

木材チップの分解速度と植生制御効果

— 林内散布等の木材チップが森林環境に与える影響調査 —

山内仁人・古川仁*¹・竹内玉来*²・片倉正行・小山泰弘

木材チップを林内及び造林地に散布し、周辺環境への影響や、チップの分解速度、造林地での植生制御効果を調べた。調査地及び周辺植生に、ならたけ病の発生や、成長阻害等の悪影響は観察されなかった。チップの現存量は1年間に4~20%ずつ減少し、乾燥地より湿潤地の方がチップの分解が速かった。造林地で20cm厚に散布したチップの植生抑制効果は3、4年だったが、10cm厚では1年で無散布と同程度の植被率となり、抑制効果が無くなった。

キーワード：木材チップ、分解速度、マルチング、植生制御

1 緒言

従来、地理的条件やコストの点から、搬出利用の困難な間伐材や曲り材等の低質材、剪定枝葉等は、林内放置、あるいは焼却処分されることが多かった。しかし、近年は資源の有効利用や、地球温暖化対策、廃棄物処理等の問題から、これら未利用木質資源についても、様々な用途開発が検討され、破碎機を用いてチップ化し、舗装素材やマルチング資材、木質燃料などに活用する事例が増加している。さらに、こうしたチップを、林内を含めた緑地歩道等に活用した事例も少なくない（林業科学技術振興所 1999）。また、マツ材線虫病の被害木処理として行われる伐倒くん蒸処理に替えて、伐倒した被害木を破碎処理する方法が実用化されており（全国森林病虫獣害防除協会 1997）、今後は処理木の林内散布が増加することも予想される。

しかし、林内に大量の木材チップを散布・敷設した場合の、チップの分解速度等についての研究は充分にはなされておらず、チップの形状やサイズの違いによって、どのような分解特性を示すのかも整理されてはいない。また、チップが分解する際に、土壌中の無機態窒素を消費し、苗木の生育が低下した事例（高橋ほか 2001）や、木材チップがならたけ病の発生源となりうるとの指摘（太田 2006）があるなど、木材チップが森林環境に負の影響を及ぼす可能性についての検討も不足している。

さらに、近年、農地や公園緑地等で木材チップマルチングを実施するケースも多くなり、チップによる抑草効果の検討事例も複数ある（豊岡ほか 1999、豊原ほか 2003）が、植生発生とチップの散布厚の関係等で、異なる結果が報告されており、

これらについても十分な知見が得られたとは言い難い。

そこで、林内に木材チップを散布した試験地を設け、チップの分解速度や、周辺植生等に及ぼす影響を調べるとともに、造林地に木材チップを散布した試験地を設けて、植栽木の成長に及ぼす影響と植生制御効果（下刈り軽減効果）について調査を行った。

本調査は、2001（平成 13）年度から 2005（平成 17）年度にかけて、県単研究課題「林内散布等の木材チップが森林環境に与える影響調査」として実施し、結果の一部は日本森林学会（山内ほか 2006）、同中部支部大会（古川ほか 2003、山内ほか 2006-2）で発表した。

2 林内散布した木材チップの周辺環境への影響と分解速度

2.1 試験地・試料

2001年9月に、林業総合センター構内のアカマツ林内とスギ林内に、木材チップを散布した試験地を設けた。使用したのは全てアカマツをチップ化したもので、ブロック状に切削したタイプ（以下、チップーチップ、写真1）と繊維状に破碎したタイプ（以下、シュレッダーチップ、写真2）の2種類、敷厚は3cmと7cmである。また、伐採木を放置した場合と比較するため、アカマツ丸太も設置した（表-1）。

