

北の森だより

Vol.9 平成24年12月

目次



研究紹介

1. CO₂濃度の増加に対するエゾノキヌヤナギの生理応答
北岡 哲、宇都木 玄、上村 章 2
2. 長期間の施肥は人工林の成長を向上させるか？
相澤 州平 4
3. 林産物としてのエゾシカ肉を衛生的に管理する
松浦 友紀子 6



報告 8

- ・ 一般公開
- ・ サマーサイエンスキャンプ 2012
- ・ 「2012 サイエンスパーク」、「わくわく夏休み子ども見学デー」 出展
- ・ 北海道国有林森林・林業技術協議会 現地検討会



1. CO₂濃度の増加に対するエゾノキヌヤナギの生理応答

特別研究員 北岡 哲 ・ チーム長 (CO₂収支担当) 宇都木 玄

(現: 植物生態研究領域)

植物土壌系研究グループ 上村 章

はじめに

ヤナギ属(*Salix*)の樹木は北半球の暖帯から寒帯にかけて広く分布し、バイオマス資源としての利用が期待されることから、育種や栽培実験が開始されています。

一方、産業革命以降 CO₂濃度の増加速度は、地球誕生以来植物が経験したことの無いほど急激なものです。こうした将来にわたる CO₂濃度の増加は、植物にどのような影響を与えるのでしょうか？単純には、光合成の基質となる二酸化炭素が増えるので、植物の成長量は増えそうなのですか？

ヤナギ類の CO₂濃度増加に対する生理応答は多くの部分が未解明です。したがって、高 CO₂がヤナギに与える影響を明らかにすることは、将来のヤナギバイオマス生産にとって重要な課題です。本研究では河川上流から下流まで広く分布し、また高バイオマス生産が期待されるエゾノキヌヤナギ(*Salix pet-susu*)に注目し、高 CO₂に対する光合成反応を解明しました。

CO₂の増加は葉の性質を変える？

我々は現在の CO₂濃度である 370ppm とその約2倍にあたる 720ppm の2条件でヤナギを栽培し、CO₂濃度の増加がヤナギの葉に与える影響を調べ

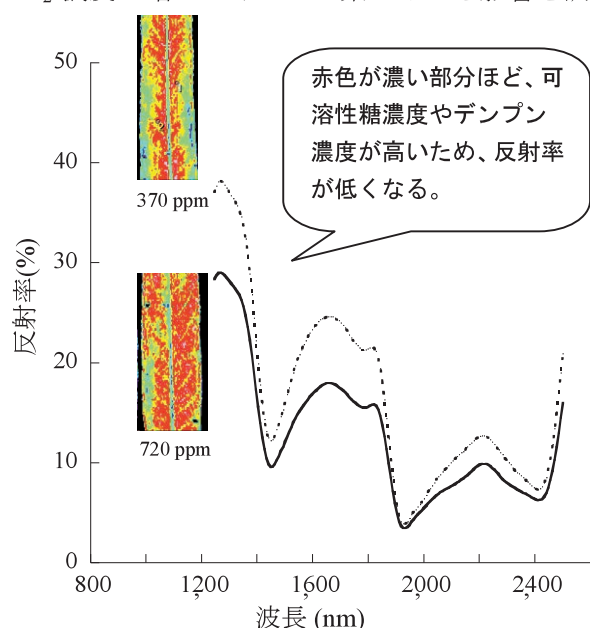


図-1 異なるCO₂濃度で育てたエゾノキヌヤナギの分光特性

370ppm と 720ppm で育てた葉では、1,200nm、1,600nm 付近、2,200nm 付近の反射率が大きく異なる。

ました。CO₂条件以外は、温度や日長等、現在の条件と同等に設定しました。葉に着目したのは、葉は光合成を行い、その同化産物と窒素からタンパク質の元になるアミノ酸を作るなど、様々な生理活動の中心の場であるからです。

