

ISSN 1345-6520

岐阜県森林研究所

研 究 報 告

第 36 号

**Bulletin of the Gifu Prefectural
Research Institute for Forests**

岐阜県森林研究所

岐阜県美濃市

2007年3月

目 次

資 料

間伐後のヒノキ林に発生した冠雪害.....	1
	大 洞 智 宏 横 井 秀 一 井 川 原 弘 一
92 年生スギ人工林における成長経過と現存量	7
	渡 邊 仁 志 茂 木 靖 和
岐阜県内自生樹木の葉部抽出液におけるポリフェノール含量と抗酸化活性	15
	上 辻 久 敏 中 島 美 幸 坂 井 至 通

資料

間伐後のヒノキ林に発生した冠雪害

大洞智宏・横井秀一・井川原弘一

キーワード：冠雪害，間伐，ヒノキ，被害形態

I はじめに

近年，全国的に間伐の実施が遅れており，岐阜県内にも過密になったヒノキ人工林が数多く存在している。過密になったヒノキ人工林では，気象害の危険性が高くなる（藤森，2005）ことや，林床植生の減少による土壌流亡（赤井，1977）などの問題が発生している。このため，多くの林分で早急な間伐の実施が求められている。その一方で，過密な林分の間伐直後は，冠雪害の危険性が高くなる（石川ら，1987）との指摘があることから，間伐は慎重に行う必要がある。しかし，過密な林分に対する間伐方法については，まだ十分に検討されていない。

2005年12月上旬の降雪により，岐阜県下呂市の過密なヒノキ人工林に間伐を実施し数年経過した林分で，冠雪害が発生した。そこで，過密なヒノキ林での間伐方法を考える上での資料とするため，調査を実施した。

II 調査地と調査方法

調査は，岐阜県下呂市萩原町四美地内のヒノキ林（標高約540m）で行った。調査林分は北西向き斜面の山脚部に位置し，傾斜は約10度であった。聞き取り調査によると，この林分は，約40年前に約4000本/haで植栽され，2002年に間伐が行われている。それ以前にも間伐が実施されている痕跡がみられたが，時期などの詳細は不明である。

2006年2月6～7日に，被害林分（図-1，2）に約0.1haの調査区を設置し，調査区内のヒノキ全個体について，胸高直径，樹高，枝下高，被害形態を調査した。被害形態は，幹折れ，幹曲がり，根返り，健全の4つに区分した。幹折れの場合は，折損高を計測した。また，間伐前の立木本数を推定するため，伐根数の調査を行った。



図-1 被害林分風景



図-2 被害林分風景

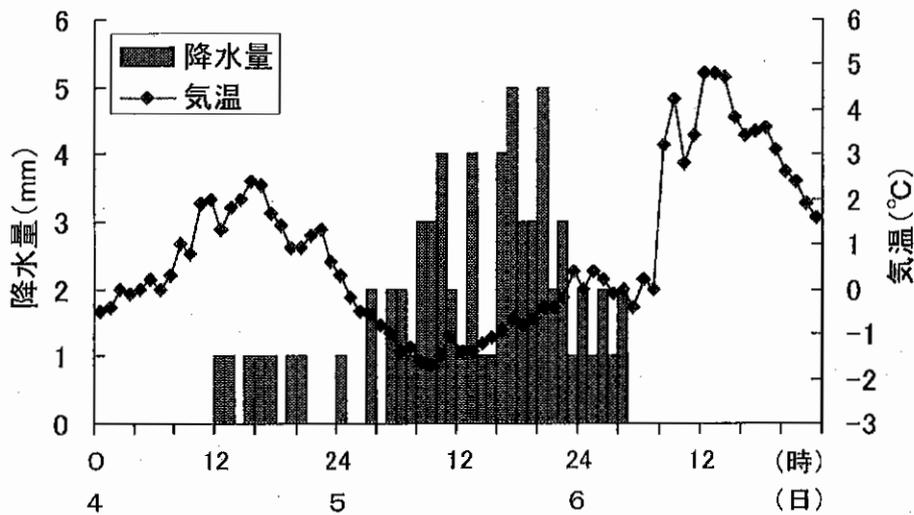


図-3 2005年12月4～6日の気象状況

表-1 調査林分の概況

	立木密度 (本/ha)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均形状比	収量比数	伐根数
間伐前	2274 ¹⁾	-	17.6 ²⁾	-	0.95	-
調査時	950	17.6	18.2	104.8	0.82	1324
健全木	422	18.8	17.8	96.4	-	-
被害木	528	16.7	18.5	112.3	-	-

1)被害前立木密度と伐根数から推定

2)ヒノキ人工林林分収穫表から推定

被害発生前後（2005年12月4～6日）の気象状況および12月の降水量の平年値を、調査地より北北東約6kmの地点にある下呂市萩原のアメダス気象観測所資料（<http://www.data.kishou.go.jp/menu/report.html>）から収集した。

III 結果

1. 降雪の特徴

2005年12月4～6日の降水量、気温の状況を図-3に示す。4～6日には合計で68mmの降水があった。4日の降水時の気温は0.9～2.4℃、5日の降水時は-1.7～0.4℃、6日の降水時は-0.1～0.4℃であった。筆者の一人は、2005年12月4日の夕方に現地付近で、降雨が降雪に変わったことを観察している。これらのことから、12月4日18時～6日5時の降水は雪であったと推定された。この間の降雪量は、降水量換算で63mmであった。

2. 林分構造

調査林分の概況を表-1に示す。調査時の立木密度は950本/haであった。平均樹高は18.2mで、これは、岐阜県のヒノキ人工林林分収穫表（岐阜県林政部，1992）における地位1（5段階で最も良い）に相当した。また、収量比数は0.82であった。

間伐前の立木密度は、調査時の立木本数と伐根数から2274本/ha、本数間伐率は約58%と推定された。ヒノキ人工林林分収穫表（岐阜県林政部，1992）から間伐前（38年生時）の平均樹高を17.6mと仮定すると、間伐前の収量比数は0.95と推定された。

3. 被害の特徴

調査区内の健全木は422本/ha、被害木は528本/haであった（表-1）。被害率は56%であった。被害形態別にみると、根返りが1%、幹折れが32%、幹曲がりが22%であった。

胸高直径と樹高の関係を図-4に示す。胸高直径が大きい個体ほど樹高が高い関係がみられた。胸高直径

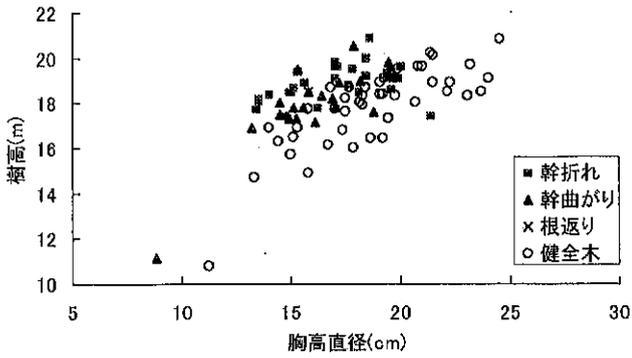


図-4 胸高直径と樹高の関係

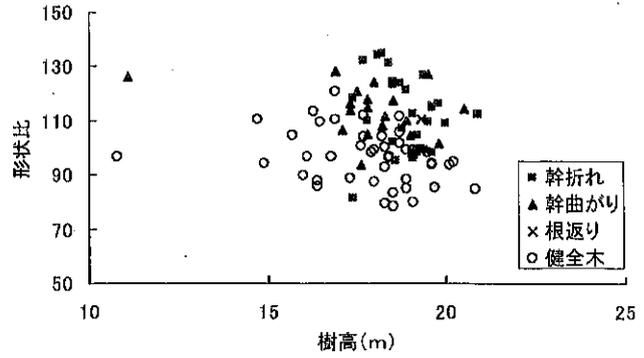


図-5 樹高と形状比の関係

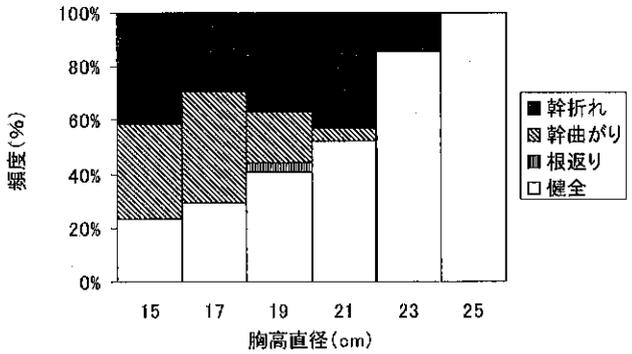


図-6 胸高直径ごとの被害形態

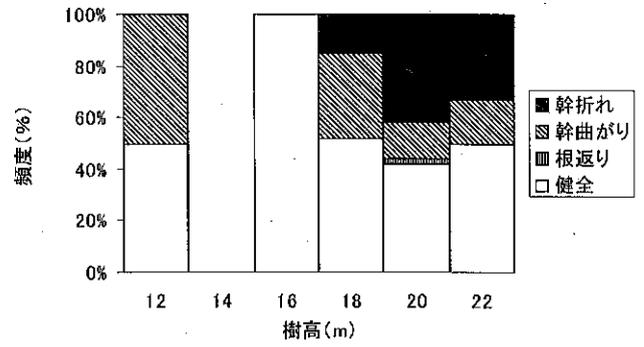


図-7 樹高ごとの被害形態

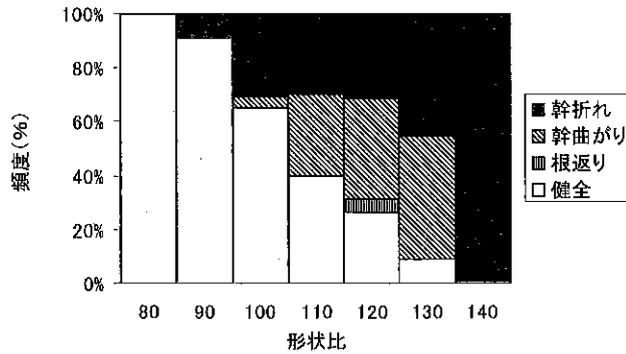


図-8 形状比ごとの被害形態

が同じならば、被害木は健全木に比べ樹高が高い傾向があった。直径が 20cm を超えると、被害木はほとんどみられなかった。樹高と形状比の関係を図-5 に示す。ほとんどの個体は、形状比が 80 ~ 140 の範囲に分布していた。樹高と形状比には明瞭な関係はみられなかった。樹高が同じであれば、被害木は健全木に比