*¹前林業総合センター研究員・現上伊那地方事務所*²元長野県林業総合センター林業技術専門員・現長野地方事務所

取は各試験区 1 箇所ずつ行ったが、チップの残存厚のバラツキが大きい試験区では 2~3 箇所から試料を採取した。

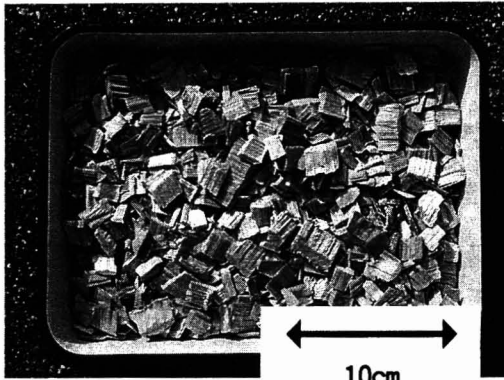


写真1 チッパーチップ

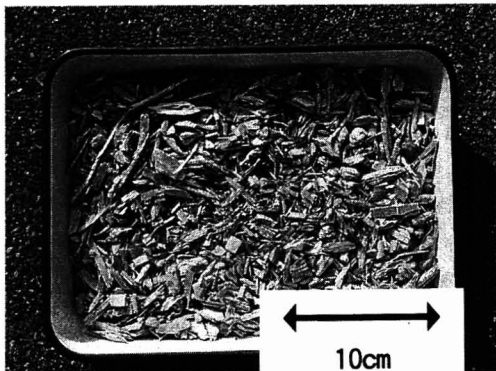


写真2 シュレッダーチップ

2.2 調査方法

チップ散布による周辺環境への影響を確認するため、調査地周辺の樹木や植生の目視調査を毎年春・秋の2回行った。

2003年12月に、各試験区それぞれからチップ10個以上を採取するとともに、3本の丸太のうちの1本から1~2cm厚の円板を切り取って、容積重測定試料とした。試料は、乾燥重量(105℃/48h)を測定後、ラッカースプレーで表面をシールし、水置換法(柴田ほか2002, 図-1)により体積を測定して容積重(g/cm³)を求めた。別に、密封保管してあった新鮮なチップ試料(対照チップ)と、新たに採取したアカマツ丸太についても同様の測定を行い、試験区から採取した試料と比較した。

チップ散布から4年後の2005年には、個々のチップが、分解により崩れはじめていたため、水置換法では容積重の測定が困難であった。そこで、400ml容の採土円筒を用い、2005年10~11月に各試験区の残存チップを採取し、乾燥重量(70℃/48h)を測定して単位面積当たりの現存量を求めた。さらに、新鮮な対照チップを用いて同様の測定を行い、これと比較した。なお、残存チップ試料の採

表-1 試験地概要

位置 林相	長野県塩尻市片丘	
	アカマツ林	スギ林
標高(m)	880	800
樹高(m)	23.3	25.8
胸高直径(cm)	39.5	34.7
密度(本/ha)	475	625
土壌型	Bl _D	Bl _F
下層植生	ヤマウルシ, コナラ, ノリウツギ	ツリフネソウ, ヘビノネコザ, セリ
チップ散布厚	7cm, 3cm, 無散布	
丸太	φ5~10cm, L80cm, 3本	
試験区	1m×1m×3回繰返し (アカマツ林・スギ林各12区)	

表-2 試験地の気象概況

年	年平均 気温	5~10月 平均気温	年降水量	5~10月 降水量
2001	10.1	17.4	941.5	805.5
2002	10.3	17.9	1094.0	765.5
2003	10.0	18.3	1401.5	616.5
2004	11.1	18.6	1614.0	1281.0
2005	10.1	18.5	750.0	530.5
2006		18.2	(1273.0)	1023.5
平年値	10.1	17.7	1179.6	776.4

* 06年の年降水量は10月までの値

* 平年値は1989~1998の10年間の平均値

* 測定場所は林業総合センター構内(標高870m)

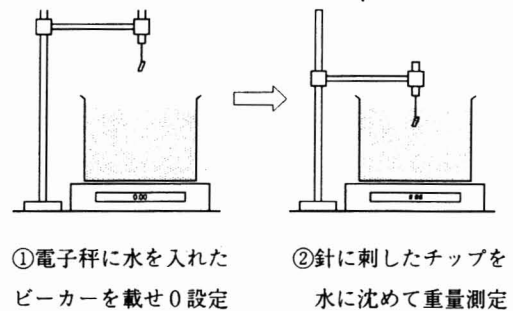


図-1 水置換法によるチップの体積測定

2.3 結果

2.3.1 チップ散布による周辺環境への影響

いずれの調査地でも、試験地内及び周辺の林木にチップ散布に起因すると思われる病虫害や成長阻害などの悪影響は観察されなかった。また、アカマツ林、スギ林、ともに下層植生の成長等に異常はみられなかった。