3か月間にわたる試験の結果、高 CO₂で栽培した試料は、現在の CO₂濃度で栽培した試料とは異なる性質を示すことがわかってきました。特に顕著なのが、葉内で作られた物質の濃度です。図-1に近赤外分光法という手法を用い、凍結乾燥した葉の分光特性を調べた結果を示します。近赤外分光法とは、近赤外光を試料に照射し、光の反射率を測定することで、試料中の成分と濃度を測定する技術です。これは各成分の分子量によって光の吸収波長とその強度が異なることを利用した分析方法です。非破壊で迅速な測定が可能になるため、食品分析では糖類やタンパク質の定量に応用されています。

高 CO₂で育てた試料は、通常の試料とは異なる分光特性を示しました。このような分光特性の違いは、葉に含まれる可用性糖濃度やデンプン濃度などに差が生じていることを示します。合わせて行った化学分析の結果でも、高 CO₂条件で栽培した材料では、可溶性糖濃度およびデンプン濃度が高くなりました(表-1)。一方、葉の窒素濃度は高 CO₂条件で減少しました。葉の窒素濃度は光合成能力に関わっており、窒素濃度の高い葉は高い光合成能力を持つことが明らかになっています。このことから、720ppm で育てた試料で光合成能力が低下することが予想され、実際に光合成速度や光合成の活性(V_{cmax}, J_{max})が低下する傾向がみられました(表-1)。

表-1 異なるCO₂濃度で育てたエゾノキヌヤナギの葉の特性

	370ppm	720ppm
光合成速度 (μmol m ⁻² s ⁻¹)	18.0 - 20.1	14.88 - 16.15
窒素濃度 (mg g ⁻¹)	17.30 - 23.36	10.35 - 12.43
V _{cmax} (μmol m ⁻² s ⁻¹)	60.03 - 72.48	26.49 - 45.20
J _{max} (μmol m ⁻² s ⁻¹)	89.98 - 103.02	69.72 - 83.40
デンプン濃度 (%)	1.08 - 3.04	9.32 - 10.18
可溶性糖濃度 (%)	13.84 - 15.33	16.14 - 18.50

370ppm の値と、720ppm の値は、全項目で有意差がある(p<0.05)。

代謝物から高CO₂の影響をより詳しく知る

それではなぜ高CO₂の試料では糖類やデンプン濃度が増加し、葉の窒素濃度が減少したのでしょうか？

我々は葉の代謝物を調べることで、この間を説明できないかと考えました。代謝とは外部から取り入れた物質を基に、生命の維持に必要な糖リン酸、アミノ酸、有機酸などの代謝物を作る化学変化のことです。

