

クマの食料としてのスギ形成層周辺部糖含有量について

西 真澄美 東京農工大学大学院農学研究科
野 崎 英 吉 石川県白山自然保護センター
八 神 徳 彦 石川県林業試験場
上 馬 康 生 石川県白山自然保護センター
中 田 彩 子 東京農工大学大学院農学研究科

THE SUGAR CONTENTS OF THE SAPWOOD OF SUGI (*CRYPTOMERIA JAPONICA*) IN RELATION TO FEEDING BY THE JAPANESE BLACK BEAR (*URSUS THIBETANUS JAPONICUS*)

Masumi NISHI, *Tokyo University of Agriculture and Technology*
Eikichi NOZAKI, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*
Tokuhiko YAGAMI, *Forest Experiment Station, Ishikawa*
Yasuo UEUMA, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*
Ayako NAKADA, *Tokyo University of Agriculture and Technology*

はじめに

石川県において、昭和50年代後半から小松市大杉、新保、丸山地区を中心にツキノワグマ (*Ursus thibetanus japonicus*) によるスギ (*Cryptomeria japonica*) の剥皮被害 (以下クマ剥ぎ) が発生し (八神, 2000・2002), 平成9年から14年までの被害面積は合計で27.72ha, 被害額は9,500万円に達している (石川県農林水産部資料)。全国的にはツキノワグマによるクマ剥ぎ発生は、東海地方、紀伊半島、四国の林業地帯で林業上深刻な問題となった。昭和20年代から40年代まで太平洋側の古くからの林業地帯では捕獲奨励金を出すなどして積極的にツキノワグマを駆除したため静岡県、和歌山県、高知県、徳島県では、地域的な絶滅が危惧される程の分布域の減少となった。しかしながら、その原因についてはピネン説 (吉村・福井, 1982), 食物説 (水野・野崎, 1985) があったが、スギ形成層周辺部についての栄養学的な側面についての知見は得られないままであった。水野・野崎 (前出) は食物説のなかで、春期から夏期にかけての白山山系のクマの食料として、この地域に分布するミヤマシシウド

などの高茎草本植物に大きく依存しており、高茎草本が見られない小松市、加賀市での春から夏にかけての出没原因の一つとしている。また、八神 (2000) は小松市山間部のクマ剥ぎ発生について、夏期に食料となる高茎草本に代わる食物資源として生育してきたスギを大量に利用し始めたことを示唆した。

近年、クマ剥ぎを採食行動として捉える方向から玉谷ほか (2000) はクマの糞から得られたスギ木部のタンパク質、脂質、灰分、炭水化物について分析しているが、スギ木部は、クマが消化できない粗繊維を多く含み、タンパク質、脂肪の含有量も少ないことから、きわめて低栄養であるとしている。クマ類は、一般的にミツバチの巣を襲うなど甘みを好むことが知られているが、アメリカクロクマで給餌試験を行った結果、糖含有量の高い試料に嗜好性を示したことが報告されている (Kimball et al., 1998)。本研究では、クマにとっての食料という側面からスギ形成層付近の糖含有量に注目し、これを調べたので報告する。

なお調査にあたって、次の関係機関の協力を得た。クマ剥ぎ被害木からの試料採取に際しては、県有林の管理をおこなっている県森林管理課および石

川県林業公社小松支所に許可を得た。石川県農業総合研究センター生産環境部農産加工課太田礼子課長，三輪章志農業研究専門員，吉川基世技師をはじめとするスタッフには試料の分析に際し，分析の場の提供，手法およびデータ解析などについてご指導頂いた。

