

放棄モウソウチク林における枯死木質有機物の炭素・窒素蓄積量

下野, 皓平
九州大学大学院生物環境資源科学府環境農学専攻森林環境科学教育コース

片山, 歩美
九州大学大学院農学研究院環境農学部門森林環境科学講座

阿部, 隼人
九州大学大学院生物環境資源科学府環境農学専攻森林環境科学教育コース

榎木, 勉
九州大学大学院農学研究院環境農学部門森林環境科学講座

<https://doi.org/10.15017/4377826>

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 102, pp.9-14, 2021-03-22. The Kyushu University Forests
バージョン：
権利関係：

放棄モウソウチク林における枯死木質有機物の炭素・窒素蓄積量

下野皓平¹, 片山歩美^{*2}, 阿部隼人¹, 榎木 勉²

放棄竹林の炭素および窒素蓄積量は、近隣の広葉樹林やスギ林に匹敵するほど大きいことが報告されているが、これまで枯死稈等の枯死木質有機物の蓄積は考慮されてこなかった。本研究は、タケ由来の枯死木質有機物（立ち枯れ稈、倒伏稈）、土壌有機物（A₀層、鉍質土壌）および地下部を含むタケバイオマスの炭素・窒素蓄積量を定量することで、枯死木質有機物の炭素・窒素蓄積機能への寄与を明らかにすることを目的として行われた。調査は九州大学福岡演習林の放棄モウソウチク林で行われた。枯死稈は斜面上部から下部に移動する可能性を考慮して、調査プロットは斜面上部、中部、下部に設置した。立ち枯れ稈、倒伏稈、A₀層、鉍質土壌の炭素蓄積量はそれぞれ、11.2, 13.8, 2.7, 17.1 Mg C ha⁻¹であった。立ち枯れ稈と倒伏稈を合わせた枯死木質有機物の炭素量は、モウソウチク地上部バイオマスに蓄積される炭素量の30.9%であった。立ち枯れ稈密度は生きた稈密度の18%であった。立ち枯れ稈、倒伏稈、A₀層、鉍質土壌の窒素蓄積量はそれぞれ、49.1, 136.4, 85.8, 1468.2 kg N ha⁻¹であり、枯死木質有機物に蓄積される窒素は、地上部バイオマスに蓄積される窒素の56%であった。以上の結果から、立ち枯れ稈および倒伏稈に蓄積される炭素・窒素量は非常に多く、炭素・窒素循環を考えるうえでは無視できない量であることが明らかとなった。

キーワード：CWD, 粗大木質リター, 立ち枯れ稈, ネクロマス, モウソウチク

Although it is reported that comparable carbon and nitrogen is stored in abandoned bamboo forests with neighboring broadleaved forest and Japanese cedar forests, coarse woody debris has not been considered in the estimate in bamboo forests. This study was aimed to understand contribution of woody debris on carbon and nitrogen storage in an abandoned Moso bamboo forest. For this aim, we examined carbon and nitrogen storage in woody debris (standing and downed culms), soil organic matter (litter layer and mineral soil) and aboveground and belowground biomass of bamboo. This study was conducted in Kasuya research forest of Kyushu University. Three study plots were established along a slope to consider spatial variation in woody debris. Carbon storage in standing and downed culms, litter layer and mineral soil were 11.2, 13.8, 2.7 and 17.1 Mg C ha⁻¹, respectively. Woody debris accounted for 30.9 % of aboveground biomass of bamboo. Culm density of standing dead culms was 18 % of living culm density. Nitrogen storage in standing and downed culms, litter layer and mineral soil were 49.1, 136.4, 85.8 and 1468.2 kg N ha⁻¹, respectively. Woody debris accounted for 56 % of aboveground biomass of bamboo. These results suggest that woody debris can affect carbon and nitrogen storage considerably, and therefore it is very important to evaluate the storage in the dead culms in an abandoned Moso bamboo forest.

