、固相、液相、気相の10項目とした。図からわかるように施工から約2年で、枝葉チップ及び幹チップの理学性に大きな変化はみられない。

ただ、次の2点について数値の開きがみられた。1点は7の透水速度である。無施工地

の透水速度が約30ml/60sに対し、敷設厚15cmの幹チップ及び敷設厚15cmの枝葉チップ施工地は100ml/60s以上となっている。しかし測定値の区分からすると中に該当する。2点目は三相組成のなかの9の液層である。無施工の液層が39%、枝葉チップ施工地が38~40%であるのに対し、幹チップ施工地は43~46%と僅かながら高い傾向にみられた。

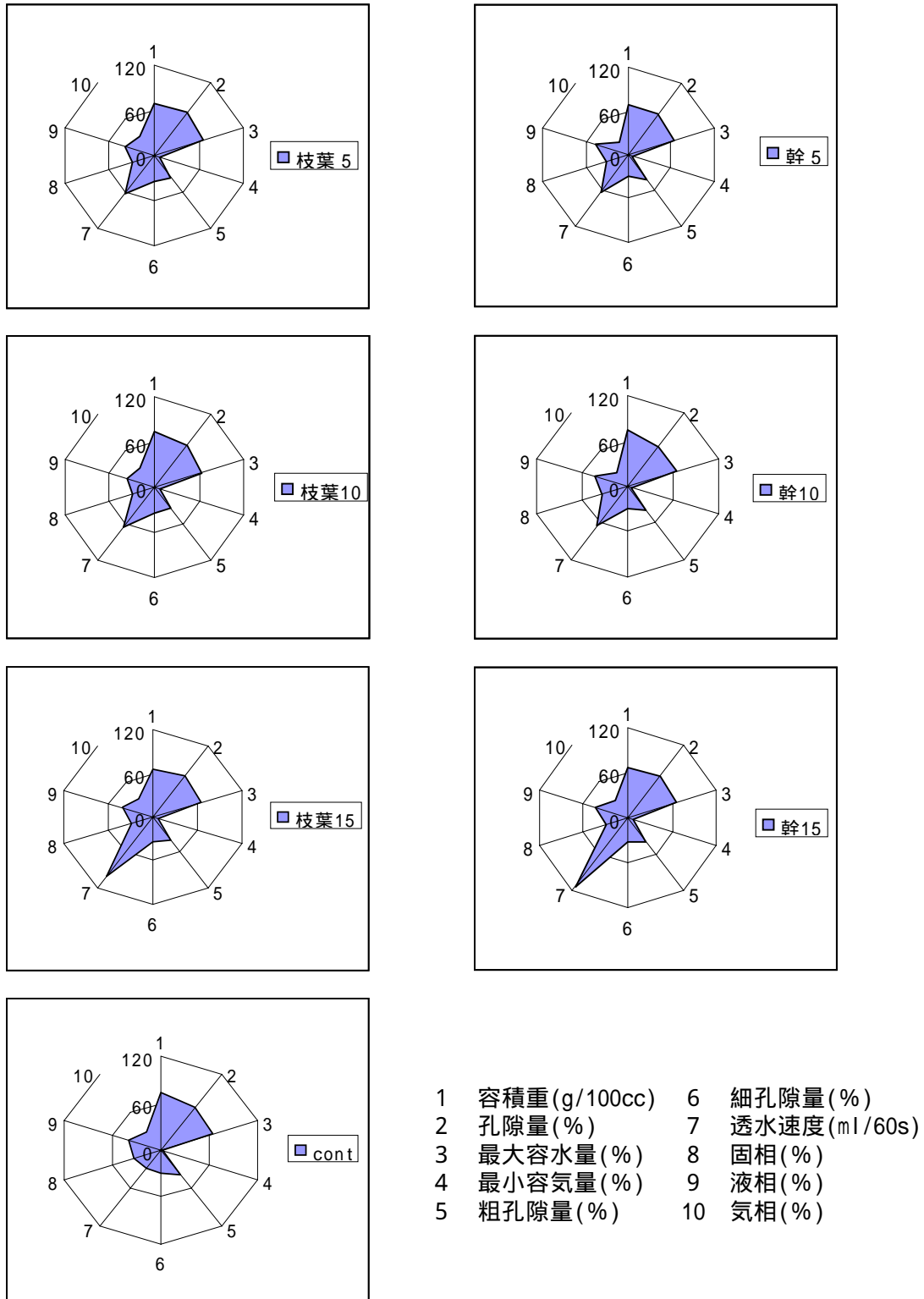


図 - 16 理学的10項目の分析値

考察

林地残材として放置されるスギの枝条や根元幹材を有効活用するため、チップ化したものをマルチング資材として厚さ別に施工し、植栽木の成育や林床土壌の理化学性にどのような影響を与えるかを検討した。

この結果、枝葉チップ施工地では施工後僅かな月数で雑草の植被率が高まり、マルチングとしての抑制効果は無いことが判明した。また、幹チップ施工地の敷設厚5cmでは抑制効果はなく、敷設厚15cmの施工地で抑草効果が約2年半持続することが分かった。この持続期間は他県の調査⁹⁾とほぼ一致した。

植栽したスギ苗木の成長は、敷設厚15cmの幹チップ施工地で大きく、敷設厚15cmの枝葉チップ施工地で小さかったが、無施工との間で有意差は認められなかった。しかし、根元径、枝張り、苗木の風乾重や不定根の発生範囲(高さ)は、敷設厚15cmの幹チップ施工地が最も高く、かつ苗木の形状も総体的に良好であった。この理由として幹チップは施工時の容積と高さを保ちつつ、チップ内の水分が枝葉チップに比べ15～22%も高いことが考えられた。このような要因が不定根の発達を促す等、苗木の成育にプラスになったものと考えられた。