2.3.2 2年後

保管してあった対照チップの容積重を100%として、林内散布したチップ及び丸太試料の2年後の容積重を図-2に示した。2年間林内に放置した丸太の容積重は新鮮な丸太の80%前後だったが、チップでは容積重が72~57%に減少していた。アカマツ林内に散布したチップより、スギ林内に散布したチップの方が減少率が大きかった。

2.3.3 4年後

採土円筒を用いて測定した、単位面積当たりの対照チップの全乾重量を100%として、散布チップの4年後の全乾重量を比較した(図-3)。アカマツ林内のチップの現存量は平均で27.5%、スギ林内では17.3%で、スギ林の方がチップの減少が進んでいた。

2.4 考察

試験地ならびに周辺の林木・下層植生に、チップ散布に起因する成長異常は認められなかった。また、これまでも針葉樹チップを数cm厚程度散布した事例では、病虫害の発生などは報告されていないことから、10cm厚程度のチップ散布が森林環境に大きな悪影響を引き起こすことはないかと推察された。

しかし、木材チップから、ナラタケ属菌の子実体が発生した事例や、チップを施用したサクラからナラタケモドキが発生した事例の報告があり(太田 2006)、ナラタケ属菌は針葉樹にも被害を与えることから、今後もチップの林内散布には注意が必要と考える。

チップーチップ、シュレツダーチップとも、スギ林の方がアカマツ林より分解の進行が速かった。アカマツ林は山麓緩斜面の適潤性黒色土(BI_D)に成立していたのに対し、スギ林は谷底部の湿性黒色土(BI_F)に成立しており、スギ林地表部がアカマツ林地表部に比べて常に高湿度の状態を維持し、分解速度に差を生じたと推定された。

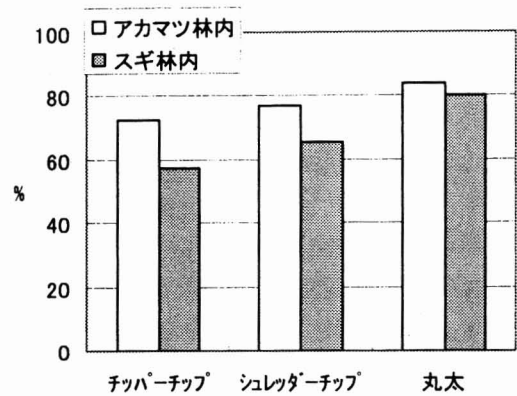


図-2 散布2年後の木材チップ容積重

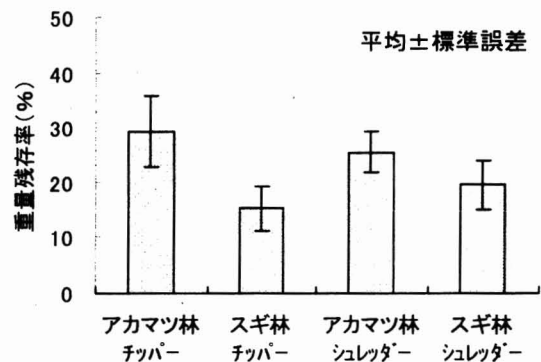


図-3 散布4年後の木材チップ重量残存率

3 造林地に散布した木材チップによる植生制御効果

3.1 調査地

林業総合センター構内の皆伐ヒノキ造林地に、2002年6月、木材チップを敷設した試験地を設けた(表-3)。チップの敷厚は20cm(区)、10cm(区)、無散布(対照区)の3種とし、各試験区は5×15mの方形区、使用チップはアカマツ材のシュレツダーチップで、試験区にチップを敷き均す前に造林木(ヒノキ)以外の植生は刈り払った。