べ形状比が高い傾向があった。

胸高直径階ごとの被害形態を図-6 に示す。健全木の割合は、胸高直径が大きいほど高かった。幹曲がりには、胸高直径が大きいほど少い傾向があった。樹高階ごとの被害形態を図-7 に示す。樹高と被害形態には、明瞭な関係はみられなかった。形状比階ごとの被害形

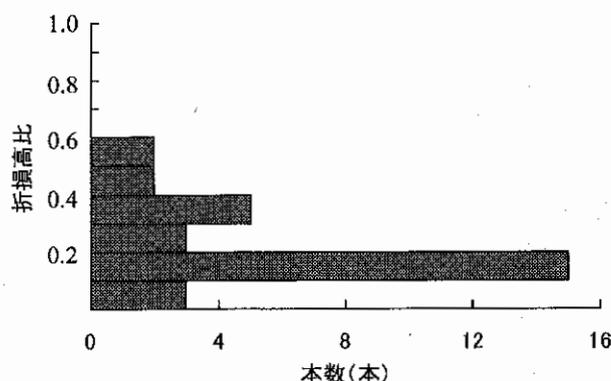


図-9 折損高比の分布

態を図-8に示す。健全木の割合は、形状比が高いほど低かった。幹折れの割合は、形状比が高いほど高い傾向があった。幹曲がりの割合も、形状比が高いほど高い傾向がみられた。しかし、形状比130以上の個体には、幹曲がりがみられなかった。

胸高直径、樹高、形状比について、健全木と被害木の差を検定するために、それぞれU検定をおこなった。胸高直径は、被害木が健全木より小さかった($p < 0.05$)。樹高は、被害木と健全木に差がみられなかった($p > 0.05$)。形状比は、被害木が健全木より高かった($p < 0.01$)。これらのことから、直径が小さく形状比が高い個体が被害を受けていたことがわかった。

樹高、胸高直径、形状比を説明変数として、被害木と健全木を判別できるかどうか検討するため、判別分析(ステップワイズ法)をおこなった。分析の結果、説明変数のうち胸高直径が除外され、以下の線形判別関数が得られた。

$$Z = 0.315H + 0.09S - 15.195$$

正準相関係数は0.639であった。ただし、Z:判別得点、H:樹高(m)、S:形状比である。判別得点が負のときは健全木、正のときは被害木となる。上記の関数で、78.7%の個体が正しく判別された。標準化された正準判別関数係数の比較から、形状比が最も判別に寄与することがわかった。

4. 折損高

折損高比(折損高÷樹高)の度数分布を図-9に示す。ほとんどの個体が、樹高の2分の1以下で折損していた。折損高比0.10~0.19の個体が最も多かった。

折損高の決定要因を検討するため、折損高を従属変数、樹高、胸高直径、樹冠長(樹高-枝下高)を独立変数として重回帰分析(ステップワイズ法)を行った。

分析の結果、独立変数のうち樹高、樹冠長が除外され、以下の回帰式が得られた。

$$Y = 0.703 D - 7.645$$

重相関係数は0.581であった。ただし、Y:折損高(m)、D:胸高直径(cm)である。上記の式からは、折損高の変動の34%を説明できた。

IV 考察

1. 降雪

12月4日18時~6日5時の降水量は、12月の平年値67.6mmに近く、短期間に1ヶ月分の降水量に相当する降雪があったといえる。渡辺・大関(1981)は、冠雪の発達しやすい条件を、風速が3m/秒以下、気温範囲が-3~3℃、降雪深が30~40cm(降水量換算で20~30mm)以上としている。当時の気象は、この条件に該当していたと考えられる。

2. 被害形態

被害の特徴を他の調査報告と比較する。間伐が行なわれず高密度となっていた75年生のヒノキ林では、①樹高が比較的lowく、形状比の低い個体で健全木が多く、②幹曲がりは、樹高が低く、胸高直径の小さい個体で多かった(松田, 1984)。定期的の間伐が行なわれてきた74年生のヒノキ林では、①形状比の高い個体で被害率が高い傾向があり、②幹曲がりは胸高直径の小さい個体で多く、③樹冠内での折損は直径の大きなもので多く、樹冠より下での折損は胸高直径が中庸な個体で多く発生していた(長谷川, 1984)。施業履歴が不明な55年生の林分では、樹高や胸高直径と被害率との関係は明瞭でなかったが、被害木の方が形状比が高かった(兵庫県林務課, 1975)。これらの調査

引用文献

報告と本調査では、林齢や密度などの林分条件が異なるが、形状比が高い個体ほど被害率が高いという傾向が共通していた。スギでは、形状比の高い個体ほど冠雪害が発生しやすい（藤森，1983）といわれており、ヒノキにおいても、同様であると考えられる。

折損高については、松田（1984）の報告では、すべてが樹高の2分の1以上の高さで折損していた。また、長谷川（1984）の報告では、35%の個体が樹高の2分の1以上の高さで折損していたが、折損高比 0.30 ~ 0.39 の個体が最も多かった。本報告の折損高は、両報告の折損高より低かった。本調査では計測を行っていないが、折損部直径については、ほぼ 10 ~ 20cm の範囲に分布（松田，1984）、11cm ~ 24.9cm の範囲に分布（長谷川，1984）との報告がある。両報告の調査林分は平均胸高直径が約 30cm と本調査林分（17.6cm）より太かった。スギの折損について、福井県の林齢の異なる6林分（平均胸高直径 12.6 ~ 37.6cm）の調査結果では、折損部直径は7 ~ 20cm の範囲にあり、樹高が違っても梢頭から折損部までの長さはあまり変わらなかった（藤森ら，1987）。このことから、スギでは折損部直径はある一定の範囲に分布するため、立木の太さによって折損高が変動すると考えられた。本調査の折損高が、松田（1984）、長谷川（1984）の報告の折損高より低くなったのは、ヒノキの折損についてもスギの折損と同様の傾向があるためと考えられた。

3. 間伐と冠雪害の関係

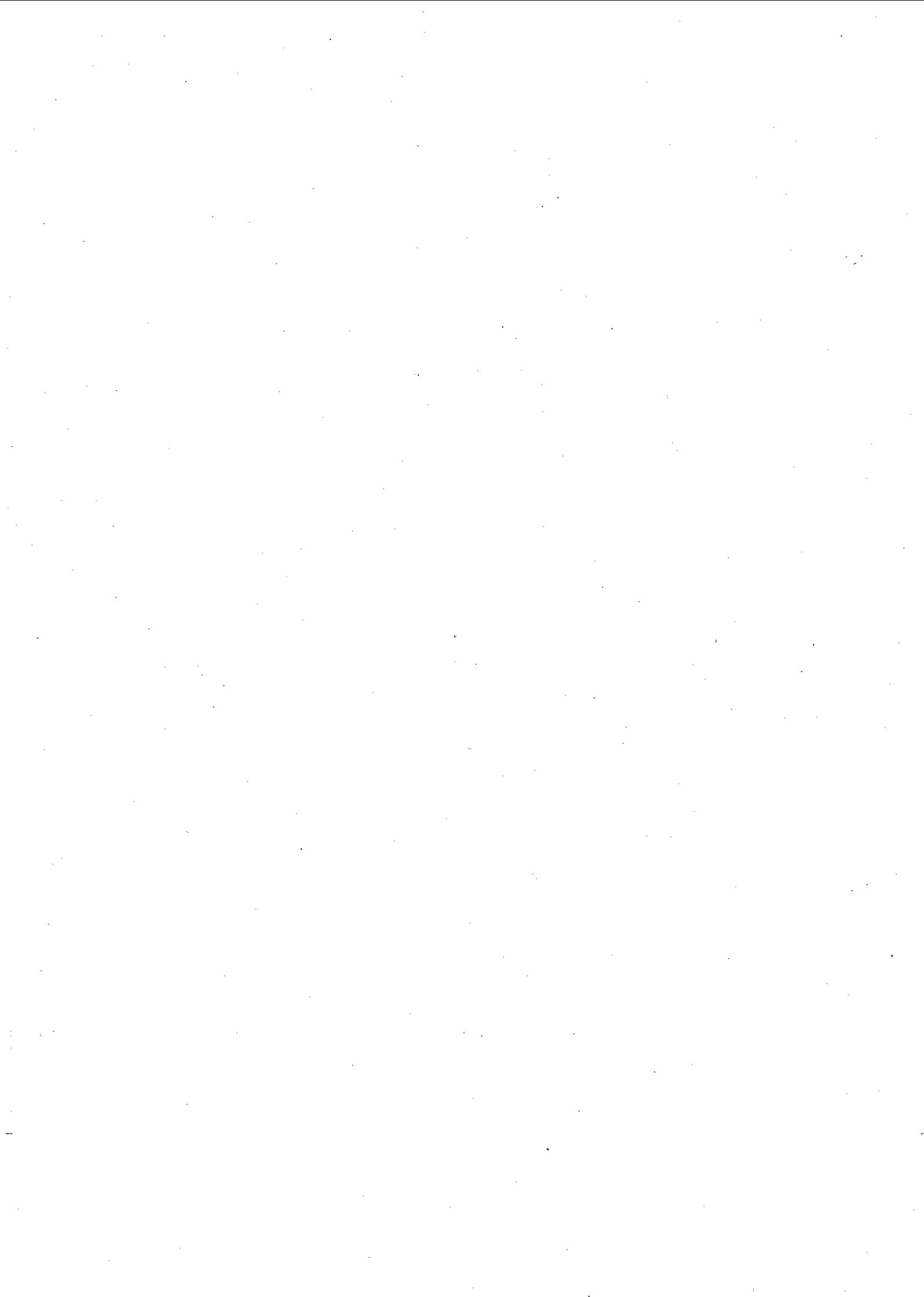
石川ら（1987）は、過密な林分の間伐を施すと、間伐後しばらくはお互いの支えを失うとともに風当たりが強くなり、冠雪害の危険性が高まることを指摘している。本調査林分は、間伐前の収量比数が 0.95 と高く、過密な状態であったといえる。今回の冠雪害については、間伐の実施によって誘発された可能性が考えられる。