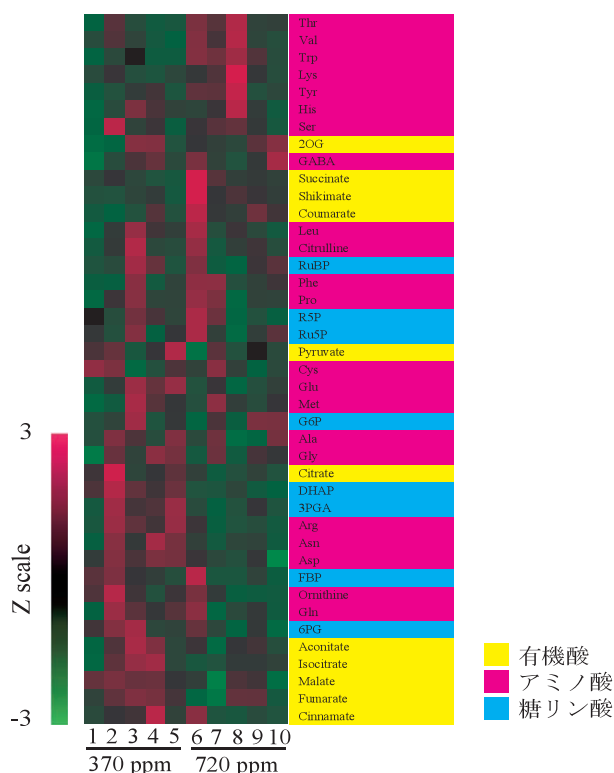


図-2 異なるCO₂濃度で育てたエゾノキヌヤナギの代謝物濃度のヒートマップ図
1-10の数値はサンプル番号を表す。

我々は異なるCO₂濃度で育てた葉の代謝物質濃度を網羅的に調べることで、図-2のようなヒートマップ図を作成しました。色の濃さが相対的な量の違いを示し、赤色に近づくほど対応物質の濃度が高くなり、緑色が濃くなるほど濃度が低くなることを示しています。高CO₂(720ppm)では解糖系、クエン酸(TCA)回路に関わる代謝物(Citrate, Isocitrate, Malate, Aconitate など)の減少がみられました。解糖系は糖類やデンプンを用いてクエン酸回路のスタート物質であるピルビン酸(pyruvate)を供給します。またクエン酸回路の中間代謝物である2-オキソグルタル酸(2-OG)とグルタミン酸(Glu)濃度の低下が高CO₂の試料でみられました(図-3を参照)。これらの物質は窒素からタンパク質を構成するアミノ酸を作るのに重要な役割を担っています。したがって高CO₂環境下では窒素供給不

足でアミノ酸代謝系に異常が生じ、糖類やデンプンが解糖系に消費されないことが考えられました。このことは、最終的に炭素を光エネルギーで固定するカルビン回路の活性を低下させると推測されます。

このように高CO₂環境におかれた葉は、代謝機能不全により、表-1に示した「光合成速度の低下」が引き起こされると考えられました。しかし実際のフィールドにおけるCO₂暴露実験(FACEと言う)では、高CO₂による植物生産量の増収が観察されています。またこの増収の強度も草本植物、木本植物、穀物類で大きなバリエーションがみとめられており、今後は個葉レベルでの知見を個体レベルに拡張しながら、将来の高CO₂問題を解決していく必要があります。

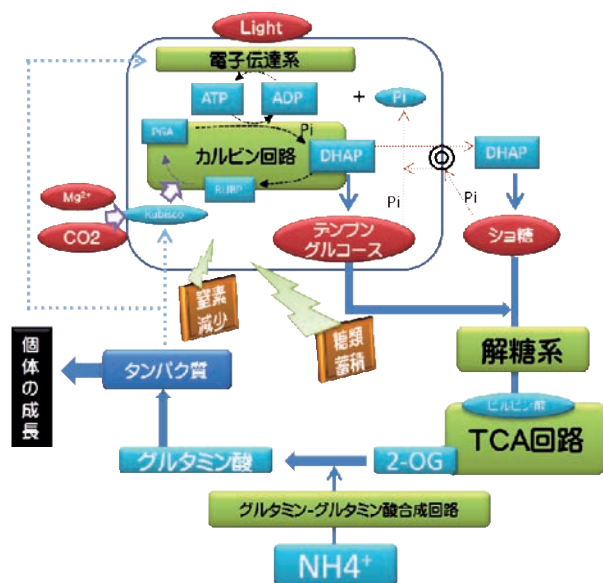


図-3 葉内の光合成回路と代謝物の流れ

まとめ

高CO₂環境下で育てたエゾノキヌヤナギでは葉の可溶性糖類とデンプンが増加し、窒素の濃度や光合成活性が低下していることがわかりました。

このような結果が得られた理由として、解糖系やクエン酸回路の代謝物濃度の低下が推察されました。これらの成果は将来の高CO₂環境下におけるヤナギの持続可能な生産や収量向上のための育種選抜にとって有用な基礎情報になると考えられます。

謝辞

本研究の成果は「(独)農研機構・生物系特定産業技術研究支援センターのイノベーション創出基礎的研究推進事業」の支援によります。

2. 長期間の施肥は人工林の成長を向上させるか？

植物土壌系研究グループ 相澤州平

はじめに

森林総合研究所北海道支所の林地肥培モデル実験林は、樹木の成長や養分循環に及ぼす施肥の効果を明らかにするために設定され、北海道において林業上重要な針葉樹であるトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツと、有用広葉樹のウダイカンバを対象に造林初期の成長過程と施肥の影響が調査されました。成林した後も施肥が継続され、土壌環境長期モニタリング試験林として窒素等の高負荷条件での森林の成長を追跡しています。本研究では2010年に行った樹高と胸高直径の調査結果を過去のデータと合わせて長期間にわたる施肥の影響を調べました⁽¹⁾。