なお、試験区内は、2005年まで下刈りを行わなかったが、試験区外では通常の下刈りを毎年1・2回行った。

3.2 調査方法

3.2.1 植生調査及び植栽木の生育状況調査

植生が最も繁茂する毎年8月に、各試験区の植被率、発生植物の種類、被度、植生高を調査した。調査は、各試験区に5箇所の方角枠(2×2m)を設けて行った。同時に、植栽木の樹高を測定し、チップ散布が造林木の生育に及ぼす影響を検討し

た。

また、2005年9月に、各試験区内で地上部植生を刈り取り(3×3m×2カ所)、バイオマスを測定した。

3.2.2 チップ層の硬度・現存量・残存厚等調査

木材チップ散布による植生の抑制要因のひとつとして、チップ層が植生の伸長に対して物理的抵抗性を有することが考えられる(林業科学技術振興所1999)。そこで、散布当年(2002年)9月に貫入式土壌硬度計(大起理化工業株式会社製DIK-5521)を用いて、チップ層とその下の土壌の硬度を、各試験区30箇所て深さ別に測定した。

また、チップの減少速度を把握するため、アカマツチップを詰めたポリプロピレン製のネットバッグ(4mm目、150mm×150mm×20mm、写真-3、以下チップバッグ)を6つ作成し、2003年10月に試験地のチップ表面に設置した(写真-4)。これを、3~6ヶ月おきに回収し、乾燥重量(80℃/48h)を測定した。測定後、チップバッグは試験地に再設置し、同じチップバッグで継続して3年間測定を行った。

さらに、2005年8月には、植生の抑制効果が低下した原因を調べるため、20cm区、10cm区それぞれ12箇所てチップ表面から土壌表面までの深さを測定し、チップ層の残存厚を計測した。

表-3 試験地概要

位置	長野県塩尻市片丘
標高	880m
土壌型	Bl ₀
前生樹	カラマツ
植栽樹種	ヒノキ
植栽年月日	2002.5.23
刈払年月日	2002.5.30
チップ散布日	2002.6.06
チップ散布厚	20cm、10cm、無散布
試験区	5×15m(各1区)

表-4 試験区別バイオマス量 (2005)

	70℃96h乾燥重量(g/m ²)			計
	木本	直立草本	叢生草本	
20cm区	878	67	4	949
10cm区	743	101	6	850
対照区	1,386	66	200	1,651

3.3 結果

3.3.1 植生及び植栽木の生育状況

各試験区の植被率の変化を図-4に示す。20cm区では散布当年(2002年)から3年目(2004年)まで対照区と比較して植被率が低く、植生抑制効果がみられたが(写真5)、4年目(2005年)には植被率がほぼ100%となり、雑草木に覆われた(写真6)。10cm区は、2年目で対照区との差が無くなった。また、雑草木高と植生現存量を見ると、雑草木高は、20・10cm区ともに年々上昇し、4年目には対照区との差は無くなった(図-5)。しかし、植生現存量は、4年目でも、チップを散布した2区と対照区とは差があり、20cm区と10cm区では差が無かった(表-4)。



写真-3 チップを詰めたネットバッグ



写真-4 チップバッグ設置状況

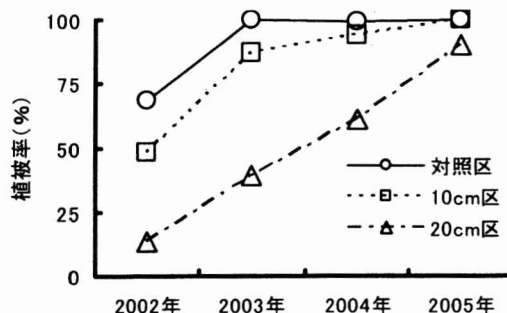


図-4 植被率の年変動

チップの散布厚別で、植被率に違いがみられるとともに、発生植生の種類にも差がみられたため、発生植生を地上部の生育型(沼田 1978)別に、そう(叢)生草本、直立草本、直立木本の3種に分類し(表-5)、種別の植被率を合計して年度別に比較した(図-6~9)。ヒロハスゲ等のそう生草本は、20cm区では4年目も発生しなかったが、10cm区では4年目には対照区と同等の発生状況となった。ワラビ等の直立草本は、当初対照区と10cm区で発生が見られ、4年目には20cm区でも見られるようになった。ヤマウルシやノリウツギ等の木本は、全ての試験区で当初から発生がみられ、4年目には植被率の差も無くなった。なお、木本類の発生はほとんどが切株からの萌芽によるものであった。

