

速報

分解初期におけるスギ材の形状が分解にあたる影響^{*1}酒井佳美^{*2}

酒井佳美：分解初期におけるスギ材の形状が分解にあたる影響 九州森林研究 72：87－89，2019 枯死木は日本の森林において炭素蓄積量として土壌の10%，リターの2倍と大きな量を占めており，巨大な炭素貯留の場となっている。枯死木はその定義から大きさや器官，および組織構造が異なるものの集合体である。枯死木の分解過程を解明するには，枯死木の初期材の状態を考慮する必要がある。本研究では，枯死木の初期材の条件が分解の進行に与える影響を明らかにすることを目的に，スギ丸太材を材料にした四割材と疑似材，および，スギ10年生の枝と根を分解試料として用いたリターバック法による分解試験を行った。2017年1月に設置し，同年5月と12月の回収において，形状やサイズの違いによる重量減少の差が認められた。5月回収では，素材が同じでも形状が異なると重量減少率は変化した。また，大きさが等しい場合には器官が異なっても重量減少率に差はなかった。一方，同じ根でも直径1.0 cmを境に重量減少率は異なった。12月回収にはシロアリの影響が認められたが，重量減少率とは必ずしも一致せず，評価方法は今後の検討課題である。

キーワード：枯死木，分解，シロアリ，形状，サイズ

I. はじめに

枯死木は日本の森林生態系において，炭素蓄積量として土壌の10%，リターの2倍と大きな量を占めている（林野庁，2017）。また，枯死木の分解は非常に遅いため長期にわたる巨大な炭素貯留の場となっている。

枯死木には葉を除く非同化器官のうち，直径の大きいものがすべて含まれる。また，これらの木化した器官は，木材成分組成や構造が異なる樹皮（外皮，内皮），形成層，辺材，心材という組織の集合体でもある。つまり，分解の進行に伴う枯死木の炭素蓄積の変化量を推定するには，これらの初期のバリエーションが非常に大きいことを考慮する必要がある。これまでに，倒木や根の分解速度への直径影響はそれぞれ報告されている（Sakai *et al.*, 2012；酒井ら，2015）。しかし，枯死木の初期材の大きさに加え，形状や器官の違いを考慮した分解試験の報告例はない。

本研究では，枯死木の初期材の条件が分解の進行に与える影響を明らかにすることを目的にリターバック法による分解試験を行った。同じ素材で異なる形状，器官，大きさが分解の進行に影響するという仮説のもとに，スギ丸太材を材料にした四割材と疑似材，および，スギ10年生の枝と根を分解試料として用いた。分解試験開始1年の結果を報告する。

II. 調査地と方法

調査地は熊本市にある森林総合研究所九州支所構内の実験林である。調査地の平均気温は16.5℃，年降水量は1986 mmである（気象庁，2012）（図-1）。試験プロットは10年生スギ林に作成した。林冠は閉鎖しており，下層植生はほとんど無い（写真）。予備調査において本調査地でのヤマトシロアリの生息を確認している。

分解試験はリターバック法で行った。リターバックは2 mmメッシュの寒冷紗で作成した。分解試料の条件をできるだけ揃え



写真 調査地の様子

るために，市販のスギ丸太（直径6 cm）と，同じ場所に植栽された同一交配家系のスギ10年生の枝と根を材料に用いた。分解試料として，直径1.0–3.0 cm，長さ20–25 cmに揃えた枝と根，および丸太材を四分割にして木口面の1辺が3 cmの扇形，長さを20 cmとした四割材，同じ丸太材をウイレー式粉碎機で粉碎し，2 mmの篩を通過するサイズに揃えたもの10 gを不織布で包んだ「疑似材」を用いた（表-1）。さらに，根を直径0.2 cm以下，0.2–0.5 cmに分け，それぞれ10 gをリターバックに詰めたものと，直径0.5–1.0 cmと3.0–5.0 cm，それぞれ長さを20–25 cmとしたものを用いた（表-1）。これらを使用して，素材や器官，形状の違い，あるいは同じ器官でサイズが異なる場合の分解速度の比較を行った。なお，本試験は分解試料の小口面を無処理の状態で行った。

リターバックの設置は2017年1月に行った。地表の設置と，その下の土壌表層から5.0–10 cmの深さに埋設し，1セットとした。一度に回収するサンプルを斜面方向に対して平行な一直線上に，約50 cm間隔で5セット，6回収分（30セット）を設置した。回収は，まず一方の端から回収し，次いで反対の端から交互に回収するようにした。1回目の回収を2017年5月，2回目の回収を同年の12月に行った。5月の回収時には，プロットの

^{*1} Sakai, Y.: Effects of deadwood size, shapes and part of characteristics on early decomposition processes in Japanese Cedar.