Key words: CWD, coarse litter, dead organic matter, Moso bamboo, necromass

1. はじめに

森林生態系において、枯死樹木や枯死脱落した幹枝は、枯死木質有機物として生態系内に存在する。枯死木質有機物内に蓄積される炭素は、地上部に蓄積される炭素量の約2～62%を占めると言われており (Schepaschenko et al. 2017)。巨大な炭素、窒素プールとして森林生態系における物質循環に大きな影響を与えている。近年、その重要性から様々な森林生態系において枯死木質有機物量が推定されてきた (Bond-Lamberty & Thomson 2010; Schepaschenko et al. 2017)。枯死有機物の量は枯死イベントの頻度と枯死量と分解速度のバランスによって決定され、かく乱の頻度や強度、森林タイプによって大きく異なることが報告さ

れている (Pedlar et al. 2002; Jomura et al. 2007; Kissing & Powers 2010; Palace et al. 2012; Schepaschenko et al. 2017)。したがって、同じ気候帯においてもばらつきが大きいため、それぞれの森林において調査を行う必要がある。

西日本を代表する森林タイプのひとつに竹林がある。竹林は全国の森林面積の約0.6% (林野庁 2018) と小さいが、西日本で多く、福岡県では森林面積の6%を竹林が占めていると言われている (福岡県林業統計要覧 2012)。竹林は近隣の農地などに拡大することが報告されており (篠原ら 2014)、実際に福岡県や宮崎県では、2007年から2012年にかけて竹林面積の拡大が報告されている (林野庁 2018)。さらに今後、気候温暖化に伴いモウソウチクの生育地がより北方に伸びることが予測されている (Takano et al. 2017)。

Shimono K., Katayama A., Abe H., Enoki T.: Carbon and nitrogen storage of dead woody debris in an abandoned Moso bamboo forest

* 責任著者 (Corresponding author) Email. ayumi.katayama0920@gmail.com 〒 883-0402 宮崎県東臼杵郡椎葉村大河内 949

1 九州大学大学院生物環境資源科学府環境農学専攻森林環境科学教育コース

Educational course of Forest Environmental Science, Department of Agro-environmental Sciences, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, Japan

2 九州大学大学院農学研究院環境農学部門 森林環境科学講座

Division of Forest Environmental Science, Department of Agro-environmental Sciences, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Japan

竹林に蓄積される炭素・窒素量は近隣の広葉樹林やスギ林に匹敵することが報告されている (Fukushima et al. 2015; Lin et al. 2017) ため、竹林の拡大は炭素・窒素循環を変化させる可能性がある。したがって、竹林の炭素、窒素循環の特徴を明らかにすることが急務である。

近年、管理がなされない放棄竹林が増えており、タケノコ生産のために最適とされる竹林の稈密度 (3000 本 ha⁻¹) に比較すると、8000 本 ha⁻¹ を超えるような非常に高い稈密度をもつ竹林が増えつつある (阿部・柴田 2009; Ikegami et al. 2015)。この様な放棄竹林では生きたモウソウチクのバイオマスが大きく、例えば中国では竹林が放棄されると炭素蓄積が 2.5 倍となることが報告されている (Yin et al. 2019)。しかしながら、これまでの研究においては枯死木質有機物の炭素、窒素蓄積は考慮されてこなかった。管理竹林では密度を管理するために伐採を行い、伐採稈は林外に搬出するのに比較して、放棄竹林では高い稈密度のため、自然枯死稈が多く、そのまま林地に蓄積され続けるため、枯死木質有機物の炭素・窒素蓄積に果たす役割が非常に大きい可能性がある。また、放棄竹林は斜面地に生育することが多く、倒れた枯死稈が斜面下部に移動し、蓄積していることが考えられる。したがって本研究では放棄竹林において、生きた稈を含む生態系全体における枯死木質有機物の炭素・窒素蓄積における寄与を明らかにすることを目的とした。そのために、枯死木質有機物 (立ち枯れ稈および倒伏稈)、土壌有機物 (リター層および鉱質土壌)、および地下部を含むモウソウチクのバイオマスに蓄積される炭素・窒素量を、異なる斜面位置において定量し、地上部バイオマスの蓄積量と比較した。