各試験区及び通常の下刈りを行った植栽木の樹高の成長経過を図-10に示す。いずれの試験区でも、植栽したヒノキは順調に成長を続けており、チップ散布が何らかの影響を及ぼしたとは考えられなかった。

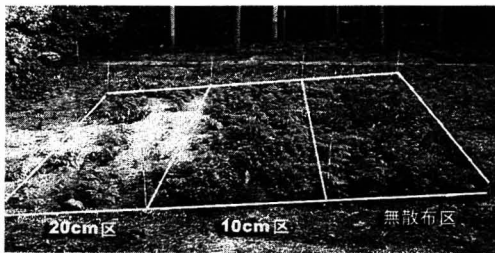


写真-5 植生制御効果1年目(2002)

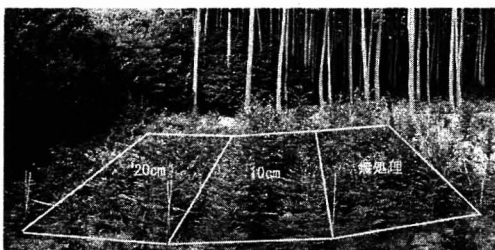


写真-6 植生制御効果4年目(2005)

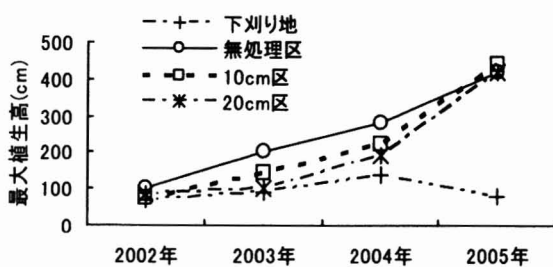


図-5 雑草木植生高の推移

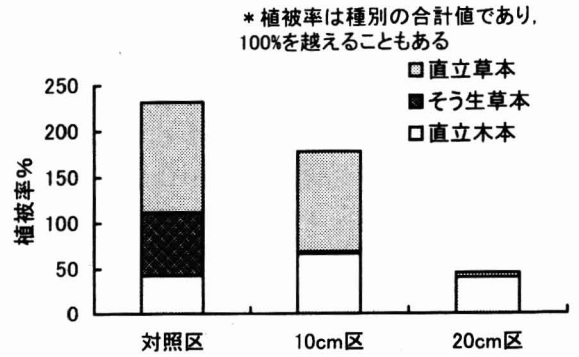


図-6 生育型別の植被率(2002)

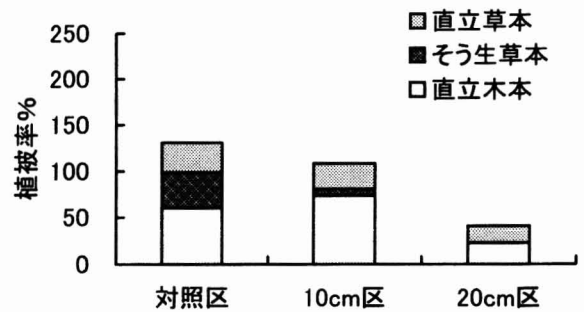


図-7 生育型別の植被率(2003)

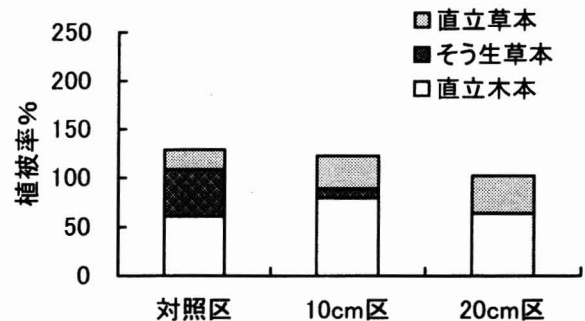


図-8 生育型別の植被率(2004)