しかし、調査地周辺のヒノキ林には、間伐後であっても、大きな被害が発生していない林分もあった。間伐と冠雪害発生との関係は、無被害林分を含めたより多くのデータを集め、地形など他の要因の影響と合わせて検討する必要があるだろう。

謝 辞

本調査の実施にあたって、多大なご協力をいただいた岐阜県健康福祉政策課河原誠二主任技師に感謝の意を表す。

- 赤井龍男（1983）ヒノキ林の地力減退問題とその考え方。林業技術 419:7-11
- 藤森隆郎（1983）雪害。（スギのすべて、坂口勝美監修，629pp，全国林業改良普及協会）380-395
- 藤森隆郎，松田正宏，清野嘉之（1987）林齢に沿った林分構造と冠雪害の関係-56 豪雪福井スギ人工林 -（英文）。日林誌 69:94-104
- 藤森隆郎（2005）間伐はなぜ必要か。森林科学 44:4-8
- 岐阜県林政部（1992）ヒノキ人工林の林分収穫表・分密度管理図。25pp
- 長谷川敬一（1984）八ッ尾山ヒノキ収穫試験地（74年生）における林分の成長過程と冠雪害について。林業試験場研究報告 328:187-205
- 兵庫県林務課（1975）昭和 49 年 2 月の異常降雪による林木の被害について。58pp
- 石川政幸，新田隆三，藤森隆郎，勝田征（1987）冠雪害-発生のしくみと回避法-。101pp，林業科学技術振興所
- 松田正宏（1984）老齢ヒノキ冠雪害林の解析。日林誌 66:247-250
- 高橋啓二（1977）造林地の冠雪害とその対策。47pp，日本林業技術協会
- 渡辺成雄，大関義男（1981）冠雪害の実験的研究。森林立地 23-2:40-44



資料

92年生スギ人工林における成長経過と現存量*

渡邊仁志・茂木靖和

キーワード：スギ，高齡林，長伐期施業，現存量，個体，葉量，成長量

I はじめに

材価低迷や林業従事者の減少などにより，標準伐期齢における皆伐が控えられ，結果的に人工林の高齡化が進んでいる。高齡林において長伐期施業を考えるためには，経営方針のもとに伐期を設定し，適切な管理を行う必要がある。そのためには，まず高齡林の成長を明らかにすることが重要である。

スギ高齡林の成長に関する研究は，様々な手法により進められている（丹下ら，1987；西村ら，1992a；西村ら，1992b；田中，1992；國崎ら，1999；大住ら，2000；竹内，2005；渡邊・茂木，2007）。これらの報告によって，スギ高齡林は，胸高直径成長が持続することによって，林分単位で高い材積成長量を維持している場合が多いことが明らかになりつつある。しかし，高齡林は立木本数が低い場合が多いことから，長伐期施業を考える場合には，林分単位だけでなく個体単位の取り扱いが重要になる（西村ら，1992a）。さらに，高齡林を対象とした検討では，直径成長量には，しばしば個体差がみられることが報告されている（國崎ら，1999；竹内，2005；國崎・藁谷，2006）が，その理由に関する考察は十分であるとはいえない。高齡林は，今後さらに増加することが予想されることから，それらの林分において個体間に成長差が生じる要因が解明できれば，高齡林を管理するにあたり有益な情報になると考えた。

一方，長伐期施業は，大径材を生産できるメリットのほかに，安定した環境と土地生産力が維持でき，水土保全機能や生物多様性機能など，環境保全的機能の効果が高い（桜井，2002）施業方法であるといえる。さらに，地球温暖化防止京都会議以降，高齡林は高い蓄積を有することから，それ自身がもつ炭素蓄積機能への関心が集まっている。各地で様々なタイプの森林

における現存量や炭素蓄積量の把握調査が行われているが，高齡林における調査事例（丹下ら，1987；丹下ら，1990；西村ら，1992a；西村ら，1992b；澤田ら，2005）は少ない。

そこで，本研究では，まず岐阜県郡上市にある92年生のスギ人工林（渡邊・茂木，2007）において，林分の現存量と個体の成長過程を評価した。続いて，個体の成長に影響を及ぼすと考えられる葉現存量と個体間競争に着目し，それらと個体の成長経過との関係を考察した。

II 調査地と調査方法

1. 調査地の概要

岐阜県郡上市大和町古道にある郡上市有林（旧郡上市郡有林）内の92年生スギ高齡人工林を調査林分とした。林分は，標高約700mの南向き斜面の下部にあり，平均傾斜は約10度である。地質は濃飛流紋岩類（溶結凝灰岩），土壤型は適潤性から湿性の黒色土壌であり，土壤の堆積様式は主に崩積である。南に約10km離れた最寄りの八幡地域気象観測所（標高250m）における平年値は，気温12.3℃，年降水量2682.2mmである（気象庁Webサイト，<http://www.jma.go.jp>）。

郡上市有林の記録によれば，調査林分のスギは1912年に植栽された。植栽密度およびその後，近年までの施業履歴は不明である。調査林分では，1986年10月（74年生時）に，本数間伐率で約17%の下層間伐が，1990年11月（78年生時）に，本数間伐率で約9%の間伐が実施された（表-1）。

なお，2004年6月（92年生時）の観察の結果，全個体の約28%にあたる11本に，凍裂あるいはその痕跡がみられた。凍裂個体と健全個体のサイズには，樹高，胸高直径ともに有意な差はみられなかった（Mann-

* 本報告の一部は，第55回日本森林学会中部支部大会において発表した。

表一 調査林分における近年の間伐履歴および概況の変化

調査年	林齢 (年)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均枝下高 (m)	立木密度 (本/ha)	林分材積 (m ³ /ha)
1986	74	40.5	27.4	8.8	425	693.9
1986	74	間伐 (本数間伐率17%)			352	
1990	78	間伐 (本数間伐率9%)			319	
1993	81	46.5	27.1	10.9	319	644.2
2004	92	48.6	29.3	13.1	319	745.5

WhitneyのU検定, $p < 0.05$). 凍裂個体の成長低下を指摘する研究 (西村ら, 1992b) もあるが, 本調査林分には, その傾向はみられなかった。

2. 既往の調査結果

1986年10月, 林分のほぼ全体を調査区 (面積0.12ha) とした (以下, 調査林分という)。1986年10月 (74年生時) の間伐前と1993年8月 (81年生時) に毎木調査を実施した。測定項目は, 胸高直径 (全個体) と, 樹高と生枝下高 (全個体の約4割) であった。樹高を測定していない個体の樹高は, 樹高を測定した個体の樹高と胸高直径の関係をNäslund式で近似して推定した。

3. 調査方法

(1) 毎木調査

2004年6月 (92年生時) に, 全個体の胸高直径 (DBH: cm), 樹高 (H: m), 生枝下高 (Hb: m) を測定した。2004年11月には, 2004年6月の毎木調査によって得られた胸高直径階分布をもとに, 劣勢個体, 平均個体, 優勢個体から各2本 (計6本) を伐倒した。伐倒した試料木は, 現地で幹, 枝葉に区分した。このうち, 幹は高さ0.2m, 1.2m, 3.2m, 4.2m, 5.2m, それ以上は2mごとに, 厚さ5cm程度の円板1枚を持ち帰った。そのうちの1枚は, 生材容積および乾燥重量 (80℃, 168時間) を測定し, 容積密度を計算した。残りの1枚は, 後述する樹幹解析に用いた。Smalian式 (梢端の場合は円錐の求積式) により, 試料木の材積を計算した。円板の容積密度と算出した材積から, 試料木の乾燥重量を推定した。枝葉はすべて持ち帰った。続いて, 緑色部分を葉とみなして, 生きた枝 (以下, 枝), 生きた葉 (以下, 葉), および枯れた枝と葉 (以下, 枯れ枝葉) に分別し, 全量を秤量した。枝, 葉, 枯れ枝葉の試料から, それぞれ一部を抽出して, 乾燥重量 (80℃, 48時間) を測定した。

試料木の各器官 (幹, 枝, 葉) および枯れ枝葉の乾燥重量 (W : kg) と DBH (cm) および $DBH^2 \cdot H$

($cm^2 \cdot m$) の関係を, 式(1)~(2)の単純相対成長式で近似した。

$$W = a (DBH)^b \quad (1)$$

$$W = a (DBH^2 \cdot H)^b \quad (2)$$

ただし, a , b は係数である。毎木調査から算出した各個体の DBH を(1)式に; $DBH^2 \cdot H$ を式(2)に代入し, 当てはまりがよかった方の式から, 林分内にある全個体の器官ごとの乾燥重量を算出した。また, 根の乾燥重量は, 既存文献 (原田ら, 1969; 澤田ら, 2005) を参考に, 幹の乾燥重量の30%とした。