試験地の設定と経過

試験地は森林総合研究所北海道支所構内にあります。札幌市街地の南東端の丘陵に位置し、地形はほぼ平坦で標高約150m、平均気温7.2℃、平均年降水量933mm、土壌は火山放出物を母材とする適潤性黒色土および適潤性淡黒色土です。

1973年10月にトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、1974年4月にウダイカンバを植栽しました(図-1)。植栽間隔は針葉樹は1.6m×1.6m(3,906本/ha)、ウダイカンバは1.2m×1.4m(5,952本/ha)です。トドマツ、ウダイカンバは15本×11~13列、エゾマツ、アカエゾマツは10本×10列の試験区に分け、1978年に施肥を開始しました。針葉樹はN(チッ素)、P(リン酸)、K(カリウム)を施用した区(NPK区)と施肥しない区(無施肥区)の2回繰り返し計4試験区、トドマツはそのほかN、Pを施用した区(NP区)と無施肥区の2回繰り返し計4試験区を設定し、ウダイカンバはNPK区、無施肥区の2回繰り返し計4試験区とNP区を1つ設定しました。繰り返しのある施肥区の片方は6年間で施肥を中止し、NPK6年区、NP6年区としました。

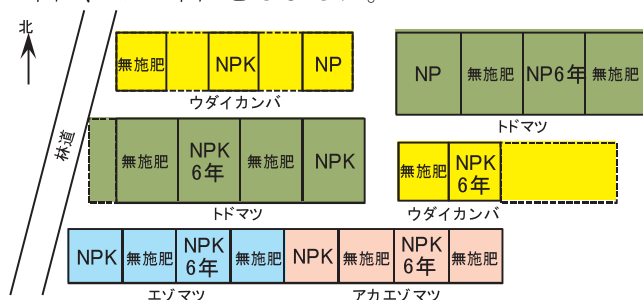


図-1 試験地の配置

肥料は NPK 区はマルリンスーパー1号(N : P₂O₅ : K₂O = 24 : 16 : 11)、NP 区は硫酸アンモニウムと過リン酸石灰を使用しました。4回目まではそれぞれ前回の10%増しの量を施肥し、それ以降は同量(Nで針葉樹は125 kg/ha、ウダイカンバは285 kg/ha)としました。ウダイカンバは立木密度が減少したため、9回目以降は施肥量を減らしました(Nで110 kg/ha)。その後は若干の変動はありますがほぼ一定量の施肥を行っています。2010年までの施肥量はNで6年施肥区が針葉樹684 kg/ha、ウダイカンバ1,565 kg/haであり、連年施肥区が針葉樹約4,000~4,400 kg/ha、ウダイカンバ約4,900 kg/ha(NPK区)と約5,900 kg/ha(NP区)でした。

針葉樹では1995年頃から枯死木が増加し始めました。トドマツのNPK区、NPK6年区と隣接する無施肥区では1998年~2003年に本数で15~22%の間伐を木のサイズに関係なく行い、エゾマツ、アカエゾマツでは2003年に劣勢木を中心に本数で15~25%の間伐を行いました。トドマツNP6年区と隣接する無施肥区では1983年にトドマツ枝枯病が発生しました。トドマツNPK6年区は2003年の間伐後に冠雪害により立木密度が大幅に減少しました。2010年10月の大雪でアカエゾマツ無施肥区で各1本の梢端が折れ、ウダイカンバで約15本の幹、梢端、大枝等が折れました。

測定項目

継続して調査しているのは植栽木の成長量と表層土壌の化学性です。そのほか、葉分析、伐倒木の樹幹解析や林内雨、樹幹流の分析等を行っています。樹高は1978年から1982年まで毎木調査、その後1997年まで不定期に毎木調査または各試験区9本の代表木の測定を行い、2010年に毎木調査を行いました。胸高直径は針葉樹では1980年、ウダイカンバでは1978年から1~3年おきに毎木調査を行い、2000年以降は毎年毎木調査を行いました。表層土壌は、施肥前の1976年から2007年までほぼ3年おきに各試験区9地点から直径5cmの採土器を用いて鋳質土層表面から10cmまでを採取し(施肥前は試験地内10地点から深さ20cmまで)、pH(H₂O)、EC、C、Nを測定しました。