^{*2} 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center, For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan

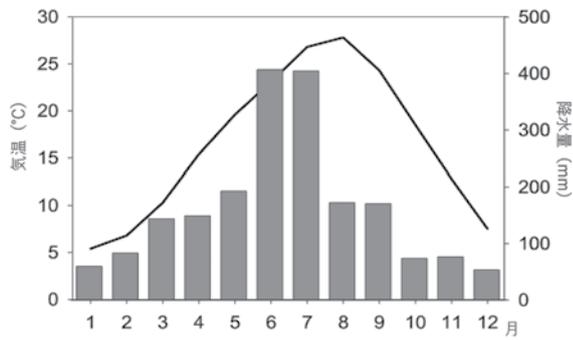


図-1 調査地の気温と降水量の月変化
メッシュ平年値 2010 参照 (気象庁, 2012)

一部が野生動物により破壊されたため、回収サンプル数が3、または4となったものがあった。

回収したリターバックは、実験室に持ち帰り、土壌やリター、および根などを取り除いた。この時、シロアリの有無やシロアリ等の昆虫による摂食痕を観察し、記録した。各試料は70℃のオープンで乾燥したのち、乾燥重量を記録した。粉碎した試料を使用して灰分を測定し、回収試料への土壌混入分として重量補正した。初期乾燥重量を1とした時の重量減少量を、重量減少率として算出した。

同じ回収時の設置位置内での試料間の重量減少率の平均値の比較には、一元配置分散分析と多重比較を使用した。統計計算には R ver. 3.5.1 (R Development Core Team, 2018) を使用した。有意差は危険率5%未満のものを有意とした。

Ⅲ. 結果と考察

5月回収時に、重量減少率が最も低かったのは、設置位置の地表、地下5-10cmのいずれにおいても、四割材であった。重量減少率が高かったのは、地表では枝、地下では直径<0.2cm、0.2-0.5cm、0.5-1.0cmの根であった(図-2)。5月の地表での素材や形状の異なる試料間の平均重量減少率を比較すると、四割材が疑似材と枝に比べて有意に低かった(表-2)。地下5-10cmでの疑似材、四割材と枝は地表と同じ傾向を示し、四割材の重量減少率が他に比べて有意に低かった(表-2)。また、根は疑似材と枝の間の値であった。根の直径クラス間での平均重量減少率を比較すると、直径1.0cmを境に、直径の小さいクラスが大きいクラスよりも有意に高かった(表-2)。

12月回収では、5月回収に比べて重量減少率のばらつきが大きくなった。重量減少率が最も低いのは、地表では5月回収と同じく四割材であった。地下5-10cmでは、枝の重量減少率の平均値が最も低かったが、枝は四割材と根との間に有意差は無かった(表-2)。重量減少率が高いのは、地表、地下5-10cm共に疑似材であった。12月回収の地表での素材や形状の異なる試料間の平均重量減少率を比較すると、5月回収と同じく四割材が他と比べて有意に低かった(表-2)。5月回収と比べて疑似材の重量減少率が高くなり、枝とは有意差は無かった(表-2)。地下5-10cmでは、疑似材の重量減少率が非常に高くなった(図-2(B1))。また、四割材と枝、根の平均重量減少率は有意差が無

表-1 分解試料の概要

試料名	材料	樹皮形成層	直径幅 (cm)	長さ (cm)	その他	設置位置	
						地表	地下 5-10cm
四割材	市販	なし	幅3.0	20	木口面扇型	○	○
疑似材	スギ				粉碎 2mm		
	丸太材		幅3.0	15-20	風乾重量 10g 不織布製袋入	○	○
枝	スギ	あり	直径1.0-3.0	20-25	同一交配家系	○	○
根	10年生		直径 < 0.2	-	遺伝形質同じ		
			0.2-0.5	-			
			0.5-1.0	20-25		×	○
			1.0-3.0	20-25			
			3.0-5.0	20-25			

かったが、四割材と根は重量減少率のばらつきが大きかった。根の直径クラス間では、直径の大きいクラスで重量減少率のばらつきが大きくなり、平均値で比較すると直径クラス間での有意差は認められなかった。