(2) 樹幹解析

円板試料を用いて樹幹解析を行った。円板の長径とそれに直交する直径方向の4半径について, 髓から樹皮方向に向かって1年ごとに0.5mm単位で長さを計測した。4方向の長さの平均値を2倍して, その年における直径とした。前年と当年の胸高直径の差を胸高直径成長量とした。Stem Density Analyzer Version 1.05 (Nobori *et al.*, 2004) により, 試料木の樹高成長量, 材積成長量を算出した。

(3) 立木配置

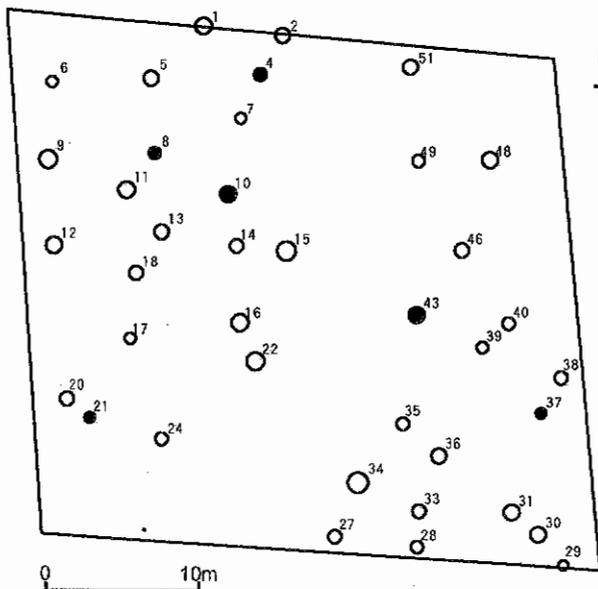
2006年12月に, MDL社製LaserAce300を用いて測量を行い, 調査林分の立木位置図を作成した。2004年11月に試料木として伐採した6個体は, 伐根の位置を測定した。

試料木の空間的な分布と相対的な被圧の程度を数値化するため, 個体間の競争指数を算出した。競争指数としてはさまざまな種類が提案されている (宮本・天野, 2002)。本研究では, 距離重み付け直径比 (各樹木間距離に対する対象木と競争木の直径比) の和による競争指数 (宮本・天野, 2002) を用いた。競争指数 (CI) は, (3)式で定義される。

表一 2 試料木の大きさと各器官および枯れ枝葉の重量

試料木	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	DBH ² H	地上部重量				合計 (kg)	根重量 ¹⁾ (kg)
				幹 (kg)	枝 (kg)	葉 (kg)	枯れ枝葉 (kg)		
21	39.9	25.4	40437.1	428.8	59.2	43.7	1.0	532.7	128.6
37	39.7	27.2	42869.6	473.8	94.1	51.5	3.2	622.7	142.1
8	44.6	29.2	58083.5	638.7	76.5	30.4	4.3	749.9	191.6
4	46.6	32.4	70358.5	698.7	67.5	50.1	12.9	829.2	209.6
43	58.1	33.2	112070.3	1064.3	189.7	131.1	22.4	1407.5	319.3
10	58.0	33.6	113030.4	1067.6	173.6	104.0	8.1	1353.2	320.3

1) 現存量は幹の現存量の30% (原田ら, 1969 ; 澤田ら, 2005) とした



図一 1 調査林分の立木位置図および胸高直径

数字は個体番号, ●は試料木を示す
円の大きさは, 個体の胸高直径に対応している

$$CI = \sum (DBH_j / DBH_i) / L_{ij} \quad (3)$$

ここで, CIは距離重み付け直径比による個体間の競争指数, DBH_jは試料木 *i* における2004年の胸高直径 (cm), DBH_jは試料木 *i* の競争木 *j* における, 2004年の胸高直径 (cm), L_{ij}は試料木 *i* と競争木 *j* の水平距離 (m) である。

ただし, 競争木とは, ある個体 (ここでは試料木) を中心としてVoronoi多角形を構成する個体 (長谷川・種村, 1986) であると定義した。Voronoi多角形の性質から, この方法は, 林分内において相対的に試料

表一 3 調査林分における現存量

部分	器官	現存量 (t/ha)	割合 (%)
地上部	幹	236.9	79.5
	枝	36.2	12.2
	葉	22.3	7.5
	枯れ枝葉	2.6	0.9
	計	298.0	100.0
地下部	根	71.0	
合計		369.0	

木に近接している, 他の個体を選択する方法である。また, (3)式は, CIが高いほど, 周辺個体から試料木への被圧の程度が高いことを示す。

なお, 試料木のうち1本 (No.21) は, 調査地の外周に近接し, 調査地外にある近接木との関係が明らかではなかったため, この解析からは除外した。

III 結果と考察

1. 林分の概要と立木配置

林分の概要を表一1に示す。岐阜県一般地域の地位別樹高成長曲線 (岐阜県林政部, 1992) と比較すると, 対象林分の樹高は5段階中の地位級3に相当した。また, 渡邊・茂木 (2007) によれば, 胸高直径と樹高には正の相関があり, 胸高直径が大きい個体ほど樹高が高くなる関係があった。

図一1に, 調査林分の立木位置を示す。試料木No.8の周辺は, 個体間の距離が近かった。No.4, No.10, No.43の周辺には, 広い空間が空いていた。試料木のCIは0.78~1.34の値を示した。

2. 各器官および枯れ枝葉の現存量

試料木の大きさと各器官および枯れ枝葉の重量を表-2に示す。試料木の地上部重量は、532.7~1407.5kgであった。DBHと地上部乾燥重量(W_T : kg)、幹乾燥重量(W_S : kg)、枝乾燥重量(W_B : kg)、および葉乾燥重量(W_L : kg)の関係、 $DBH^2 \cdot H$ と W_T , W_S , W_B , および枯れ枝葉乾燥重量(W_D : kg)の関係は、有意であった($p < 0.01$ あるいは $p < 0.05$)。

式(1), あるいは式(2)で表される各器官の単純相対成長式のうち、当てはまりがよかった方を、式(4)~式(8)に示した。

$$W_T = 0.1630 (DBH^2 \cdot H)^{0.8809} \quad (R^2 = 0.9912; p < 0.01) \quad (4)$$

$$W_S = 0.1633 (DBH^2 \cdot H)^{0.8577} \quad (R^2 = 0.9969; p < 0.01) \quad (5)$$

$$W_B = 0.0069 (DBH)^{2.4834} \quad (R^2 = 0.8631; p < 0.05) \quad (6)$$

$$W_L = 0.0019 (DBH)^{2.6924} \quad (R^2 = 0.8349; p < 0.05) \quad (7)$$

$$W_D = 1.0103 \cdot 10^{-8} (DBH^2 \cdot H)^{2.0711} \quad (R^2 = 0.8449; p < 0.05) \quad (8)$$

表-3に、調査林分の各器官と枯れ枝葉の現存量を示す。地上部現存量は298.0t/haで、そのうち枝は36.2t/ha、葉は22.3t/haであった。地上部現存量に推定した根の現存量71.0t/haを加えると、調査林分の林木全体の現存量は、369.0t/haであった。

3. 調査林分における現存量の位置づけ

これまでに調査されたスギ高齢林の地上部現存量は、高知の80年生林分(立木密度526本/ha, 平均胸高直径35.5cm)で210.5t/ha(西村ら, 1991a), 岩手の89年生林分(同458本/ha, 42.3cm)で221.3t/ha(西村ら, 1991b), 秋田の77年生林分(同544本/ha, 40.4cm)で309.8t/ha(澤田ら, 2005), 千葉の湿性褐色森林土壌における83年生林分(同405本/ha, 47.6cm)で512t/ha(丹下ら, 1990), 千葉の126年生林分(同336本/ha, 50.5cm)で515t/ha(丹下ら, 1987)であった。地域、林齢、個体サイズ、立木密度、算出方法などが異なるため簡単には比較できないが、調査林分の地上部現存量(表-3)は、これらの結果と比べると、高知(西村ら, 1991a), 岩手(西村ら, 1991b)の林分よりは大きく、林分材積が1200m³/haを越える千葉の2林分

(丹下ら, 1987; 丹下ら, 1990)よりは小さかった。

既存調査によれば、スギ高齢人工林の枝現存量は、17.6~45.9t/ha(丹下ら, 1987; 丹下ら, 1990; 西村ら, 1992a; 西村ら, 1992b; 澤田ら, 2005)であった。調査林分における枝現存量(表-3)は、これらとほぼ同じ量であった。一方、佐藤(1973)がまとめた若~壮齢のスギ人工林の枝現存量は、12.4(範囲6~18)t/haであった。高齢林においては、個々の個体の樹冠占有面積が大きくなり、枝のサイズが大きくなることから、現存量の枝への配分が増すことが知られている。このため、調査林分を含むスギの高齢林においては、佐藤(1973)の結果と比べて大幅に大きい枝現存量を示したと考えられる。

只木(1976)がまとめたスギ林の葉現存量は、19.6±4.4t/haであった。調査林分では、この結果とほぼ同じ葉現存量を有していた(図-3)。スギ高齢林における既存の調査によると、スギ高齢林の葉現存量は13~30.3t/ha(丹下ら, 1987; 丹下ら, 1990; 西村ら, 1992a; 西村ら, 1992b; 澤田ら, 2005)であった。調査林分を含むスギ高齢林において、葉現存量は、只木(1976)が示すとおり、およそ20t/ha前後になる場合が多いと考えてよいだろう。

4. 個体の成長経過

各試料木の樹高、胸高直径、材積の成長曲線を図-2に示した。樹高(図-2a), 胸高直径(図-2b)とも、10年生頃まですべての個体が同じように成長していたが、15~25年生頃からはNo.21, No.37, No.4の成長が鈍化した。No.8は、25年生頃まで樹高、胸高直径ともに大きい個体であったが、その後、成長速度が衰えたために、No.10, No.43, No.4に追い越されている。現在、樹高、胸高直径が大きい優勢個体(No.43, No.10)は、40~50年生以降、常に優勢であり、逆にそれらが小さい劣勢個体(No.21, No.37)は、常に成長が悪かった。試料木における壮齢以降の優劣の差は明瞭であるといえる。材積成長(図-2c)は、樹高成長と胸高直径成長の経過を反映している。現在、優勢個体の材積は、劣勢個体のその約2.5倍であった。