結果と考察

2010 年の樹高はトドマツ、アカエゾマツ、ウダイカンバで施肥区および 6 年施肥区が無施肥区より大きく、エゾマツは NPK6 年区が他より大きい値でした(図-2)。直径はトドマツとウダイカンバで施肥区が無施肥区より大きい値でした(図-3)。成長経過をみると、施肥開始 4 年目の 1982 年には既に直径、樹高とも施肥区の方が無施肥区より大きく、成長差は 1985 年頃まで拡大しました。樹高はエゾマツ以外は連年施肥区、6 年施肥区とも無施肥区との差をそのまま維持しましたが、直径は施肥による増加が大きかったウダイカンバ、トドマツでは施肥終了後次第に無施肥区との差が縮小しました。これら結果は植栽後 21 年間のトドマツの樹高成長に関する真田らの報告⁽²⁾や、施肥開始 25 年後のエゾマツとアカエゾマツのバイオマスに及ぼす施肥の影響に関する田中らの報告⁽⁵⁾と一致します。施肥開始から 32 年経過した 2010 年でも同様の傾向が継続していることから、初期の施肥は長期にわたって樹高を高めを保つ効果があると考えられます。一方、連年施肥区の樹高成長が 6 年施肥区と大きな差がないことから、ある程度以上の林齢に達してからは施肥による過剰な養分供給は樹高成長の増加には寄与しないといえます。

土壌の pH は植栽木の成長とともに低下し、施肥区では低下が顕著でした。NPK 区ではアカエゾマツの pH 低下が顕著で、2007 年には 4.4 を示しました。NP 区は NPK 区より pH の低下が顕著で、2007 年には pH4.2~4.3 を示しました。無施肥区と NPK6 年区では 1995 年頃から pH はほぼ一定の値を示しましたが、アカエゾマツは無施肥区も pH が低下し続けました。土壌 pH の低下傾向は真田ら⁽³⁾や高橋ら⁽⁴⁾による施肥開始 20 年後までの結果と同様であり、施肥区やアカエゾマツでは pH の低下がさらに進行していました。pH が低下している試験区では C、N 含有率が増加していました。施肥が有機物の動態に影響を与えていると考えられます。2010 年においても施肥区の成長が衰えていないことから、pH 低下が成長に悪影響を与えている可能性は低いと考えられます。しかし NP 区やアカエゾマツ NPK 区では可溶性のアルミニウムが増加するとされる pH4.5 以下の値を示しており、今後 pH 低下が続くとアルミニウムによる障害等が生じる恐れがあります。酸性化の進行により土壌と植栽木の状態が大きく変化する可能性も考えられるため、林木と土壌の継続的なモニタリングが必要です。

引用文献

- (1)相澤州平・伊藤江利子・橋本徹・阪田匡司・酒井寿夫・田中永晴・高橋正通・松浦陽次郎・真田勝(2012)トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツおよびウダイカンバ人工林の 37 年間の成長経過と施肥の影響.北方森林研究 60:93-99
- (2)真田勝・大友玲子・真田悦子(1995)トドマツ肥培林の成長と当年葉の養分濃度－施肥 17 年間の養分濃度の変動－.日本林学会論文集 106:223-224
- (3)真田勝・大友玲子・真田悦子(1997)林地肥培林における表層土壌の変化－植栽から 20 年のモニタリング－.日本林学会論文集 108:201-202
- (4)高橋正通・真田勝・松浦陽次郎・尾根澤久枝(1999)北方常緑針葉樹の人工林発達に伴う土壌交換性塩基の動態.日本林学会大会学術講演集 110:525
- (5)田中永晴・酒井佳美・酒井寿夫・石塚成宏・松浦陽次郎・高橋正通・小野賢二(2004)25 年間連年施肥がエゾマツおよびアカエゾマツの地上部バイオマス量に及ぼした影響.日本林学会大会学術講演集 115:514