一方、スギの枝葉に蓄積されているミネラルは多いが、敷設厚15cmの枝葉チップ施工地は、特に交換性カルシウム、交換性マグネシウム等が林床土壌に供給される量が多く、無施工地との間で有意差が認められた。ただし、枝葉チップは幹チップに比べミネラル成分が高いとはいえ、微細化され厚く堆積した枝葉は過密で、なお分解するには時間が必要である。相対被度、相対草丈高、総合優占度および刈取った雑草の乾重からも明らかなように、雑草の繁茂は枝葉チップ施工地が優位にあり、結果的に植栽苗木の成育にマイナスになったものと考えられる。

最後に、苗木の成長とともに、ヤマハギ、アズマネザサ、ススキ、イチゴ類が局部に集団化・株立ちし、それにトコロ、ウマノスズクサ、ノブドウ、ミツバアケビ等のツル類が根元や幹部に絡みついている。チップ施工地の環境条件や設定内容を検討しつつも、保育作業としてのツル切りや雑灌木類の坪刈り等を適宜行うことにより、植栽木の健全な成長を促すことが可能と考えられる。

謝辞

本稿の取りまとめにあたり、土壌分析機器の供用及び実験の指導、並びにミネラル等の分析を行っていただいた福島県農業総合センター環境・作物栄養グループの三浦吉則主任研究員、中村孝志主任研究員(現農業短期大学校教務主任)の両氏に対し、厚くお礼を申し上げる次第です。

引用文献

- 1) 福島県農林水産部：平成17年福島県森林・林業統計書，2006．
- 2) 土井恭次：ウッドチップ新用途-こんなに役立つ木のチップ-，太平社，1999，200pp.
- 3) 清水一：木材チップは雑草を抑制できる，光珠内季報No.109，1997．
- 4) 多田野修・佐々木誠一：車道用路盤材への木材チップ利用の試み，東北森林科学会第11回大会講演要旨集，2006．

- 5) 石井洋二・斎藤寛：スギの幹・枝葉チップを利用したマルチングの雑草抑制効果，第35回日本緑化工学会講演要旨集，2004．
- 6) 今井辰雄：スギの枝葉及び幹チップを利用したマルチングの雑草抑制効果，東北森林科学会第11回大会講演要旨集，2006．
- 7) 蜂谷欣二：森林の生態的見方，日本林業技術協会，1970，96pp．
- 8) 山内仁人：木材チップの林内散布，林業新知識No.634，2006．