試料の採取および分析方法

今回糖含有量の分析に供した試料はクマ剥ぎのあったスギから採取した。採取地は小松市西俣の西俣県有林内の1954年に植栽されたスギ造林地であ

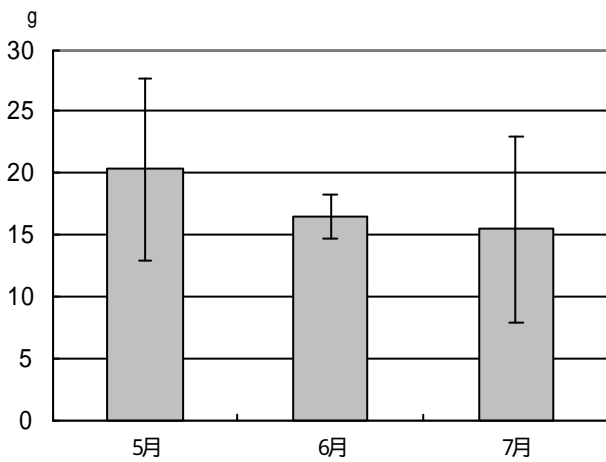


図1 スギ形成層付近の湿重量変化

る。標高300m付近の傾斜度20~30度の北西斜面に位置している。この付近でのクマ剥ぎ発生は1993年から見られた。

試料を採取したスギは，クマ剥被害木の中から胸高直径30cm以上でクマ剥ぎの剥比率が全周の4分の1以下の個体から選び，2003年5月，6月，7月，8月までの7回合計20本のスギから試料を採取した。試料は同一の個体から繰り返し採取したのももあり，今回はそれぞれ試料採取した木の初回の試料だけを用いることとし，5月，6月，7月の9，4，5の18個体分を試料に供した(表1，図1)。

試料の採取方法は，樹幹に幅10cm×長さ40cmの大きさを鑿(のみ)や鉋などで切り込みを入れ樹皮を剥いだのち，樹幹部の剥皮部分の樹液を含む形成層付近をプラスチック片等で削ぎ取り，ビニル袋に入れ持ち帰った。持ち帰った試料は重量を計測し，分析までの間冷凍保存した。

糖含有量の分析は石川県農業総合研究センターでおこなった。試料は解凍後，ガーゼで搾り取った液を遠心分離器にかけ上澄み液をイオン交換樹脂(オルガル社製 Ambarlite MB-3)で処理し，夾雑物を除去した。さらに0.45 μmのDISMICフィルター(13HP045AN)で濾過したものを試験溶液とした。糖含有量の分析には，高速液体クロマトグラフ(株島津製作所製)を用い，以下の条件で分析をおこなった。カラム:Mightsily NH2 250×4.6mm(関東科学社製)，溶液:75%アセトニトリル溶液，流量:1.0ml/分，検出器:示差屈折器(RID-10A)，サンプル注入量:10 μl，感度:ATT2。

表1 試料採取木の胸高直径及び採取資料の湿重量

資料番号	胸高直径 cm	試料採取日		
		5月19日 g	6月25日 g	7月8日 g
1	32	10.597		
2	33	18.550		
3	42	30.447		
4	37	19.760		
5	34	19.024		
6	33	11.780		
7	31	18.276		
8	33	21.115		
9	43	19.273		
10	42		14.065	
11	30		18.139	
12	40		16.303	
13	38		17.548	
14	34			17.195
15	28			25.648
16	32			18.547
17	38			8.950
18	42			7.122
平均		18.758	16.514	15.492
SD		5.691	1.803	7.554

結果

各個体から採取された試料の湿重量および検出された糖類の含有量の平均値を表2および図2に示した。採取された試料は水分と木繊維などの混じった褐色がかった乳白色から褐色の液体であった。湿重量の平均値は5月が最も高く6月まで次第に減少し，7月も減少し続けた。

糖類の分析の結果，果糖，ブドウ糖，ショ糖の3種類の糖が検出された。また，これら3種類以外にも糖類の存在がみとめられたが，微量であるため，種類の決定にはいたっていない。

すべての試料からこれら3種の糖類が検出され，その構成割合や濃度変化は，個体によってばらつきが見られた。すなわち，個別の試料毎に見ると果糖

では、5月に採取した試料番号4が最高値で17.348mg/ml、最低値は7月に採取した試料番号15の4.790 mg/mlであった。同様にブドウ糖では、5月に採取した試料番号4が最高値で13.256 mg/ml、最低値は7月に採取した試料番号17の3.892 mg/mlであった。また、シヨ糖では、5月に採取した試料番号2が最高値で29.688mg/ml、最低値は7月に採取した試料番号17の6.312 mg/mlであった。総糖濃度で見ると、5月に採取した試料番号2のものが最高値で51.537mg/ml、最低値は7月に採取した試料番号17の15.859 mg/mlであった。3種の糖類すなわち果糖、ブドウ糖、シヨ糖の構成割合を見ると、5月はそれぞれ28.5%、25.1%、46.4% (n=9)で、6月は30.2%、22.3%、47.5% (n=4)、7月は29.4%、24.4%、46.2% (n=5)とほとんどちがいはなかった。

