

早生樹オノエヤナギの木質バイオマス利用の検討

山形県立農林大学校 林業経営学科 2年 直井涼亮

1 はじめに

地球温暖化が進行する中、再生産可能なバイオマス資源としての木材の利用が期待されています。現在、最上管内では、発電や熱利用として木質バイオマスの利用が進められており、主に、間伐や主伐における建築用材(A材)や集成材・合板材(B材)を造材したあとの林地残材が利用されています。一方で、成長の早い早生樹にも関心が高まっています。オノエヤナギは挿し木が容易で萌芽再生能力が高く、日本海側にも広く分布し、バイオマス量も多いことから、山形県でもその利用に関する研究が進められています。

このことから、最上管内における自生状況調査とオノエヤナギの挿し木試験を行い、バイオマス熱利用に向けた検討を行いました。

2 取組・研究方法

(1) オノエヤナギの自生状況と成長量の把握

栽培に適した場所の土壌型を把握するために、山形県最上管内のオノエヤナギ自生状況を調査し、樹高や胸高直径、樹齢からオノエヤナギの成長量を推定しました。なお、樹齢については、オノエヤナギの年輪が不明瞭で、成長錘で採取したコアによる年輪の判定ができなかったため、次の公式から算出しました。平均年輪幅は、調査地に自生するオノエヤナギを数本伐倒し、実測値から推定しました。

$$\text{樹齢} = \frac{(\text{胸高直径})}{(\text{平均年輪幅}) \times 2}$$

(2) 挿し木試験による伸長成長量の把握

山形県立農林大学校（山形県新庄市）の林業圃場にて、オノエヤナギの当年度伸長成長量を把握するために挿し木試験を行いました。

① 試験区の設定

元肥の種類によって、化成肥料区、牛糞区、対照区(無施肥区)を設定しました。調査区の面積はそれぞれ 125 m²で、ヤナギ栽培は ha あたり 20,000 本植えが一般的であることから、植栽間隔は 70 cm としました。1 試験区当たり 120 本を挿し木し、1 ヶ月ごとに樹高伸長量を測定しました。挿し穂のサイズは、直径 1cm、長さ 20cm 程度のものを使用しました。

② 使用した元肥

山形県森林研究研修センターでの試験(宮下, 2019)を参考に、1 a あたり化成肥料区では化成肥料(6-40-6) 1.3 kg と硫酸加里(K含有量 50%) 2.2 kg を混合したものを使用し、牛糞区では牛糞 160 kg (山形県農業総合研究センター畜産研究所提供)を使用しました。

(3) オノエヤナギのバイオマス熱利用の可能性の検証

オノエヤナギの低位発熱量（実際に利用できる熱量）を分析し、バイオマス燃料として利用できるか検証しました。発熱量比較樹種は、オノエヤナギ、シロヤナギ、スギ、コナラの4樹種です。分析は、山形県鶴岡市の株式会社理研分析センターに依頼しました。

(4) シロヤナギ利用の可能性の検討

自生地調査を通して、シロヤナギに着目しました。シロヤナギはオノエヤナギと自生環境が類似しており、樹高、胸高直径ともに、シロヤナギの個体サイズはオノエヤナギを上回っていました。このことから、オノエヤナギよりもシロヤナギの成長が優れている可能性が考えられ、シロヤナギをバイオマス資源として利用する可能性を推測するため追加試験を行いました。

① コンテナ苗の栽培試験

マルチキャビティコンテナ（スリット入り）150 ccにオノエヤナギとシロヤナギをそれぞれ80本ずつ挿し木しました。母樹から効率的に採穂するため、この試験では挿し穂のサイズが直径5mm、長さ10cm程度のものを使用しました。