2. 方法

2.1 調査地

調査は、福岡県糟屋郡篠栗町の九州大学農学部附属演習林福岡演習林 (以下、福岡演習林) 1 林班内のモウソウチク (*Phyllostachys pubescens*) 林で行った (33° 37'N, 130° 32'E)。調査地から約 3.5 km 離れた福岡演習林構内の気象ステーションにおける 2002 年から 2012 年にかけての年平均気温と年平均降水量はそれぞれ 15.9°C, 1833 mm である (DEIMS 2020)。母材および土壌はそれぞれ三郡変成岩、褐色森林土で構成される (Shinohara et al. 2019)。

モウソウチク林 (以下、竹林) は標高 180-280 m の急峻な北西向き斜面上に生育している。調査対象となる竹林は 1974 年に撮影された航空写真ですでにその存在が確認されており、灌漑や施肥、間伐、タケノコの採取などの管理が行われた記録や形跡は無いため、少なくとも林齢が 40 年に達した管理放棄竹林であると考えられる。竹林内のタケノコは全てモウソウチクで構成されており、林内にはクスノキ (*Cinnamomum camphora*) の大径木が数本点在するものの、下層植生はほとんど存在しない。竹林の斜面上部には広葉樹と針葉樹で構成される雑木林が隣接する。モウソウチク林の斜面上部、中部、下部に 20m 四方のプロットをひとつずつ設置した。標高差および斜面長は、上部-中部間が約

25 m および 50 m、中部-下部間は 45 m および 65 m であった。

2.2 測定項目

モウソウチクは枯死すると、様々な状態で林内に存在する。本研究では、土壌を含む全ての枯死有機物を、立ち枯れ稈、倒伏稈、A₀ 層、鉱質土壌に分けて測定を行った。立ち枯れ稈は、生きた稈と同じように立った状態であるが、葉がついておらず、稈は茶色に変色しており、枯死したと判断されるものである。倒伏稈は、地表面に倒伏している、あるいは倒伏したが他の稈に引っかかった状態で空中に浮いている状態の枯死木質有機物である。立ち枯れ稈と倒伏稈の和を枯死木質有機物と定義した。

2019 年の 11 月から 12 月にかけて倒伏稈のサンプリングを行った。各プロットにおいて、斜面に向かって右上の角から上方に 2 m 間隔で、1 m² の調査枠を 3 つ設置した。調査枠内の地上 1 m 以内に存在するすべての倒伏稈の生重量を現地で測定した。調査枠外に倒伏稈が出ている場合には、調査枠内に入る倒伏稈の部分のみをチェーンソーなどによって切り出した。倒伏稈の含水率を調べるため、各プロット 6-15 点の倒伏稈の一部は生重量を測定したうえで実験室に持ち帰り、70°C, 72 時間の条件で乾燥させ乾燥重量を測定した。各サンプルの生重量と乾燥重量から、各プロットの倒伏稈の平均含水率を計算し、これを用いて各プロットの単位面積当たりの倒伏稈の乾重量を求めた。

立ち枯れ稈の乾重量を測定するため、2019 年 11 月に各プロットにおいて枯死した稈の胸高直径 (DBH, cm) を測定した。枯死稈の乾重量 (W_{dead} , kg) は、DBH からアロメトリー式 (阿部・柴田 2009) を用いて推定した。

$$W_{dead} = 0.1305 \times DBH^{2.052}$$

なお、このアロメトリー式は本研究と稈密度の近い放棄モウソウチク林で作成された生きた稈の乾重量を推定する相対成長式である。

A₀ 層中の有機物を評価するため、2019 年 12 月に各プロット 4 地点で 20 cm × 20 cm の調査枠内に含まれる枯死稈や倒伏稈、倒木や大枝以外の全ての有機物を回収した。有機物は分解の程度によって、新鮮な状態の L 層と、分解の進んだ F・H 層に分類した。それぞれ実験室に持ちかえり 70°C, 48 時間の条件で乾燥後、乾燥重量を測定し、各プロットの単位面積当たりの乾重量を求めた。