月別の糖濃度の変化を見るためこれら3つの糖類の濃度の合計値すなわち全糖濃度で見ると、5月が最も高く38.041 mg/ml、6月は25.673 mg/ml、7月には23.519mg/mlと暫減している。それぞれの糖類毎に見ると、果糖、ブドウ糖、シヨ糖の濃度はいずれも5月がもっとも高く10.882 mg/ml、9.448 mg/ml、

糖濃度(mg/ml)

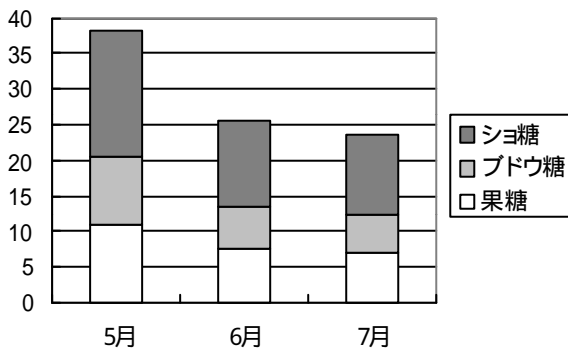


図2 スギ形成層付近の糖濃度の変化

表2 スギ形成層付近の糖濃度の変化

	果糖	ブドウ糖	シヨ糖	合計
5月	10.882	9.448	17.711	38.041
6月	7.643	5.700	12.330	25.673
7月	6.725	5.540	11.255	23.519

単位 mg/ml

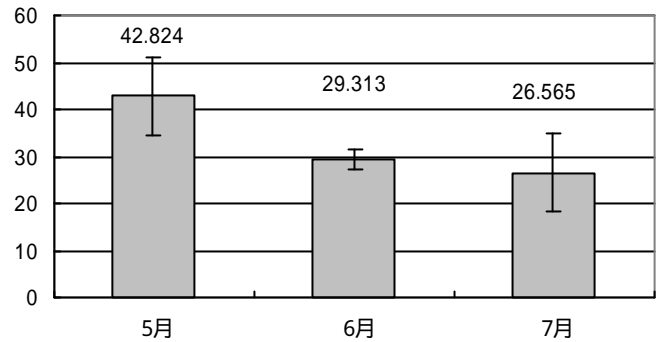


図3 スギ形成層付近の甘味度の変化

表3 スギ形成層付近の甘味度の変化

採取月	果糖	ブドウ糖	シヨ糖	合計
	甘味度(1.7)	甘味度(0.7)	甘味度(1.0)	総甘味度
5月	18.500	6.614	17.711	42.824
6月	12.993	3.990	12.330	29.313
7月	11.433	3.878	11.255	26.565

総甘味度はシヨ糖の甘味度を1とし、果糖1.7、ブドウ糖0.7として換算した。

17.711mg/mlであった。シヨ糖は7月まで暫減しているが、果糖、ブドウ糖とも6月が最も低くそれぞれ7.643mg/ml、5.976mg/mlであった。

クマにとっては、単に各糖類の濃度よりもこれらをあわせた全体としての甘みの度合いが重要と考えられる。そこで、甘味度を使ってスギ形成層付近の変化を知るためシヨ糖を1とした換算値を用いることとした。シヨ糖を1とした場合、果糖は1.7倍、ブドウ糖は0.7倍を乗じた値となる(表3)。図3のように5月の単位面積あたりの甘味度は42.8と高いが、6月は29.3に減少し、7月は26.5に減少することがわかった。

すなわち、クマが摂食可能なスギの形成層付近の甘味の豊富な時期と、石川県小松市におけるクマ剥ぎの発生時期である5月から6月までの期間と一致していた。

考 察

ツキノワグマによる、樹木にたいする剥皮例についてWatanabe(1980)はスギの他に、ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa*)、サワラ(*Chamaecyparis picifera*)、モミ(*Abies firma*)、シラビソ(*Abies veichii*)、オオシラビソ(*Abies mariesi*)、ウラジロモミ(*Abies homolepis*)、ツガ(*Tsuga sieboldii*)、アスナノ(*Thujaopsis dolabrata*)、ヒメコマツ(*Pinus pentaphylla var. himekomatsu*)、アカマツ(*Pinus densiflora*)、カラマツ(*Larix leptlepis*)、パラモミ(*Picea polita*)、トウヒ(*Picea Jezoensis var. hondoensis*)、コウヤマキ(*Sciadopitys verticillata*)をあげている。