81~92年生までの最近11年間の定期平均樹高成長量は、0.11~0.25m/年、定期平均胸高直径成長量は、0.13~0.53cm/年、定期平均材積成長量は、0.026~0.070m³/年であった。

5. 個体の葉量と成長量

調査林分における試料木の葉量(表-2)と、定期平均胸高直径成長量(図-2b), 定期平均材積成長量(図-2c)の関係を検討した。葉量と定期平均胸高直径成

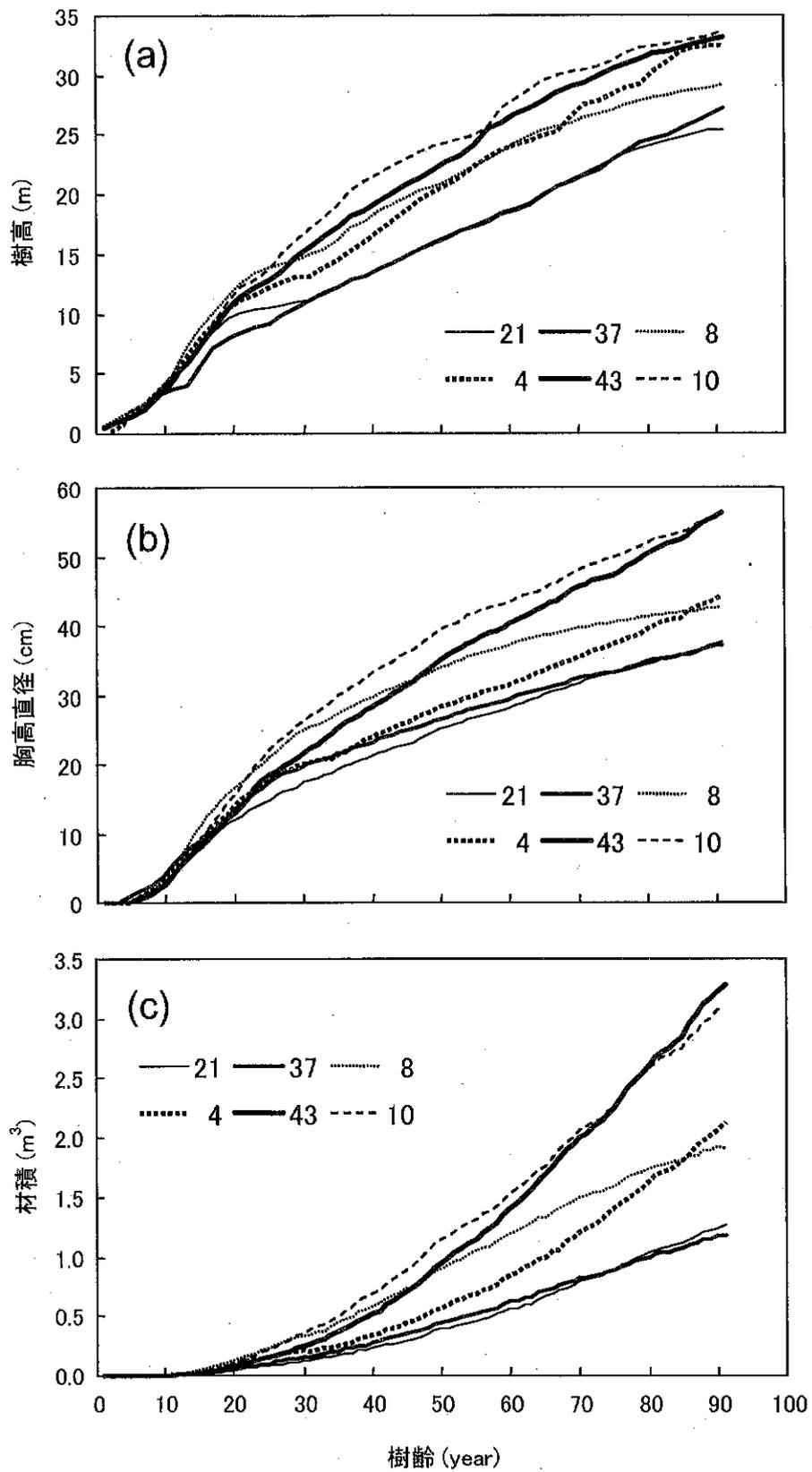


図-2 試料木の樹高、胸高直径、材積の成長曲線

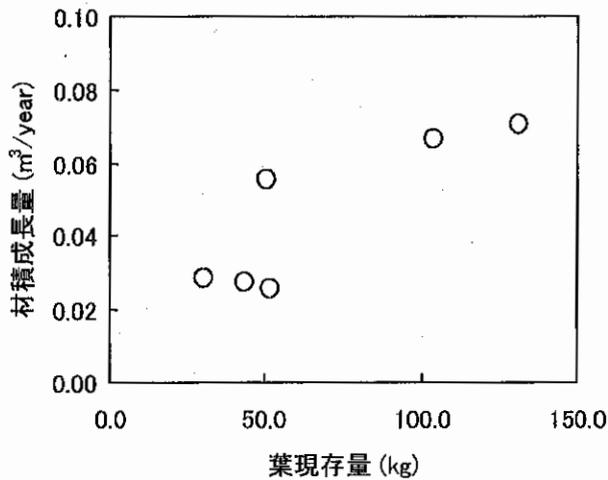


図-3 葉量と定期平均材積成長量の関係

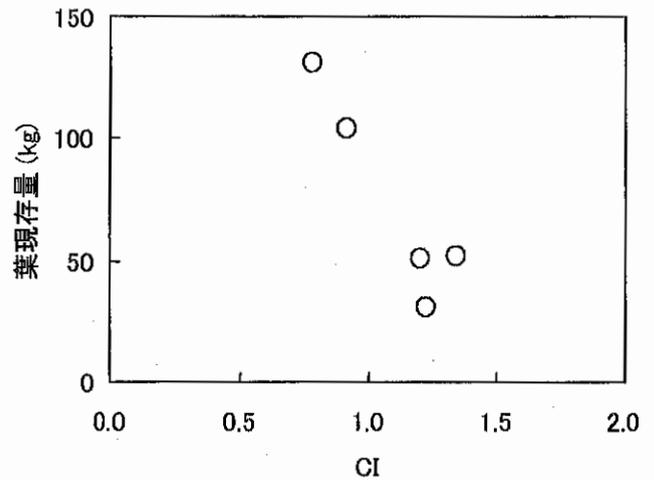


図-4 CIと葉量の関係

長量との関係は有意ではなかった ($p > 0.05$) が、その相関係数は比較的高かった。また、葉量と定期平均材積成長量との間には、有意な相関がみられた (図-3; $r = 0.861$, $p < 0.05$)。葉量と材積成長量の間には正の相関がみられることは、高知 (西村ら, 1991a), 岩手 (西村ら, 1991b) のスギ高齢林分にも認められている。このことから、スギの高齢人工林においては、葉量の多い個体ほど、成長量が大きいといえる。

6. 個体の葉量と競争指数

調査林分における試料木の葉量とCIの関係を検討した (図-4)。両者には有意な負の相関が認められた ($r = -0.938$, $p < 0.05$)。CIが小さい、すなわち、周辺木からの被圧の程度が相対的に低い個体において、葉量が多いといえる。さらに、調査林分においては40~50年生以降の優勢個体と劣勢個体の優劣関係が変化しなかった (図-2) ことから、少なくとも壮齢以降、調査林分内における個体の被圧の程度と葉量の多少も、現状と同様だったと推測される。

つまり、優勢個体であるNo.43やNo.10は、壮齢以降、周辺個体からの被圧が常に低い状態にあったために、葉量が維持されており、成長量も減衰しなかったと考えられる。一方、劣勢個体であるNo.21やNo.37は、常に被圧が高い状態であったため、葉量が少なく成長量も小さかったと推測される。

周辺個体からの被圧の程度が高い個体は、優勢個体に比べると相対的に葉量が少なくなると考えられる。光合成器官である葉量が減少することによって、その個体の成長量はさらに低下すると推測される。個体の樹高成長や胸高直径成長が衰えれば、材積や現存量の増加も少なくなる。したがって、スギ高齢林において

個体の成長を持続させるためには、個体の葉量を確保することが極めて重要であると考えられる。

謝辞

本研究の試験地の設定は、中川一、鈴木勝、川尻秀樹の各氏 (当時、岐阜県林業センター) による。その後、1993年の調査は、中川一、川尻秀樹の両氏 (当時、岐阜県林業センター) の、2006年の調査は、鈴木はるな氏 (岐阜県立森林文化アカデミー) の協力のもとに実施した。論文の執筆にあたっては、横井秀一、大洞智宏の両氏 (岐阜県森林研究所) に有益なご助言を頂いた。試験地の設定と作業の実施にあたり、岐阜県郡上市 (旧郡上郡広域行政事務組合)、郡上森林組合の関係諸氏の協力を得た。本研究の一部は、農林水産省林業技術現地実用化事業 (平成16年度) の補助を受けて実施したものである。ここに記して、各位に謝意を表す。

参考文献

- 岐阜県林政部 (1992) スギ人工林林分収穫表・林分密度管理図。21pp, 岐阜県, 岐阜。
- 原田洸・佐藤久男・堀田庸・只木良也 (1969) 28年生スギ林およびヒノキ林の養分含有量。日林誌51: 125-133。
- 長谷川政美・種村正美 (1986) なわばりの生態学。206pp, 東海大学出版会, 東京。
- 國崎貴嗣・藁谷紀恵・柴田信明 (1999) 岩手山麓におけるスギ高齢林の林分構造と成長。日林誌81: 346-350。