鉱質土層 (表層 0 - 10 cm 深) は 2019 年 12 月に高さ 5 cm, 容積 100 cm³ の採土円筒を用いて、各プロット 4 地点の鉱質土壌を回収した。回収した土壌は 1 週間風乾させた後、2 mm の篩で細土 (粒径 2mm 以下) とそれ以外 (粒径 2mm 以上の礫、根など) に分けた。細土を 70°C, 48 時間の条件で乾燥させたあと乾燥重量を測定し、深さ 0-10 cm 細土の容積重 (仮比重, g cm⁻³) を計算した。

竹林植生本体に蓄積されている炭素および窒素量を推定するために、2019 年 11 月、各プロットにおいて、プロット内のすべてのモウソウチクの胸高直径 (DBH, cm) を測定した。稈、枝、葉の乾重量はアロメトリー式 (阿部・柴

田 2009) により推定した。タケの地下部は粗根 (直径 > 2mm), 細根 (直径 < 2mm), および地下茎に区別し, サンプルングを行った。2017年3月に各プロット4地点において, 土壤中 (直径 5 cm, 深さ 30 cm) のタケの粗根および細根を掘り出した。また, 2017年8月に各プロット3地点において土壤中 (縦 30 cm, 横 30 cm, 深さ 40 cm) の地下茎を掘り出した。掘り出した地下部の各器官は水道水で土を洗い流した後, 乾燥 (70°C, 72時間) し, 掘り出した面積当たりの各器官の乾重量を測定した。

2.3 化学分析

倒伏程の炭素および窒素濃度分析のため, 各プロットにおいて採取したサンプルをひとつにまとめて化学分析を行った。分解の程度によって枯死程 (分解小), 枯死程 (分解中), 枯死程 (分解大) をそれぞれ3サンプルずつ分析し, 得られた炭素・窒素濃度の平均値を竹林の倒伏程の炭素・窒素濃度とした。A₀層の有機物は各プロットの調査枠毎に, 竹林ではL層とF・H層を合わせて, 分析試料とした。鉍質土層は各プロットで回収したサンプルごとに, 0-5 cm と 5-10 cm の細土を混ぜて分析試料とした。炭素・窒素濃度の分析にはCNコーダー (MT-700, Yanaco, 京都) を用いた。立ち枯れ程の炭素および窒素濃度は分解が進んでいないと仮定し, 生きた程と同じ濃度を使用した。

竹林の倒伏程とA₀層中の炭素・窒素蓄積量は有機物量 (乾物量) とそれぞれの炭素・窒素濃度から計算した。鉍質土層の炭素・窒素蓄積量 (Mg ha⁻¹) は仮比重 (g cm⁻³), 土層厚 (10 cm) とそれぞれ炭素・窒素濃度 (%) から以下の式によって求めた。

$$\text{炭素蓄積量} = \text{仮比重} \times \text{土層厚} \times \text{炭素濃度} \times 10^2$$

$$\text{窒素蓄積量} = \text{仮比重} \times \text{土層厚} \times \text{窒素濃度} \times 10^2$$

タケの葉の炭素, 窒素濃度測定のために, 陽樹冠の葉を各プロットにおいて程3本から採取し分析試料とした。タケの細根, 粗根, 地下茎は, 現存量推定のために採集したものを分析試料とした。各植物器官の分析試料は乾燥後 (70°C, 72時間), 粒径 2mm以下まで細かく粉碎し, 炭素および窒素濃度を分析した。タケの程, 枝の炭素および窒素濃度については濃度計測を行わなかったため, 文献値 (Fukushima et al. 2015) を用いた。

3. 結果

倒伏程の稈物量は平均で 29.5 Mg ha⁻¹ で, 斜面中部で最も高かった (表1)。A₀層の乾物量は平均で 8.26 Mg ha⁻¹ で, 倒伏程と同様に斜面中部で最も高かった。鉍質土層の仮比重は深さのばらつきは小さかったが, 斜面上部で低い傾向を示した。立ち枯れ程の本数密度および乾物量の平均値は, 1367 本 ha⁻¹ および 23.4 Mg ha⁻¹ であった (表2)。いずれも斜面下部で最も高かった。

倒伏程と土層の炭素・窒素濃度を表3に示した。倒伏程の炭素, 窒素濃度は分解レベルによって異なり, 炭素濃度は分解が進むほど低くなり, 窒素濃度は高くなった。A₀層および鉍質土層中の炭素, 窒素濃度は, 斜面下部の方が低くなる傾向を示した。