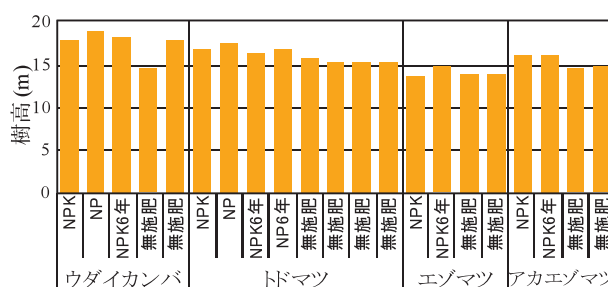


図-2 2010 年の平均樹高

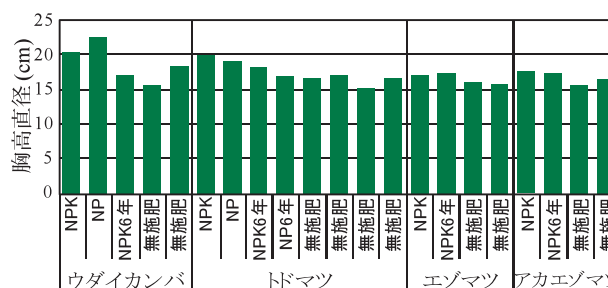


図-3 2010 年の平均胸高直径

3. 林産物としてのエゾシカ肉を衛生的に管理する

森林生物研究グループ 松浦友紀子

ニホンジカの現状

ここ数年、シカ的话题を耳にする機会が増えているのではないのでしょうか。農林業被害や交通事故など、人間との軋轢が増加し、害獣としてみなされることが多いようです。シカ問題は北海道にとどまらず、日本全国で適切な管理方法が模索されています。一方でシカは「特用林産物」と位置付けられており、森林から産出される資源でもあります。そもそも日本人は昔から、シカの肉や皮、角を利用してきました。江戸時代には、獣肉専門店(ももんじ屋)もあり、狩猟で得た肉を食べていました。現代の日本では、シカ食文化が忘れられ、なじみのない肉になってしまっているかもしれませんが、害獣として駆除するだけではなく、資源として利用しつつ管理することが重要です。

シカ肉流通における日本の課題

ただし日本の場合、野生動物を食資源として利用する際に最も重要となる、衛生管理の体制が整備されていません。家畜の場合は、と殺してから消費者に届くまでの衛生管理が法律で定められていますが、シカのような野生動物の場合、捕獲から枝肉(臓器、皮、頭部、足を切除したあとの、骨格に筋肉が付いている状態のもの)になる部分に対応する法律がないのです。そこで、いくつかの県では独自にマニュアルやガイドラインを作成していますが、そこで推奨されている解体処理方法は家畜に準じているため、野生動物には適用しにくい面もあります。

そこで、シカ肉流通が盛んな英国の解体処理方法を調べたところ、野生動物に特化した方法となっていました。まず大きな違いは、日本では認められていない捕獲現場での内臓摘出が認められているところです。

野外でも衛生的な内臓摘出はできる！

英国では、捕殺後できる限り速やかに内臓を摘出することが衛生的であるとされています。そのため、捕獲現場での内臓摘出が認められているのです。一方日本の場合は、野外で内臓摘出した場合の衛生状態に不安があることが、野外での内臓摘出が認められていない一因になっています。両者とも衛生状態に気をつけている点は同じですが、まったく異なる手段をとって

いるのです。

そこで私たちは、ニホンジカの亜種であるエゾシカを対象とし、実際野外で内臓摘出した場合の衛生状態を明らかにすることにしました。野外で内臓摘出するといっても、葉や土の上で死体を転がしながら行うわけではなく、英国のマニュアルを参考に、衛生的な処理を心がけて行いました。その結果、汚染の指標として一般的に用いられている一般生菌数は、低い値を示し、汚染の目安となる 10^4cfu/cm^2 よりだいぶ低いことがわかりました(図-1)。積雪期、非積雪期の低温期(10°C 以下)、高温期(10°C 以上)にわけると、気温が高いほうが一般生菌数も高くなりますが、それでも 10^2cfu/cm^2 程度と低い値でした。大腸菌、サルモネラ、カンピロバクターなどの主な食中毒菌も検出されず、非常に衛生的に処理されていることが明らかになりました。