② 林業圃場での挿し木試験

圃場において前回と同様、化成肥料区、牛糞区、対照区（無施肥区）の3つの試験地を設定し、オノエヤナギとシロヤナギをそれぞれ10本ずつ挿し木しました。

3 結果

(1) オノエヤナギの自生状況と成長量の把握

調査結果は表1のとおりです。下記以外に単木調査を行い、それらの結果から、10年生で樹高9.5m、胸高直径11.6cmに成長することが推測されます。土壌型は適潤性褐色森林土BDと適潤性褐色森林土（偏乾亜型）BD(d)、適潤性黒色土B0D(d)、河川敷堆砂礫土壌の4種類が見られ、最上町白川の河川敷では増水時に根元部まで浸水する生育環境でした。調査地の地形は、すべて平坦な場所でした。なお、最上町白川は河川敷地として管理されていることから伐採できず、樹齢を判定できませんでした。自生地の標高は248m～448mで、最大積雪深4mを超える豪雪地帯に位置する大蔵村湯ノ台にも自生しており、オノエヤナギの自生環境は多様でした。

表1：自生するオノエヤナギの生育環境と個体サイズ

調査地	土壌型	標高 (m)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	樹齢 (年生)
金山町 有屋	適潤性褐色森林土 BD、BD (d)	248	10.6	12.0	10
真室川町 関沢	適潤性褐色森林土 BD、BD (d)	260	6.0	8.5	8
大蔵村 湯ノ台	適潤性黒色土 B0D (d)	448	9.1	10.5	11
最上町 白川	河川敷堆砂礫土壌	300	11.2	18.6	—

調査したオノエヤナギの樹高と胸高直径の関係を表した樹高曲線を図1に示します。なお、材積は立木幹材積表東日本編（日本林学調査会, 1970）から求めました。

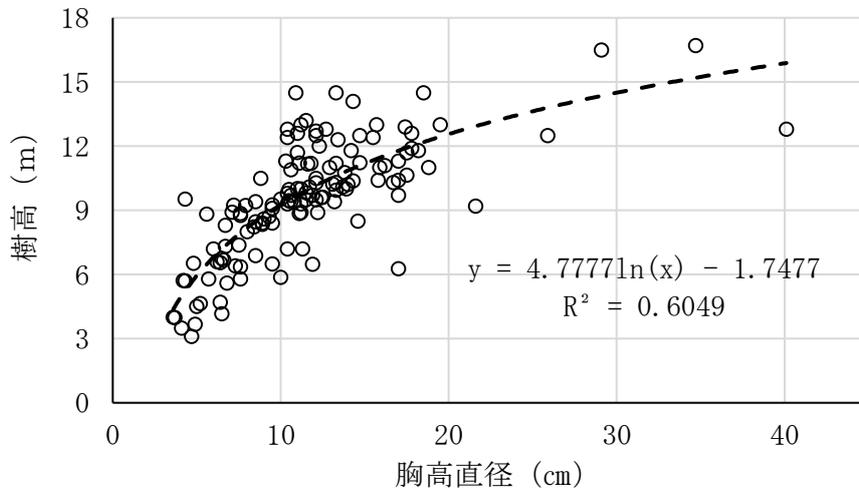


図1：オノエヤナギの樹高曲線

(2) 挿し木試験による伸長成長量の把握

活着率は化成肥料区 38.5%、牛糞区 17.8%、対照区 8.3%であり、山形県の試験における活着率（宮下, 2019）と比較すると、極めて低くなりました。各試験区の挿し木後1ヵ月ごとの樹高の推移は図2のとおりです。なお、11月にほとんどの調査木がノウサギの食害を受け、樹高が低下しました。また、今回の試験で作業にかかった時間と人工数から、耕耘、採穂、挿し木に要するhaあたりの費用を試算すると、化成肥料区は1,175千円、牛糞区は995千円、対照区は840千円となります。広葉樹チップ取引価格を12千円/dry・t、収量目標を30dry・t/haと仮定すると、既存の栽培マニュアルを参考に7回収穫を行った場合、2,520千円の収益が見込まれます。ただし、下刈りに385千円/ha、収穫（人力の場合）に600千円/haなど、上記の試算の他に費用がかかるため、コスト削減に向けた検討が必要です。