立ち枯れ程, 倒伏程, A₀層, 鉍質土層の炭素蓄積量はそれぞれ, 11.2, 13.8, 2.7, 17.1 Mg C ha⁻¹ であった (表4)。斜面位置の比較では, 立ち枯れ程と鉍質土層は斜面下部, 倒伏程は斜面中部, A₀層は斜面上部で最も高く, 統一的な傾向は見られなかった。枯死有機物中に蓄積される炭素のうち, 最も割合が大きいのが鉍質土層 (38.1%) で, 倒伏程 (30.8%), 立ち枯れ程 (25.1%) と続いた。立ち枯れ程, 倒伏程, A₀層, 鉍質土層の合計である枯死有機物炭素蓄積

表1 異なる斜面位置における倒伏程およびA₀層の乾物量 (Mg ha⁻¹), 鉍質土層の仮比重 (g cm⁻³)

プロット	乾重量 (Mg ha ⁻¹)				仮比重 (g cm ⁻³)		
	倒伏程	A ₀ 層		総量	鉍質土層		
		L	H+F		0-5 cm	5-10 cm	0-10 cm
上部	19.8	0.41	7.96	8.37	0.39	0.35	0.37
中部	39.2	0.73	8.29	9.01	0.45	0.39	0.42
下部	29.4	0.42	6.97	7.39	0.45	0.47	0.46
平均	29.5	0.52	7.74	8.26	0.43	0.40	0.42

表2 立ち枯れ程の本数密度, 平均直径, 乾物量

斜面位置	立枯程密度 (ha ⁻¹)	平均直径 (cm)	乾物量 (Mg ha ⁻¹)
上部	1200	9.5 ± 3.8	18.3
中部	1400	10.6 ± 2.7	24.7
下部	1500	11.3 ± 1.8	27.2
平均	1367	10.3	23.4

表3 倒伏程, A₀層, および鉍質土壌の炭素・窒素濃度 (%)

	斜面位置	倒伏程			A ₀ 層	鉍質土層
		分解小	分解中	分解大		
炭素	上部	—	—		33.7	4.37
	中部	—	—		32.6	4.17
	下部	—	—		32.0	3.82
	平均	47.5	47.2	45.4	32.8	4.12
窒素	上部	—	—		1.13	0.39
	中部	—	—		1.06	0.36
	下部	—	—		0.94	0.31
	平均	0.34	0.40	0.65	1.04	0.52

表4 枯死有機物における炭素および窒素蓄積量

斜面位置	炭素蓄積量 (Mg C ha ⁻¹)					窒素蓄積量 (kg N ha ⁻¹)				
	立枯程	倒伏程	A ₀ 層	鉍質土層	合計	立枯程	倒伏程	A ₀ 層	鉍質土層	合計
上部	8.8	9.3	2.9	16.2	37.2	38.5	91.8	96.3	1440.3	1628.4
中部	11.8	18.3	2.8	17.3	50.2	51.8	181.3	92	1506.4	1779.8
下部	13.1	13.7	2.4	17.7	46.9	57.1	136.1	69.2	1457.8	1663.1
平均	11.2	13.8	2.7	17.1	44.8	49.1	136.4	85.8	1468.2	1690.4

表5 モウソウチクバイオマスの炭素および窒素蓄積量

プロット	稈密度	DBH	炭素蓄積量 (Mg C ha ⁻¹)			窒素蓄積量 (kg N ha ⁻¹)		
			地上部	地下部	合計	地上部	地下部	合計
上部	6400	7.1	28.3	25.4	53.7	179.7	381.2	560.8
中部	7100	9.4	52.0	14.5	66.5	329.1	203.4	532.5
下部	8900	10.5	79.2	20.8	100.0	485.0	269.1	754.2
平均	7467	9.0	53.2	20.2	73.4	331.3	284.6	615.8

量は 44.8 Mg C ha⁻¹, 立ち枯れ程と倒伏程の和である枯死木質有機物の炭素蓄積量は 25.0 Mg C ha⁻¹であった。枯死木質有機物の炭素量は, 枯死有機物炭素蓄積量の 55.8% を占めた。