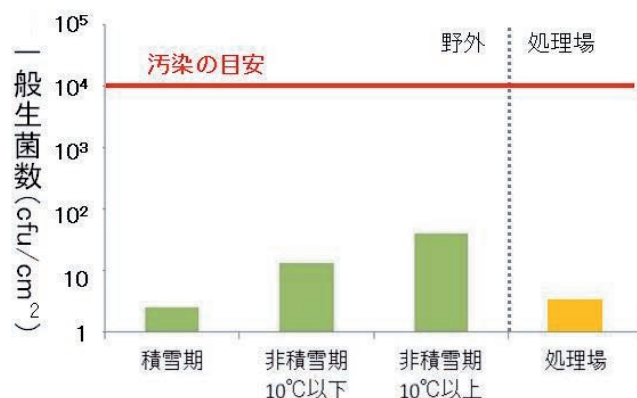


図-1 野外で内臓摘出した枝肉と解体処理場で内臓摘出した枝肉の一般生菌数の比較。汚染の目安である 10^4cfu/cm^2 をどちらも下回っています。

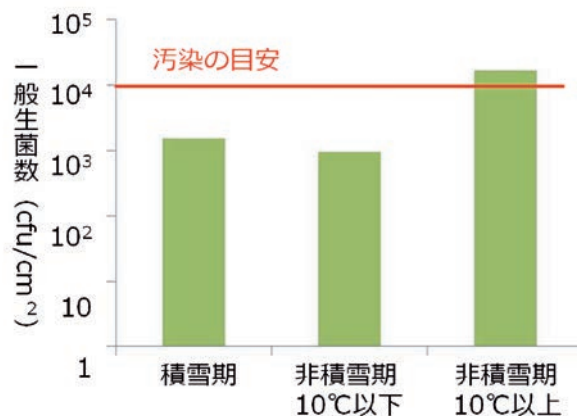


図-2 捕獲直後のシカ皮毛における一般生菌数の季節変化

つまり、今回実施したような方法で行えば、野外(補殺現場)でも衛生的な解体処理が可能です。解体中とくに注意が必要なのは、内臓と皮毛の扱いです。内臓には人に食中毒を引き起こす細菌が多く存在しています。また、皮毛にも多くの菌が付いています(図-2)。そのため、解体や運搬の際に、内臓や皮毛が肉につかないように注意する必要があります。このように技術的には野外での衛生的な内臓摘出は可能ですが、正しい方法で行うことが大切なため、日本に取り入れる際には、まず適切に内臓摘出された肉かを客観的に判断できる仕組み作りが必要になります。

シカ食先進国の例

ここで参考になるのが、すでに野外での内臓摘出を取り入れている英国の事例です。英国では、シカ肉を扱うすべての人にシカ肉を安全に扱うことの法的義務が課せられています(EU 食品安全規則)。この法律のもと、シカ肉を流通させる場合は、食肉として適しているかを判断する検査が必要であり、それを証明するタグをと体に添付することが義務づけられています(図-3左)。検査は、獣肉検査の資格を持った人により行われます。この資格者により、動物が捕獲前に異常行動をしていなかったか、解体中に汚染されなかったか、内臓に異常はないか、などが検査されます。捕獲時から検査が始まるため、狩猟者の役割がとても重要です。獣肉検査資格は訓練と検定を受ける必要がありますが、この検定にはいくつかの種類があります。英国では、獣肉検査資格が含まれるシカ猟認証(Deer Stalking Certificate)をすべての狩猟者に取得するよう勧めています(図-3右)。

流通にまわすシカに添付するタグには、「EU Regulation 853/2004 に従って、補殺前の異常行動がなく、汚染がないことを申告する。頭、臓器(胸腔内、腹腔内)を検査し異常は観察されなかった。」の文言とともに、野獣肉検査資格者のサインと資格番号が記されます。これにより、肉のトレーサビリティが担保できるのです。英国ではこのように、①流通されるシカの衛生管理が法律で整備されており、その中で②獣肉検査資格者による肉の検査および③それを証明するタグの添付が義務付けられている点が、日本の大きな違いです。捕獲現場で内臓摘出する場合も、当然同様の検査が求められるため、汚染されず食肉に適しているものだけが流通するのです。