地表と地下5-10cmのどちらの回収試料にもシロアリ、蟻道あるいは食痕が認められた試料が存在した。地下5-10cmの12月回収の四割材と直径が1.0cmより大きい根には、重量減少率が高く、シロアリ等の昆虫の存在が認められた試料があった(図-2(B1))。しかし、地表と5月回収の地下5-10cmでは、シロアリ等の昆虫の存在が認められた場合も、重量減少率は低かった(図-2(A, B2))。疑似材にはシロアリは認められなかった。

本研究の結果から、枯死木の個体の初期条件の違いによって分解の進行が異なることが示された。分解初期に相当する5月回収の結果では、同じ設置位置において、試料材料の素材の違いや、同じ器官であっても大きさが異なることによる重量減少率の差が認められた(図-2, 表-2)。分解試料の設置は一年で気温が最も低く、降水量の少ない1月であった(図-1)。分解者活性が低く、降水に伴う物質の水移動の小さい時期である。5月回収試料は、分解活動が少ない短期間であっても、試料材料の素材や大きさの違いによる重量減少率の差が示されたといえる。

5月回収の疑似材、四割材と枝の重量減少は、異なる分解環境である地表と地下5-10cmにおいて傾向が等しかったことから、分解が進みにくいのは四割材、次いで疑似材、そして枝の順となるのは一般的な現象であると考えられた。枯死木の分解のごく初期には分解者として内生菌類が内樹皮や形成層に侵入し水溶性の糖類や養分を利用し、その後には木材腐朽菌類が侵入するとされている(Stokland *et al.*, 2012)。本研究での枝と根でも、分解者が木口から侵入し、上記のように内樹皮や形成層の養分を利用しながら分解が進んだと考えられる。一方、疑似材は四割材と同じ丸太材が材料であるが、粉碎し細片化したことにより重量減少率が丸太材よりも非常に大きくなった。木材の場合、硬い木質構造が分解者の侵入を妨げる。素材の細片化により分解者が細片間に侵入しやすくなったこと、および、木材の表面積が増大することにより、分解者の侵入機会が拡大したことが重量減少の促進に寄与したと考えられる。

5月回収の地下5-10cmでの、根の直径クラス間では、直径1.0cmを境に、重量減少率が異なっていた(図-2(B2))。この境界が1.0cmとなることの原因として、直径1.0cm付近で根

表-2 設置位置, 試料別の平均重量減少

設置位置	試料名	直径 (cm)	5月回収			12月回収		
			n	mean	sd	n	mean	sd
地表	疑似材		3	0.09 ^b	0.04	5	0.23 ^b	0.05
	四割材		5	0.01 ^a	0.02	5	0.06 ^a	0.01
	枝	1.0-3.0	5	0.15 ^c	0.01	5	0.21 ^b	0.03
地下 5-10cm	疑似材		3	0.11 ^b	0.01	5	0.64 ^b	0.04
	四割材		5	0.03 ^a	0.01	5	0.31 ^a	0.22
	枝	1.0-3.0	5	0.16 ^c	0.02	5	0.21 ^a	0.02
	根	1.0-3.0	5	0.14 ^{bc}	0.01	5	0.31 ^a	0.12
地下 5-10cm	根	<0.2	5	0.22 ^b	0.02	5	0.41 ^a	0.02
	根	0.2-0.5	4	0.22 ^b	0.02	5	0.38 ^a	0.06
	根	0.5-1.0	5	0.23 ^b	0.03	5	0.47 ^a	0.07
	根	1.0-3.0	5	0.14 ^a	0.01	5	0.31 ^a	0.12
	根	3.0-5.0	4	0.16 ^a	0.01	5	0.40 ^a	0.17

同じアルファベットは平均値の有意差が無いことを示す ($p < 0.05$)

の構造あるいは木材成分での違いが生じることが予想されるが現在のところ不明であり、今後、窒素等の成分濃度分析を進める予定である。

12月回収では地下5-10cmの四割材や根の直径1.0cmより大きい直径クラスでの標準偏差の上昇が特徴的であった(表-2)。標準偏差が大きくなったのは分解者としてシロアリの影響が考えられる。しかし、シロアリの存在や食痕は全てのサンプルで認められたわけではなく、かつ、その影響と考えられる重量減少率にも個体間差があり(図-2)、評価方法が難しいと考えられた。日本では有機物分解へのシロアリの影響はほとんど考慮されていないが、シロアリが生息している場所ではシロアリの影響評価方法を検討していく必要がある。また、12月回収には地下5-10cmでの疑似材の重量減少率の大幅な上昇も特徴的であった。疑似材にはシロアリの影響は認められず、重量減少を促進させた要因は不明である。