- 國崎貴嗣・藁谷紀恵 (2006) 岩手山麓のスギ高齢人工林における幹直径成長量の個体間差. 岩手大農演報37 : 47-55.
- 宮本麻子・天野正博 (2002) 立木の空間分布および生育条件が個体成長に及ぼす影響. 森総研研報383 : 163-178.
- 西村武二・吉川賢・池本彰夫・永森通雄 (1992a) 高齢スギ人工林の現存量と成長経過(1), 高知県本川村奥南川山国有林80年生スギ林の場合. 高知大農演報19 : 73-81.
- 西村武二・吉川賢・池本彰夫・永森通雄・安藤貴 (1992b) 高齢スギ人工林の現存量と成長経過(2), 岩手大学滝沢演習林89年生スギ林の場合. 高知大農演報19 : 83-97.
- Nobori Y., Sato K., Onodera H., Noda m. and Katoh T. (2004) Development of stem density analysis combined X-ray densitometry and stem analysis. J. For. Plann. 10:47-51.
- 大住克博・森麻須夫・桜井尚武・斎藤勝郎・佐藤昭敏・関剛 (2000) 秋田地方で記録された高齢なスギ人工林の成長経過. 日林誌82 : 179-187.
- 桜井尚武編著 (2002) 長伐期林の実際, その効果と取り扱い技術. 173pp, 林業科学技術振興所, 東京.
- 佐藤大七郎 (1973) 陸上植物群落の物質生産 I a, 森林. 42-69. 共立出版, 東京.
- 澤田智志・三浦義之・福森卓・家原敏郎 (2005) 高齢スギ人工林の地上部及び地下部のバイオマス量の測定. 日森学会講116 : 768.
- 只木良也 (1976) 森林の現存量, とくにわが国の森林の葉量について. 日林誌 : 58 : 416-423.
- 竹内郁雄 (2005) スギ高齢人工林における胸高直径成長と林分材積成長. 日林誌87 : 394-401.
- 丹下健・鈴木誠・鈴木保 (1990) 立地条件の異なる83年生スギ人工林の枝および葉現存量. 日生態誌40 : 179-186.
- 丹下健・山中征夫・鈴木誠 (1987) スギ老齡人工林の成長と現存量. 演習林 (東大) 25 : 243-259.
- 田中和博 (1992) 平倉演習林藤堂スギ林分の林齢168年から180年までの定期成長. 三重大演報17 : 211-231.
- 渡邊仁志・茂木靖和 (2007) 岐阜県中濃地域におけるスギ高齢人工林の林分構造と成長. 中森研55 : 19-20.

資料

岐阜県内自生樹木の葉部抽出液における ポリフェノール含量と抗酸化活性

上辻久敏・中島美幸・坂井至通

キーワード：ポリフェノール, 抗酸化活性, 樹木, 葉部, アカメガシワ

I はじめに

ポリフェノールは複数のフェノール基をもつ化合物を示し、シキミ酸合成経路などで生成した化合物のうち、ベンゼン環に複数の水酸基が結合した化合物の総称とされている。これらの化合物は、一般的に抗酸化活性を示すとともに、他にも多様な生理的機能を発揮する成分として注目されている。

活性酸素は、酸素に紫外線が照射されることや生体の呼吸、エネルギー代謝等により発生する。また、活性酸素は生命維持に必要であるが、過剰な活性酸素はDNAを破壊するなど悪影響を及ぼす。植物の活性酸素消費能力については、様々な研究がされており、活性酸素を捕捉する物質として、ビタミンC、ビタミンE、スーパーオキシドジスムターゼなどが知られている(中野, 1990; 並木, 1990)。植物は、その成長過程で生成する余分な活性酸素から組織を保護するために、ポリフェノール類も同時に生成しており、緑茶などに含まれるカテキン類や野菜、果実に存在するフラボン、フラボノール類、花や果実の色素であるアントシアニン類など様々な化学物質として存在している。いずれもポリフェノールのベンゼン環上にあるフェノール性水酸基の酸化還元電位が低いため、容易に酸化される。この性質がポリフェノールの抗酸化活性を示す一因となっている。

樹木の樹皮中には、フェノール性成分として、タンニン類、フラボノール類が含まれ、樹木を構成する重要な化学物質となっている(鮫島, 1981)。フェノール性成分は、樹皮に限らず樹木全体に分布するが、樹木の葉部利用についてはクワ、カキ、イチヨウなど健康茶として利用される以外、あまり検討されていない。そこで、樹木の有効活用を図るため、岐阜県内に自生する15樹種の葉部と、比較対象として葉部を原材料

とする市販の健康茶について熱水およびエタノール抽出液に含まれるポリフェノール含有率とラジカル捕捉活性を測定した。

II 方法

1. 試料

供試材料として、岐阜県内で採集した15樹種を用いた(表-1)。採集後、葉部は室内にて風乾した後、ミルサーで粉碎し試料とした。また、葉部を原材料として市販されている健康茶(粉末)15種(表-2)を供試材料とした。これら供試材料の乾重率は、約1gの粉末を熱風乾燥機で105℃、24時間乾燥した後の重量(乾重)から算出した。

2. 試薬および機器

2.1 試薬

フォルイン-デニス試薬：10g タングステン酸ナトリウム、2g リンモリブデン酸、10ml リン酸を水に溶かして100ml に調整した。炭酸ナトリウムは、Wako社製を使用した。

DPPH溶液：DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Wako社) 98.6mg をエタノールに溶かして100ml に調整した。

酢酸緩衝液 (pH 5.5)：酢酸ナトリウム三水和物 13.6g を水に溶かして約900ml にし、酢酸でpH 5.5に調整後1lに定容した。

標準物質のクロロゲン酸は、Wako社製を使用した。

2.2 機器

熱風乾燥機：ISUZU社製SSR-115型、遠心分離機：TOMY社製LC-122型、振とう抽出機：TAITEC社製SR-2s型、マイクロプレートリーダー：大日本製薬社製

POWERSCAN HT 型, マイクロプレートは, 可視領域用 96 穴 ICN バイオメディカル社製を用いた。濾紙はアドバンテック社 No.2 を用いた。

3. 試験溶液の調製

3.1 熱水抽出液

各種試料約 1g を 200 ml のフラスコに精秤し, 水 50 ml を加え 100℃ にて 30 分間抽出した。抽出後, 3500 r.p.m. で 15 分間遠心分離を行い, 上清を濾過し, 濾液を水で 50 ml に定容し熱水抽出液とした。

3.2 エタノール抽出液

各種試料約 1g を 50 ml の遠沈管に精秤し, 70% エタノール水溶液 20 ml を加え 300 r.p.m. で 40 分間振とうした。振とう抽出後, 3500 r.p.m. で 15 分間遠心分離を行い, 上清を濾過し, 濾液を 70% エタノール水溶液で 20 ml に定容しエタノール抽出液とした。

4. ポリフェノールの定量

ポリフェノールの定量はフォリン-デニス法 (Appel, 2001) を用いた。各樹種の熱水抽出液および 70% エタノール抽出液 10 μ l を 96 穴マイクロプレート上にとり, 100 μ l のフォリン-デニス試薬と攪拌した後, 200 μ l の飽和炭酸ナトリウム水溶液を加えた。30 分放置後, 760 nm における吸光度をマイクロプレートリーダーで測定した。ブランクにはフォリン-デニス試薬の代わりに水を用い, 標準物質としてクロロゲン酸を用いた。

5. ラジカル捕捉活性の測定

ラジカル捕捉活性は, DPPH によるラジカル捕捉能

を分光学的に分析した。マイクロプレート上に, 2.5 mM DPPH 溶液 50 μ l, 100 mM 酢酸緩衝液 (pH 5.5) を 100 μ l とり, 次にそれぞれの抽出液で 10 倍に希釈した熱水およびエタノール抽出液各 10 μ l ずつに 70% エタノール 90 μ l を加え, 全量を 250 μ l とした。試料添加後, 暗所にて 20 分放置し, 517 nm における吸光度をマイクロプレートリーダーで測定した。コントロールの測定値は, 試料の代わりに 70% エタノール水溶液を用いた。なお, ラジカル捕捉活性は各吸光度を用いて次式により算出した。

ラジカル捕捉活性 = ((コントロールの測定値 - 試料の測定値) / コントロールの測定値) \times 100

III 結果

1. 各樹種の葉部におけるポリフェノール含有率

熱水抽出物におけるポリフェノール含有率を, フォリン-デニス法を用いて測定した結果, 市販の健康茶において, ユーカリ茶, 緑茶, 紅茶 A および紅茶 B のポリフェノール含有率は, それぞれ 12.6, 11.4, 12.4, 11.6% であった。その他の市販品では, グァバ茶, 甜茶およびバナバ茶には, 10.1, 8.8, 8.1% のポリフェノール含有率を示した。市販のクコ茶, センナ茶, メグスリノキ茶では, ポリフェノール含有率は 2% 未満であった。自生樹木の葉部では, アカメガシワにおいてポリフェノール含有率が最も高く, 乾燥重量当たり 17.4% であった。アカメガシワ葉部のポリフェノール含有率は, 緑茶におけるポリフェノール含有率 11.4% を上回る結果であった。次に, タカノツメ, ア

表-1 供試自生樹種一覧

樹種	学名	科名
アケビ	<i>Akebia quinata</i>	アケビ科
コシアブラ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	
ヤマウコギ	<i>A. spinosus</i>	ウコギ科
タカノツメ	<i>Evodiopanax innovans</i>	
シロモジ	<i>Lindera triloba</i>	
クロモジ	<i>L. umbellata</i>	クスノキ科
クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	クマツツラ科
アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	トウダイグサ科
サルナシ	<i>Actinidia arguta</i>	
マタタビ	<i>A. polygama</i>	マタタビ科
ホオノキ	<i>Magnolia. obovata</i>	
タムシバ	<i>M. salicifolia</i>	モクレン科
コブシ	<i>M. kobus</i>	
アマチャ	<i>Hydrangea settata var. thunbergii</i>	ユキノシタ科
リョウブ	<i>Clethra barvinervis</i>	リョウブ科