モウソウチクバイオマスに蓄積される炭素は, 地上部が 53.2 Mg C ha⁻¹, 地下部が 20.2 Mg C ha⁻¹, 合計 73.4 Mg C ha⁻¹ で, 斜面下部が最も高かった (表 5)。枯死木質有機物の炭素蓄積量は, 地上部バイオマスに蓄積される炭素のおよそ半分 (47%) であり, 地上部全体の炭素蓄積量 (80.9 Mg C ha⁻¹) の 30.9% を, 土壌を含めた生態系全体の炭素蓄積量 (118.2 Mg C ha⁻¹) の 21.2% を占めた。立ち枯れ稈密度は生きた稈密度の 18% であり, 立ち枯れ稈に蓄積される炭素は, 地上部バイオマスに蓄積される炭素の 21% であった。

立ち枯れ程, 倒伏程, A₀層, 鉍質土壌の窒素蓄積量はそれぞれ, 49.1, 136.4, 85.8, 1468.2 kg N ha⁻¹ だった (表 4)。斜面位置の違いは炭素蓄積と同じような傾向を示したが, A₀層の窒素蓄積は斜面下部で極端に小さかった。立ち枯れ程, 倒伏程, A₀層, 鉍質土壌の合計である枯死有機物窒素蓄積量は 1690.4 kg N ha⁻¹, 立ち枯れ程と倒伏程の和である

枯死木質有機物に蓄積される窒素は 185.5 kg N ha⁻¹ であった。炭素とは異なり窒素に関しては, 枯死有機物中のほとんどが鉍質土壌 (86.9%) に蓄積されていた (図 1)。

モウソウチクバイオマスに蓄積される窒素は, 地上部が 331.3 kg N ha⁻¹, 地下部が 284.6 kg N ha⁻¹, 合計 615.8 kg N ha⁻¹ で, 斜面下部が最も高かった (表 5)。枯死木質有機物に蓄積される窒素は, 地上部バイオマスに蓄積される窒素の 56% であり, 地上部全体の窒素蓄積量 (555.9 kg N ha⁻¹) の 33.4% を, 土壌を含めた生態系全体の窒素蓄積量 (2306.2 kg N ha⁻¹) の 8.0% を占めた。また, 土壌を含む枯死有機物中には, モウソウチクバイオマス全体に蓄積される窒素の 2.7 倍の窒素が蓄積されていた。立ち枯れ稈に蓄積される窒素は, 地上部バイオマスに蓄積される窒素の 14.8% を占めた。

4. 考察

本研究試験地の竹林において, 枯死木質有機物に蓄積される炭素量 (25.0 Mg C ha⁻¹) は生きた地上部バイオマスの 47% にもなった。ユーラシア大陸各地の森林においては,