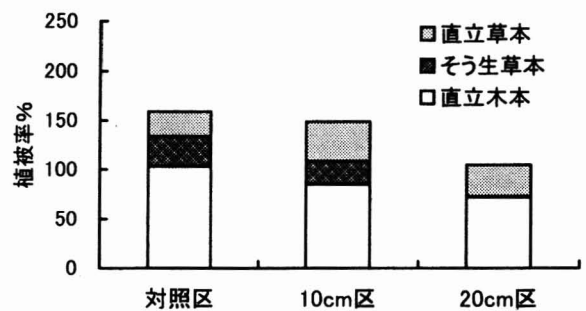


図-9 生育型別の植被率(2005)

3.3.2 チップ層の硬度・現存量・残存厚

2002年9月(散布3ヶ月後)の各試験区のチップ層及び土壌の硬度調査結果を図-11に示す。土壌硬度は試験区間で大きな差がみられなかったが、チップ層が厚いほど硬度が大きくなり、植生の伸長に対する抵抗も大きくなると思われた。

チップバッグ作成時の乾燥重量を100%とした重量減少の経過を図-12に示す。重量減少は3年間で38%を示し、冬期より夏期の減少率が大きかった。また、2004年、2006年に比べ、2005年の減少率が低かった。この間の気象状況は表-2のとおりで、2005年は夏期の気温は平年並みだったが、降水量が記録的に少ない年であった。

チップの残存厚は、4年目(2005)には平均で30~40%、最大で65%減少していた(表-6)。また、チップの残存厚が少ない場所ほど、植生の繁茂がみられた。

3.4 考察

木材チップの散布による植生抑制効果は、20cm厚では一定の効果があったものの、10cm厚ではほとんど効果がなかった。この結果は、ウッドチップマルチングの厚さが15cm以下では抑草効果が著しく低下するとの報告(豊岡, 林業科学技術振興所1999)と一致した。年数の経過に伴い、植生抑制効果は減少したが、その原因は、チップの分解が進み、チップ層の厚さも減少したことで植生の伸長に対する抵抗も減じたためと判断した。

チップバッグの重量減少は夏期に大きく、冬期に小さかった。また、夏期についてみると、多雨の年(2004, 2006年)は大きく重量を減らしたのに対し、少雨の年(2005年)は少なかったことから、温度と水分量がチップの分解速度に大きく影響していると考えた(図-12, 表-2)。

一方、発生植生を生育型で区分したところ、10cm厚でも、そう生草本に対しては一定の抑制効果が得られており、休耕田で樹木チップマルチングの効果を検証した事例(豊原ほか2003)の、数cmのマルチング厚でも十分な抑草効果が得られたという報告と類似する。切株からの雑木の萌芽や、多年生草本の侵入機会も多い山林等では、チップマルチング層が10cm以上で無ければ、一定の植生抑制効果が発揮できず、散布地の環境によって散布厚を使い分ける必要があることが確認できた。

表-5 生育型別植生出現種

生育型	種名
直立木本	ヤマウルシ, コナラ, ノリウツギ, タラノキ
そう生草本	ヒロハスゲ, カリヤス, ススキ
直立草本	ワラビ, サルマメ, ヨモギ, スギナ

地上部の生育型(沼田1978)に基づく分類

表-6 散布4年目のチップの残存厚(2005)

	(cm)		
	平均	最大	最小
20cm区	14.5	19.0	7.0
10cm区	6.0	8.5	3.5

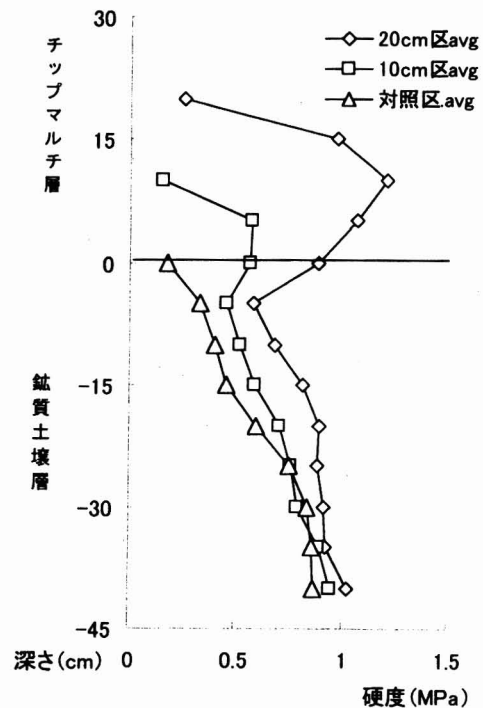


図-11 チップ層・土壌硬度調査結果(2002)