表-2 供試市販品一覧

商品名	原料種名	学名	科名
メグスリノキ茶	メグスリノキ	<i>Acer nikoense</i>	カエデ科
ギムネマシルベスタ茶	ギムネマシルベスタ	<i>Gymnema sylvestre</i>	ガガイモ科
カキ葉茶	カキノキ	<i>Diospyros kaki</i>	カキノキ科
羅布麻茶	ラフマ	<i>Apocynum venetum</i>	キョウチクトウ科
クワの葉茶	クワ	<i>Morus lhou</i>	クワ科
緑茶	チャノキ	<i>Camellia sinensis</i>	ツバキ科
紅茶A	チャノキ	<i>Camellia sinensis</i>	ツバキ科
紅茶B	チャノキ	<i>Camellia sinensis</i>	ツバキ科
クコ葉茶	クコ	<i>Lycium chinense</i>	ナス科
甜茶	テンチャ	<i>Rubus swavissmus</i>	バラ科
グァバ茶	バンザクロ	<i>Psidium guajava</i>	フトモモ科
ユーカリ茶	ユーカリノキ	<i>Eucalyptus globulus</i>	フトモモ科
センナ茶	センナ	<i>Cassia angustifolia</i>	マメ科
ルイボスティー	ルイボス	<i>Aspalathus linearis</i>	マメ科
バナバ茶	オオバサルスベリ	<i>Largerstroemia speciosa</i>	ミソハギ科

マチャおよびアケビの各葉部において7.2%, 6.1%, 5.7%のポリフェノールが含まれていることが認められた(図-1)。その他, コシアブラ, マタタビ, クサギおよびホオノキの各葉部では, 含量が少なく2%未満であった。

次に70%エタノール抽出液におけるポリフェノール含有率を測定した結果, 市販品において, 緑茶から抽出されたポリフェノール含量が最も高く, 乾燥重量当たり16.8%であった。次に, 紅茶A, 紅茶Bのポリフェノール含量が高く, それぞれ, 10.8, 10.0%であった。その他, グァバ茶, ユーカリ茶では, 5.8, 6.5%であった。市販のギムネマシルベスタ茶, クコ茶, クワ茶, カキ茶, センナ茶およびメグスリノキ茶では, ポリフェノール含量が低く2%以下であった。自生樹木では, アカメガシワ葉部抽出液のポリフェノール量が最も高く, 乾燥重量当たり14.3%であった。その他, タカノツメ, リョウブ, アマチャおよびアケビの各葉部において, それぞれ6.4, 5.1, 4.6, 4.1%のポリフェノールが含まれていた。本研究で, ポリフェノール含有量の測定に用いたフォリン-デニス法は, フェノール性水酸基との反応を利用して発色させ吸光分析する。しかし, 反応性は化学構造により大きく異なり, かつ, 試料に含まれる全ポリフェノールの含有率をクロロゲン酸濃度として換算して求めている。また, フォリン-デニス法では, ポリフェノール以外の物質が, 検出反応に影響する可能性がある。しかし, 現状では, ポリフェノール含有量を正確に測る簡易測定法は存在していない。

本研究で得られた緑茶や紅茶の結果は, 過去に報告されている緑茶や紅茶のポリフェノール含有量(三輪, 1978)とほぼ同じ値であった。樹木の葉部に存在する成分をスクリーニングする目的としては, 有効な方法である。

2. 各樹種の葉部抽出液におけるDPPHラジカル捕捉活性

フェノール性化合物であるポリフェノールは, ベンゼン環に結合した水酸基によりラジカルを捕捉することから, 抗酸化物質としての機能が注目されている。そこで, 熱水抽出液におけるラジカル捕捉活性を測定した結果, 市販の健康茶では, 緑茶, ユーカリ茶, 紅茶A, 紅茶Bおよびグァバ茶において捕捉活性が高く, それぞれ31.3から24.3%のラジカル捕捉活性を示した(図-2)。その他の市販品においてもラジカル捕捉活性が認められた。ギムネマシルベスタ茶, センナ茶, クコ葉茶およびメグスリノキ茶では, 捕捉活性は10%未満であった。試験に供した自生樹木では, アカメガシワとコブシの各葉部においてラジカル捕捉活性が高く, それぞれ33.5, 25.0%であった。一方, コシアブラ, マタタビおよびクサギの各葉部では, ラジカル捕捉活性が低く5%未満であった。その他の自生樹種の葉部では, 10から15%のラジカル捕捉活性を有していることが認められた。

70%エタノール抽出液におけるラジカル捕捉活性を測定した結果, 市販の健康茶では, 熱水抽出の場合と同じく, 緑茶, ユーカリ茶, 紅茶A, 紅茶Bおよびグァバ茶において高いラジカル捕捉活性を示した。緑茶, 紅茶Aおよび紅茶Bのラジカル捕捉活性は, それぞれ, 67.8, 54.8, 44.2%であった。その他, ユーカリ茶, グァバ茶には, 37.8, 31.8%のラジカル捕捉活性が認められた。クコ葉茶, メグスリノキ茶およびクコ葉茶のラジカル捕捉活性は低く, それぞれ, 1.7, 3.3, 4.0%であった。試験に供した自生樹木では, アカメガシワ葉部におけるラジカル捕捉活性が最も高く, 61.1%であった。その他, タカノツメ, タムシバおよび