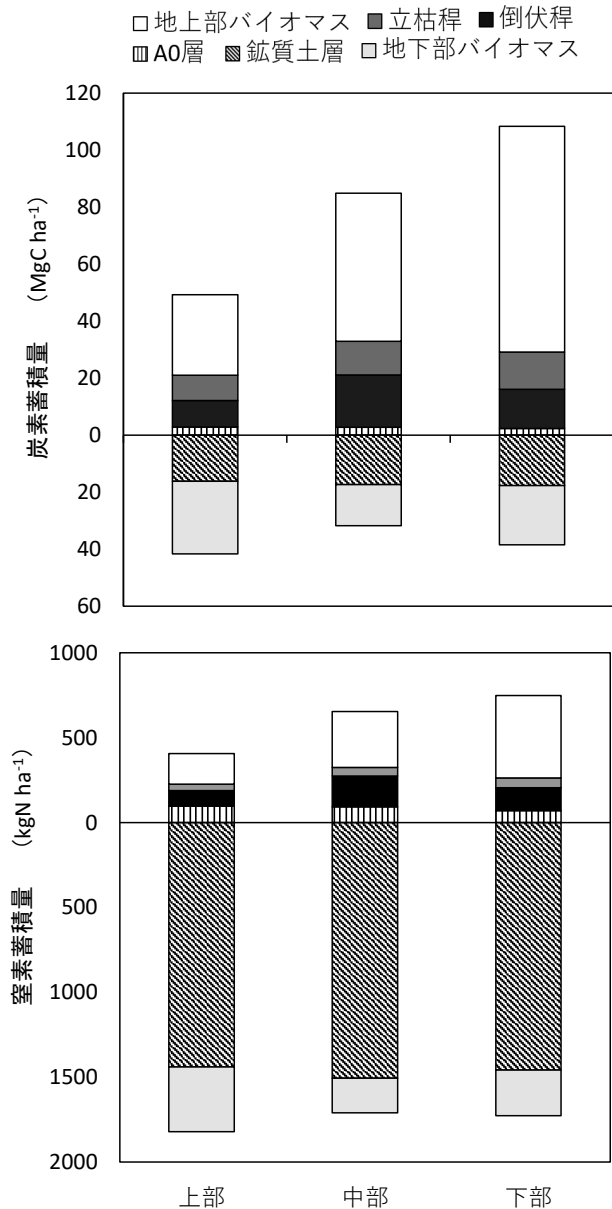


図1 枯死有機物およびモウソウチクバイオマスに蓄積される炭素量 (上) および窒素量 (下)

枯死木など粗大な木質有機物が $0.3 \sim 55.8 \text{ Mg C ha}^{-1}$ 、生きた地上部バイオマスとの比で $0 \sim 57\%$ 程度存在し、平均では 11.1% であることが報告されている (Schepaschenko et al. 2017)。また、土壌を含む森林生態系全体で最も炭素蓄積が大きかったのは地上部バイオマスであったが、次に大きかったのは枯死木質有機物であった。これらの結果から、放棄竹林における枯死木質有機物の炭素蓄積量への寄与は、これまで報告のあった森林生態系と比較しても非常に大きいことが明らかとなった。

枯死木質有機物に蓄積される窒素量 ($185.5 \text{ kg N ha}^{-1}$) は生きた地上部バイオマスの 56% にもなった。炭素の様に様々な森林における粗大木質有機物に蓄積される窒素量な

どは報告されていない。森林に侵入したモウソウチク林における報告では、地上部・地下部を含めた生きたバイオマスに蓄積されている窒素 ($756.0 \text{ kg N ha}^{-1}$, Song et al. 2017) は本研究よりも 1.2 倍高かったが、森林生態系における窒素蓄積を見積もる際には枯死木質有機物を考慮しなければ深刻な過小評価を引き起こすことを示唆している。一方で、土壌を含む森林生態系全体では、鉍質土壌の窒素蓄積量が非常に大きく、バイオマスや枯死有機物の占める割合は小さかった。これは窒素が不動化によって土壌微生物に固定されることに由来する可能性が考えられた (Fukushima et al. 2015)。

本研究では斜面の上部、中部、下部で測定を行ったが、枯死有機物における炭素・窒素蓄積量には一定の傾向は見られなかった (表4)。一方で、バイオマスや炭素蓄積量は、斜面下部ほど大きかった (表5)。これは利用できる地下資源により、稈密度や胸高直径が下部ほど大きいことに起因していると考えられる (下野ら, 未発表)。また、立ち枯れ稈の密度や胸高直径、乾物量も斜面下部ほど大きかった (表2)。これらの結果より、木質枯死有機物の供給量は斜面下部で大きいですが、蓄積量に関しては、供給量や斜面位置とは関係ないことが考えられる。この理由として、モウソウチクの稈は枯死するとしばらく立った状態が維持され、その間に枝葉を落とし、倒伏するときには円柱状の稈のみであるため、斜面上部から下部への移動がしやすいことが考えられる。また、移動した稈は斜面の凹凸や障害物によって堰き止められると考えられる。したがって、斜面の形状などにより倒伏稈の空間的ばらつきが発生する可能性が考えられた。