石川県におけるスギ造林木に対するクマ剥ぎ被害については八神(2000)がまとめている。それによると被害を受ける造林木はスギとまれにヒノキがあり、胸高直径は25cm以上で、林内でも成長のよい木の方が被害を受けやすいと報告している。その分布は、白山麓では鳥越村、尾口村、白峰村、小松市新保・丸山地区、同市大杉地区、山中町、加賀市で見られている。また、天然林内でも見られると報告している。また、八神(2002)は被害の発生が短期間に集中して発生することもあると報告している。

実際に、ツキノワグマによる樹木に対する剥皮は、白山の天然林内でも、オオシラビソ、キタゴヨウ(*Pinus pentaphylla*)、ヒノキ、スギに対してみられている。しかし、これらの被害木は散在しており、中には何度も加害を受けているものもあるが、植林地における被害発生のように群発して大きな被害になることはない。

本報告において、小松市西俣県有林内のスギ植林木の糖濃度は、被害発生期の5月から6月には5月の平均値が最大で48.8mg/ml(およそ4.8%)、最小は28.3mg/ml(2.8%)であった。

そのほか哺乳類による樹木被害や樹皮食についての成分分析は、ニホンザルが長野県でヒノキの樹皮やカラマツの枝先を摂食するため、岡田(1996)および岡田・小山(1997)がヒノキについて、また岡田・船越(2000)がカラマツについて報告している。これらの研究では、糖の分析ではないため、どの程度の糖が含まれていたかは不明であるが、糖は可溶性無窒素分の一部として分析されササと比較して含有量が多いことが示されている。また、春日ほか(2002)はシラカンバとカラマツの可溶性蛋白質と

糖質の季節変動について報告しているが、その中で2月に採取されたカラマツ試料から35 $\mu\text{mol/gFW}$ のブドウ糖、33 $\mu\text{mol/gFW}$ の果糖、16 $\mu\text{mol/gFW}$ のシヨ糖を検出している。

広葉樹の樹液に関しては、シラカンバ(*Betula plataphylla var. japonica*) (姉帯ら, 2000) およびイタヤカエデ(*Acer mono*)とオニグルミ(*Juglans ailanthifolia*) (姉帯ほか, 2001)の成分について調べられている。シラカンバの糖は、主成分は果糖およびブドウ糖で、それぞれ2.4~7.3mg/mlおよび1.3~5.3mg/ml、シヨ糖は0.1~2.1mg/mlで、ガラクトースは検出されなかった、またイタヤカエデとオニグルミでは果糖、ブドウ糖、シヨ糖を合計した全糖濃度はそれぞれ10.4~15.8mg/mlと12.0~27.7mg/mlと報告されている。

スギ形成層付近に含まれる糖濃度は5月の最小値でも、カラマツやヒノキまたシラカンバ、イタヤカエデ、オニグルミと比べても高くツキノワグマがこれに誘引されて被害を起こしていることが推定された。

今回、胸高直径と糖濃度とのあいだには関係が見られなかった。成長量の大きいスギほど形成層付近の湿重量が多くなると考えられ、クマが好んで摂食の対象にすることが理解できる。

また、スギの形成層付近の糖濃度を考えると、もっと他の哺乳類に利用され得ることも考えられるが、スギの皮を剥いで摂食する行動はツキノワグマに特有である。摂食跡から推定すると、スギの皮を上下顎の犬歯で形成層付近まで深く貫き通し、樹皮を噛んだままを引きはがした後、形成層付近を主に上顎の切歯でこそぎ取るようにしている。しかし、クマ以外の哺乳類では剥皮に要する筋力および発達した犬歯などの器官が不足するため、剥皮が困難であると考えられ、そのためクマ以外ではスギの形成層の摂食利用がなされない。また、クマ剥ぎ発生期の季節的な樹皮の剥がれやすさ(山田ほか, 1992)も指摘されており、物理的な引っ張り力との関係などクマ剥ぎ発生メカニズムの解明も必要であろう。

アメリカクロクマによる樹皮食について、ダグラスファー(*Pseudotsuga mezesii*)、ヘムロック(*Tsuga heterophylla*)、ウェスタンレッドシーダー(*Thuja plicata*)、アカニレ(*Alnus rubra*)の4種の樹種の形成層付近の化学的構成を調べたRadwan(1969)は、糖濃度は湿重で1.8~4.36%であったことを報告