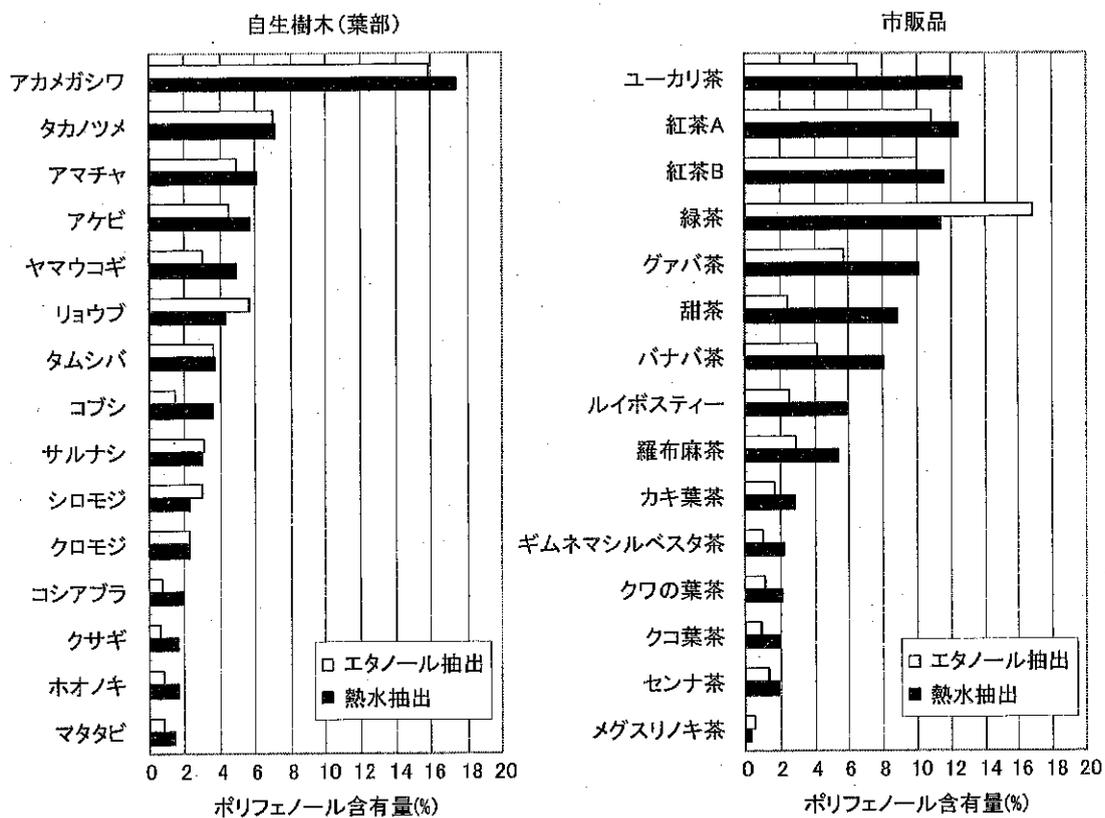


図-1 自生樹木と市販品抽出液におけるポリフェノール含有率

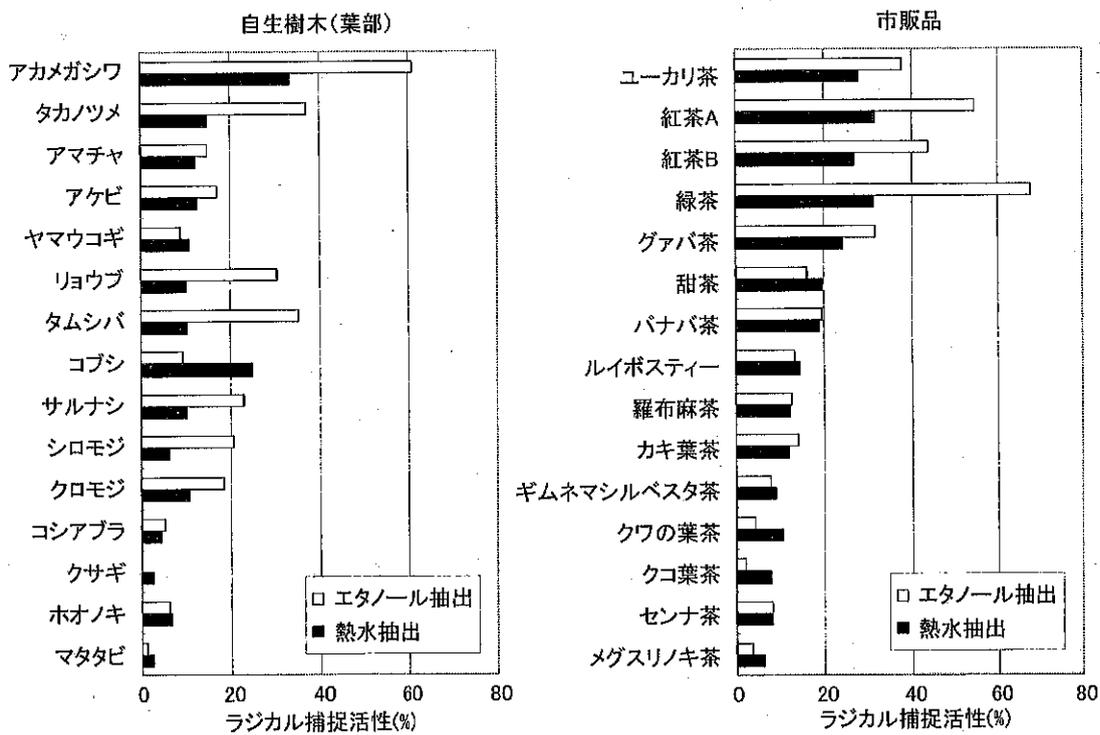


図-2 自生樹木と市販品抽出液におけるラジカル捕捉活性

リョウブの各葉部において、37.3, 35.3, 30.6% の捕捉活性が認められた。マタタビとクサギの各葉部抽出液からは、わずかなラジカル捕捉活性しか検出されず1%以下であった。

3. ポリフェノール含有率とラジカル捕捉活性の関係

15種の自生樹木から採集した葉部と市販の健康茶15種におけるポリフェノール含有率に対するDPPHラジカル捕捉活性についてプロットした結果を示した(図-3)。熱水抽出とエタノール抽出試料共に、ポリフェノール含有率が、増加するにともないラジカル捕捉活性も高まる傾向を示した(熱水抽出市販品 $R^2=0.95$, 熱水抽出自生樹木 $R^2=0.70$; エタノール抽出市販品 $R^2=0.96$, エタノール抽出自生樹木 $R^2=0.82$)。今回の試料の中で、緑茶とアカメガシワ葉部のポリフェノール含有率が高く、共に高いラジカル捕捉活性をしめした。緑茶, 紅茶A, 紅茶B, アカメガシワ, タカノツメおよびリョウブの各葉部のポリフェノール含有率に対するラジカル捕捉活性が、熱水よりもエタノール抽出液において高く、その他の試料においても同じ傾向を示す試料が多く認められた。

IV 考察

各種植物成分による生体への多様な作用が広く注目されており、抗酸化作用については、日本茶について多数報告されている(井上, 1997)。その抗酸化活性は、カテキン類の寄与が大きいと考えられている(棟久, 1999)。

今回、岐阜県内で採集した15種の自生樹木の葉部と、比較対象として葉部を原材料とする市販の健康茶における熱水とエタノール抽出液に含まれるポリフェノール含有率を測定した。緑茶, 紅茶Aおよび紅茶Bにおける熱水抽出のポリフェノール含有率は、ともに近い値を示した(図-1)。この結果は、緑茶と紅茶が同じチャノキであるためポリフェノール含有率にほとんど差がないことや緑茶と紅茶の製法過程における発酵の違いなどがポリフェノール含有率に影響しない可能性を示している。ほうじ茶では、茶葉を焙焼して製造されるがこの行程においてカテキン類が変化することが知られている(井上, 1997)。また、製造工程だけでなく、クロモジ, ヤマモモおよびアカメガシワ葉部における抗酸化活性が、採集時期により変動することが報告されている(島根農研報, 2003)。自生樹木の葉部の利用に関して、採取時期や加工などの処理によるポリフェノール含有率の変化と抗酸化活性の変動については、今後検討が必要であると考えられる。

これまでに日本茶のDPPHラジカル捕捉活性に関する研究結果から、煎茶や玉露では30倍希釈、ほうじ茶では、20倍希釈しても活性が認められている。熱水抽出した煎茶, 玉露およびほうじ茶には、それぞれ4.1, 3.2, 0.2 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の濃度でカテキン類が含まれていた(棟久, 1999)。カテキン類は、日本茶が抗酸化活性を示す主要な要因と考えられている。

熱水抽出した試料においてアカメガシワの葉部は緑茶を上回るポリフェノール含量を示した。

これまでに、アカメガシワ樹皮には、ベルゲニンおよびその誘導体(Yoshida, 1982)、多数のタンニン類などが単離され、アカメガシワの葉部には、ルチン、数種のタンニン類(Saijo, 1989; Okuda, 1978)などの抗酸化物質の存在が報告されている。本研究におけるDPPHを用いたアカメガシワのラジカル捕捉活性から、緑茶に存在するカテキン類のラジカル捕捉能に匹敵するラジカル捕捉物質が存在する可能性が示された。

ポリフェノールが含まれる食品には、様々なものがあり、国民生活センターでは、ココア(1050~3450 $\text{mg}/100\text{g}$)、チョコレート(850~1800 $\text{mg}/100\text{g}$)、赤ワイン(250~450 $\text{mg}/100\text{ml}$)などポリフェノール含有食品のリストが公表されており、ポリフェノール含

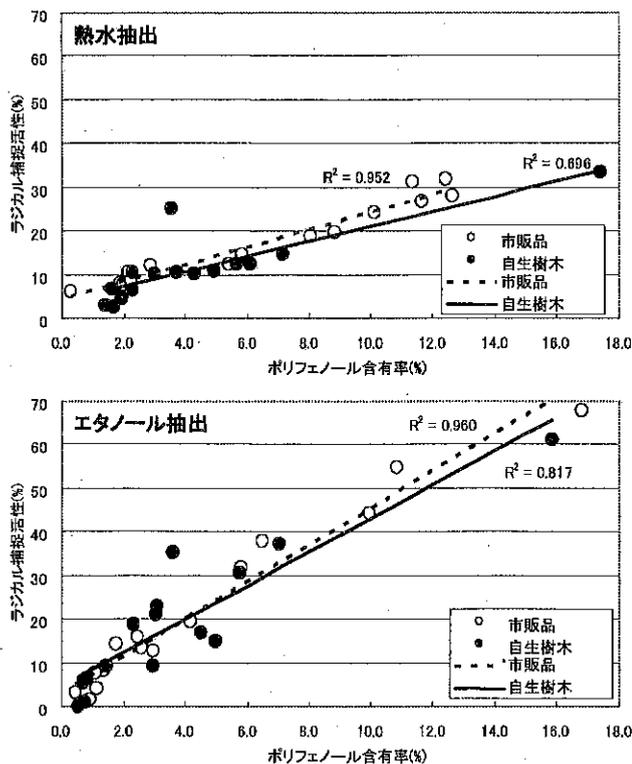


図-3 ポリフェノール含有率とラジカル捕捉活性の関係

有食品のもつ新たな機能性が期待されている。本研究において、アカメガシワ葉部の熱水およびエタノール抽出液には、高濃度のポリフェノールが含まれており、健康茶として利用開発できる素材として有望と思われる。

参考文献

- 中野実・浅田浩二・大柳善彦 (1990) 活性酸素-生物での生成・消去・作用の分子機構-共立出版 536pp
- 並木三夫・松下雪朗 (1990) 食品の品質と成分間反応 講談社 278pp.
- 鯨島正浩・善本知孝 (1981) 針葉樹樹皮のフェノール性抽出成分の特徴について. 木材学会誌 27: 491-497.
- 井上知明・大藤升美・小松正幹 (1997) 日本茶及び「健康茶」浸出液の抗酸化作用について. 京都府保環研年報 42: 7-10.
- 棟久美佐子・井上知明・小松正幹 (1999) 日本茶及び「健康茶」浸出液の抗酸化作用について(II). 京都府保環研年報 44: 20-25.

- 三輪悦夫・高柳博次・中川致之 (1978) 葉位別にみた茶葉の化学成分含量. 茶研報 47: 48-52.
- Appel HM., Govenor HL., D'Ascenzo M., Siska E., Schultz JC (2001) Limitations Folin assays of foliar phenolics in ecological studies. J. Chem. Ecol. 27:761-778.
- Yoshida T., Seno K., Takama Y., Okuda T. (1982) BERGENIN DERIVATIVES FROM MALLOTUS JAPONICUS. Phytochemistry 21:1180-1182.
- Saijo R., Nonaka G., Nishioka I. (1989) PHENOLGLUCOSIDE GALLATES FROM MALLOTUS JAPONICUS. Phytochemistry 28:2443-2446.
- Okuda T., Seno K. (1978) MALLOTUSNIC ACID AND MALLOTINIC ACID, NEW HYDROLYZABLE TANNINS FROM MALLOTUS JAPONICUS, Tetrahedron Lett., 2: 139-142.
- Saijo R., Nonaka G., Nishioka I. (1989), Tannins and related compounds. LXXXIV. Isolation and characterization of five new hydrolyzable tannins from the bark of Mallotus japonicus. Chem. Pharm. Bull., 37:2063-2070.

編集委員長 杉 山 正 典
編集委員 茂 木 靖 和
大 洞 智 宏
中 島 美 幸

平成19年3月31日

岐阜県森林研究所研究報告 第36号

発行所 岐阜県森林研究所
岐阜県美濃市曾代1128-1
TEL (0575) 33-2585
印刷所 (有)もとすいんさつ
TEL (058) 328-4529



この研究報告の本文は、古紙配合率100%再生紙を使用しています。
(表紙は古紙配合率50%の再生紙です。)