謝辞

本研究は福岡演習林における「タケ資源モニタリング」の調査によって行われたデータを利用した。本モニタリングは、多くの技術スタッフによって行われた。よってここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- 阿部佑平・柴田昌三 (2009) 天王山における放置モウソウチク林の林分構造と整理伐後3年間の動態. 日本緑化工学会誌 35: 57-62
- Bond-Lamberty B, Thomson AM (2010) A global database of soil respiration measurements. *Biogeosciences* 7:1321-1344
- DEIMS:Kasuya Research Forest – Japan
<https://deims.org/3a9bbd87-171b-4250-954e-7dc8916d95c1>
 2020年9月28日参照
- 福岡県林業統計要覧:平成23年度(2012)
<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/gyosei-shiryo/h23forestry-statistics.html> 2020年9月25日参照
- Fukushima K, Usui N, Ogawa R, Tokuchi N (2015) Impacts of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) invasion on dry matter and carbon and nitrogen stocks in a broad-leaved

- secondary forest located in Kyoto, western Japan. *Plant Species Biol.* 30:81-95
- Ikegami N, Satake T, Nagayama Y, Inubushi K (2015) Biogeochemical Si cycling in bamboo forests with evergreen broad-leaved forest and coniferous forest in a temperate climate. *Jpn J For Environ* 57:7-17
- Jomura M, Kominami Y, Tamai K, Miyama T, Goto Y, Dannoura M, Kanazawa Y (2007) The carbon budget of coarse woody debris in a temperate broad-leaved secondary forest in Japan. *Tellus B Chem Phys Meteorol* 59:211-222
- Kissing LB, Powers JS (2010) Coarse woody debris stocks as a function of forest type and stand age in Costa Rican tropical dry forest: long-lasting legacies of previous land use. *J Trop Ecol* 26:467-471
- Lin MY, Hsieh IF, Lin PH, Laplace S, Ohashi M, Chen TH, Kume T (2017) Moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) forests as a significant carbon sink? A case study based on 4-year measurements in central Taiwan. *Ecol Res* 32:845-857
- Palace M, Keller M, Hurtt G, Frohking S (2012) A review of above ground necromass in tropical forests. In: *Tropical forests*. InTech, Rijeka. 215-252
- Pedlar J. H, Pearce J. L, Venier L. A, McKenney D. W (2002) Coarse woody debris in relation to disturbance and forest type in boreal Canada. *For. Ecol. Manag* 158:189-194
- 林野庁 (2018) 「竹の利活用推進に向けて」報告書
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/take-riyuu/attach/pdf/index-3.pdf> 2020年9月27日参照
- Schepaschenko D, Shvidenko A, Usoltsev A, Lakyda P, Luo Y, Vasylyshyn R, Lakyda I, Myklush Y, See L, McCallum I, Fritz S, Kraxner F, Obersteiner M (2017) Biomass plot data base. PANGAEA DOI 10.1594/PANGAEA.871465.
- 篠原慶規, 久米朋宣, 市橋隆自, 小松光, 大槻恭一 (2014) モウソウチク林の拡大が林地の公益的機能に与える影響. *日本森林学会誌* 96: 351-361
- Shinohara Y, Misumi Y, Kubota T, Nanko K (2019) Characteristics of soil erosion in a moso-bamboo forest of western Japan: Comparison with a broadleaved forest and a coniferous forest. *Catena* 172:451-460
- Song QN, Lu H, Liu J, Yang J, Yang GY, Yang QP (2017) Assessing the impacts of bamboo expansion on NPP and N cycling in evergreen broadleaved forest in subtropical China. *Sci Rep* 7:1-10
- Takano K, Hibino K, Numata A, Oguro M, Aiba M, Shinogama H, Takayabu I, Nakashizuka T (2017) Detecting latitudinal and altitudinal expansion of invasive bamboo *Phyllostachys edulis* and *Phyllostachys bambusoides* (Poaceae) in Japan to project potential habitats under 1.5°C-4.0°C global warming. *Ecol Evol* 7:9848-9859
- Yin J, Ge Z, Deng X, Shi Y, Xu L, Zhou G, Ye Y, Zhang F, Zhou Y, Li C (2019) Abandonment lead to structural degradation and changes in carbon allocation patterns in Moso bamboo forests. *For Ecol Manag* 449:117449 DOI 10.1016/j.foreco.2019.117449.