している。本報告において、糖濃度の平均値は2.66～3.59% (w/v)であった。Radwan (前出) は、この中で被害発生地と被害無発生地の樹木の糖濃度にはちがいがみられなかったことから、クマと生息地に関する研究を同時に研究すること以外に十分に理解する方法はないと述べている。

今回は、糖濃度だけの分析であったが、スギ形成層付近に含まれる、粗タンパク、粗脂肪、アミノ酸などの他の有機栄養素についてもさらに明らかにする必要がある。また、クマがスギ形成層付近を採食することにこだわる理由は、クマの側の生態的、生理的側面、たとえば雌雄差、年齢、繁殖状態などの要素を加えた分析をする必要がある。その点で八神ら (2003) が報告している当歳子を持った母グマが越冬穴付近のスギ植林地内でクマ剥ぎをした例は、このクマがクマ剥ぎをする必然性について説明できる大きな示唆を与えている。

文 献

堀内みどり・林進・吉田洋・羽澄俊裕 (2000) 糞分析から見たニホンツキノワグマの食性 - 岐阜県本巣郡根尾村における事例 - . 中部森林研究, No. 48, 9-12 .
春日 純・荒川圭太・船田良・藤川清三 (2002) シラカンバ, カラマツの木部柔細胞に蓄積する可溶性蛋白質・糖

質の季節変動 . 第52回日本木材学会大会研究発表要旨集, 42 .
Kimball B.A., D.L. Nolte, R.M. Engeman, J.J. Johnson, F.R. Stermitz (1998) Chemically mediated foraging preference of black bear. Journal of Mammalogy, 79(2), 448-456.
水野昭憲・野崎英吉 (1985) 白山山系のツキノワグマの食性 . 森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究 . 環境庁自然保護局, 38-43 .
水野昭憲・野崎英吉・八神徳彦 (1985) 白山山系のツキノワグマの生息状況 . 森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究 . 環境庁自然保護局, 9-21 .
Radwan M.A. (1969) Chemical composition of the sapwood of four tree species in relation to feeding by the black bear. Forest Science, 15(1), 11-16.
玉谷宏夫・佐宗文暁・高柳 敦 (2000) 採食行動としてのクマ八ギ . 第111回日本林学会講演要旨集2000, 338 .
八神徳彦 (2000) 石川県におけるクマ剥ぎ被害の現状 (第1報) . 石川県林業試験場研究報告, No. 31, 30-34 .
八神徳彦 (2002) 短期発生型のクマ剥ぎ劇害地の被害状況と防護の可能性 . 石川県林業試験場研究報告No. 33, 3-5 .
八神徳彦 (2002) クマ剥ぎ防護ネットの効果と施工性 . 中部森林研究, No. 50, 75-76 .
八神徳彦・西真澄美・野崎英吉 (2003) 子連れツキノワグマによるスギ剥皮被害例 . 中部森林研究, No. 51, 171-172 .
吉村健次郎・福井宏至 (1982) ニホンツキノワグマによる森林の被害と防除に関する研究 . 京都大学演習林報告, 54, 1-15 .

付表 各資料毎の糖濃度計測値

試料採取日	資料番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均	SD
2003.5.19	果糖	13.868	11.953	7.911	17.348	8.607	6.837	12.191	7.660	11.565	10.882	3.442
	ブドウ糖	11.292	9.896	8.262	13.256	7.314	6.584	10.714	9.174	8.542	9.448	2.085
	シヨ糖	14.995	29.688	18.539	15.434	20.757	21.127	14.798	11.675	12.383	17.711	5.601
	総糖 (mg/ml)	40.155	51.537	34.712	46.038	36.678	34.548	37.703	28.509	32.490	38.041	7.049

試料採取日	資料番号	10	11	12	13	平均	SD
2003.6.25	果糖	7.119	6.508	9.145	7.800	7.643	1.132
	ブドウ糖	5.976	5.544	5.342	5.938	5.700	0.308
	シヨ糖	10.770	16.461	8.806	13.282	12.330	3.308
	総糖 (mg/ml)	23.865	28.513	23.293	27.020	25.673	2.504

試料採取日	資料番号	14	15	16	17	18	平均	SD
2003.7.8	果糖	7.560	4.790	9.265	5.655	6.355	6.725	1.745
	ブドウ糖	5.818	6.032	6.400	3.892	5.556	5.540	0.971
	シヨ糖	10.639	12.068	19.811	6.312	7.443	11.255	5.320
	総糖 (mg/ml)	24.017	22.890	35.476	15.859	19.354	23.519	7.410