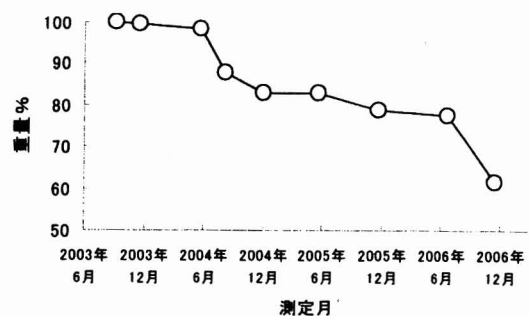


図-12 チップバッグの重量変化

4 まとめ

散布したチップの分解は、1年で4~20%進み、分解に大きく関与する要因は、温度と水分条件と言えた。

また、木材チップの散布による植生抑制に必要な散布厚は、侵入植生の種類によって異なり、10cmの散布厚でもそう生草本は抑制できたことから、農地のように侵入植生が限定される場所では数cm程度の散布厚でも効果が得られる可能性も確認できた。これらのことから、農地10cm、林地30cmに散布厚の上限を定めたガイドライン（長野県2005）は妥当と言えた。

チップの分解等で散布厚は低下し、植生抑制効果も低下する。20cm厚の散布でも、3、4年程度しか効果が続かないことから、こうした条件に留意して散布することが必要と言える。また、林地に均等にチップを散布するには相当の労力を要するため、今後は立地条件毎の工程調査を行い、経済性についての検討も行う必要がある。

林木や植生等周囲の環境に、チップ散布による悪影響は確認されなかった。しかし、アカマツチップの林内散布が森林に与える影響は小さいことが明らかになったが、多樹種チップについては不明であり、チップの原料樹種や散布量、散布場所の環境やならたけ病等に関する検討など、今後より多くの検証を行う必要があると思われる。

引用文献

- 1) (財) 林業科学技術振興所編 (1999) ウッドチップ新用途, (財) 林業科学技術振興所, 東京
- 2) 全国森林病虫獣害防除協会編 (1997) 松くい虫 (マツ材線虫病), 125-129, (財) 林業科学技術振興所, 東京
- 3) 高橋輝昌ほか (2001) 植物性発生材の敷きならしが苗木の生育に及ぼす影響, 日緑工誌 27 (1), 320-323
- 4) 太田祐子 (2006) ナラタケ属菌の分類・系統・生態およびならたけ病の防除, 樹木医学研究 10 (1), 3-10
- 5) 豊原憲子ほか (2003) 樹木チップマルチングによる休耕田の雑草抑制効果, 大阪食とみどり技セ研報 39, 41-42
- 6) 山内仁人ほか (2006) 第117回日本森林学会大会学術講演集 CD-ROM
- 7) 古川仁ほか (2003) 木材チップのマルチングによる植生制御効果, 中森研 51, 215-216
- 8) 山内仁人ほか (2006-2) 木材チップのマルチングによる植生制御効果 (II), 中森研 54, 79-80
- 9) 柴田直明ほか (2001) 間伐材の利用促進を図るための新たな使用基準の開発, 暗渠工のフィルタ材として使用しているスギ・ヒノキチップの劣化調査, 長野林総セ業務報告, 64-65
- 10) 沼田 真 (1978) 植物生態の観察と研究, 20, 東海大学出版会
- 11) 長野県生活環境部ほか (2005) 長野県における木くず等の利用・保管に係るガイドライン, <http://www.pref.nagano.jp/seikan/haikibutu/kikuzu/kikuzuguidetop.htm>