IV. おわりに

枯死木の分解における分解試料の初期の形状やサイズの影響を比較するために、スギの丸太材(四割材, 疑似材)と、枝, 根を用いたリターバック法による分解試験を行った。2017年1月に設置し、同年5月と12月の回収において、形状やサイズの違いによる重量減少の差が認められた。5月回収の結果は分解初期の分解試料への分解者の侵入のしやすさを反映した結果と考えられた。素材が同じでも形状が異なると重量減少率は変化し、異なる器官でも大きさが等しい場合には重量減少率に差はなかった。本試験地にはヤマトシロアリが生息し、分解試料への侵入が認められるものもあった。しかし、シロアリの影響と重量減少率が一致しない場合もあり、シロアリの影響評価は今後の検討課題である。

V. 謝辞

本研究での分解試料の作成、および回収後の試料調整は、非常勤職員の阪本由美子氏と作森あかね氏に協力いただいた。ここに深謝する。

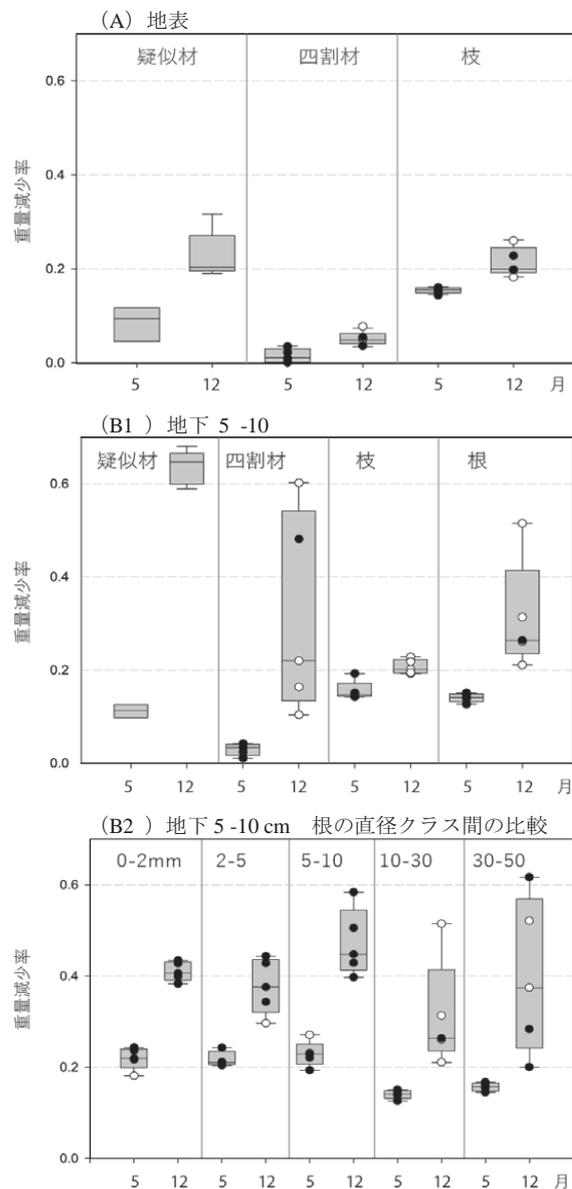


図-2 設置位置と分解試料別の重量減少率

○: シロアリ, あるいは食痕等が認められた
●: 影響なし

引用文献

- 気象庁 (2012) メッシュ平年値 2010, 統計期間 1981~2010, 東京
- R Development Core Team (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- URL: <https://www.r-project.org/> (2017年11月6日利用)
- 林野庁 (2017) 森林吸収源インベントリ情報整備事業土壌等調査 (指導取りまとめ業務) 実施報告書, 25 pp.
- Sakai, Y. *et al.* (2012) Soil Science and Plant Nutrition 58 : 526-537
- 酒井佳美ら (2015) 日本森林学会大会発表データベース, 126:113.
- Stokland, J. *et al.* (2012) Biodiversity in Dead Wood, 509 pp, Cambridge University Press, Cambridge.
- (2018年11月10日受付; 2018年12月6日受理)