図-3 左. 英国林業委員会の保管庫に吊下げられているシカ。左後肢にタグがつけられています。
右. 獣肉検査資格が含まれるシカ猟認証の証明書とバッジ。

安心安全なシカ肉の流通のために

英国の例を参考に、日本における安心安全なシカ肉の流通を進めていくためには、資格所持者による肉の検査体制の整備が必要なのではないでしょうか。これは内臓摘出を行う場所に関わらず、導入することが望ましいと考えられます。またこれにより、英国同様野外での内臓摘出も可能になると考えられます。その他の問題として、日本では狩猟者が衛生管理の概念や方法を学ぶ場所がほとんどないことがあげられます。捕獲の現場に立ち会うのは狩猟者であり、野生動物であるシカを食資源にする第一歩を担う人間として、衛生管理の知識が必須です。狩猟者向けの衛生的な解体処理テキストの作成や、研修会の実施などが必要でしょう。

シカ肉は栄養面でも優れた食材ですが、何といても一番の魅力は美味しいことです(図-4)。シカ肉に特化した衛生管理体制を早急に整備し、安心安全なシカ肉が容易に入手できる仕組み作りが急がれます。



図-4 エゾシカ肉のロースト(札幌市内の飲食店にて)

報 告

◆一般公開◆

7月7日(土)、当支所において一般公開を行いました。

一般の方は普段は立ち入れない実験林内を案内したエコツアーや、普段お気軽にご利用いただいている樹木園内のガイド、丸太切り体験などを楽しんでもいただきました。

また、森林講座「森林の鳥をもっとよく知ろう」を標本館で行うなど、そのほかのコーナーにおいても、多数の方にご参加いただきました。

また、今年初めて、北海道農業研究センターと同日開催し無料シャトルバスを運行しました。



実験林エコツアー

◆サマー・サイエンスキャンプ2012◆

7月23日(月)～25日(水)、当所において、(独)科学技術振興機構の主催による高校生のための体験合宿プログラム「サマー・サイエンスキャンプ 2012」を行いました。(対応:森林生物研究グループ)

高校生9名が当所プログラム「森林の昆虫の多様性にせまる」に参加し、昆虫採集や同定作業、データ分析などの実習や講義を受講し、最後に森林における昆虫の多様性について資料にまとめ、成果発表を行いました。



本館屋上にて

◆「2012サイエンスパーク」出展◆ ◆「わくわく夏休み子ども見学デー」出展◆

8月1日(水)、札幌駅前通地下歩行空間において開催された北海道主催の「2012サイエンスパーク」及び、翌2日(木)～3日(金)、北海道農政事務所において開催された同事務所主催の「わくわく夏休み子ども見学デー」に出展し、スズメバチの標本展示、生態解説、森林性鳥類の繁殖ビデオ上映、木工クラフト体験、研究成果パネル展示等を行いました。

両会場とも、夏休み中の親子連れで大変賑わいました。



サイエンスパーク



わくわく夏休み見学デー

◆北海道国有林森林・林業技術協議会 現地検討会◆

9月27日(木)、石狩森林管理署管内(定山溪地区、簾舞地区)において、北海道森林管理局、林木育種センター北海道育種場、当所による現地検討会を開催しました。

「天然林施業の取り組み」「森林内における野生生物の管理」「天然林択伐と昆虫の多様性」について、それぞれの担当者から説明・紹介を受け意見交換しました。



定山溪地区：天然林施業指標林

森林総合研究所北海道支所研究情報誌 『北の森だより』Vol.9

編集・発行 独立行政法人森林総合研究所北海道支所 (担当：連絡調整室)
〒062-8516 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘7番地
TEL(011)851-4131 FAX(011)851-4167
URL <http://www.ffpri.affrc.go.jp/hkd/>
印刷 小南印刷株式会社
〒060-0009 札幌市中央区北9条西23丁目2-5
TEL(011)641-5373 FAX(011)611-4343

2012年12月25日発行

本誌から転載・複写する場合は、森林総合研究所北海道支所の許可を得てください。
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