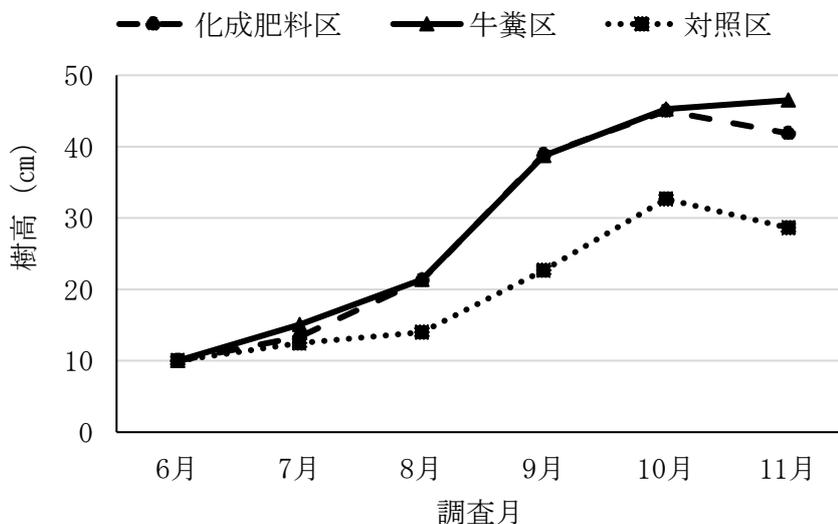


図2：1ヵ月ごとの樹高の推移

(3) オノエヤナギのバイオマス熱利用の可能性の検証

発熱量の分析結果は表2のとおりです。オノエヤナギとスギの発熱量に大きな差はみられず、シロヤナギとコナラの発熱量はほぼ等しい結果となりました。

表2：発熱量の分析結果

項目	オノエヤナギ	シロヤナギ	スギ	コナラ
低位発熱量 (MJ/kg)	15.9	17.4	16.9	17.6

(4) シロヤナギ利用の可能性の検討

- ① 8月2日にそれぞれ80本ずつコンテナに挿し木し、挿し木から108日後の生存本数はオノエヤナギが3本、シロヤナギが72本でした。生存率を比較すると、オノエヤナギは4%、シロヤナギは90%でした。さらに、樹高伸長量はシロヤナギが大きいことが確認されました。
- ② 林業圃場で行った挿し木試験の結果は表3のとおりです。シロヤナギがオノエヤナギの10倍以上の伸長成長量を示しました。また、挿し木したオノエヤナギ、シロヤナギともに、すべてのヤナギが活着しました。

表3：挿し木試験における伸長量と活着率

	オノエヤナギ	シロヤナギ
伸長量【8～11月】(cm)	0.22	2.53
活着率 (%)	100	100

4 考察・結論

- (1) 自生地調査の結果から、栽培に適した場所は土壌水分が適潤性褐色森林土（偏乾亜型）BD(d)や適潤性黒色土B0D(d)より湿潤な場所と推測されます。また、河川敷などの一定の条件が揃えば、土壌養分の少ない場所でも生育できると考えられます。さらに、自生地における標高、積雪深が広範であることから、栽培適地におけるこれらの許容範囲も広いと予想されます。調査したオノエヤナギ平均個体サイズから、5年後の収穫時に樹高4.75m、胸高直径5.8cmに成長すると推測されます。1本あたりの材積は0.00674 m³で、全乾比重を0.365g/cm³と仮定して1 m³を365 kgとした場合、栽培マニュアルの目標30dry・t/haを達成するためには、1haあたり約83 m³の収量が必要となります。
- (2) 圃場での挿し木試験において活着率が低かった要因として、耕耘による土壌間隙率の増加と6月中旬の降雨不足による過乾燥の影響が考えられます。元肥施肥によって樹高成長量が増加し、化成肥料区と牛糞区にほとんど差はみられなかったことから、価格の安い牛糞の使用が適していると考えられます。次年度以降も成長量の推移を調査するとともに、ノウサギ被害軽減に向けた対策や追肥の効果について検討し、オノエヤナギの栽培技術確立に向けて継続的に調査する必要があります。また、この調査の中で検証していない下刈りや1栽培サイクルで7回行われる収穫には、相当の費用を要します。そのため、ヤナギ栽培においてコスト削減は最大の課題です。収益を得るためには、農業用マルチシート設置による下刈りの省略や植栽・収穫の機械化などが必要と考えられます。

- (3) オノエヤナギの発熱量は、現在木質バイオマス発電の燃料としても利用されているスギの発熱量と比較してほとんど差がみられないことから、オノエヤナギはバイオマス燃料として十分利用できるかと推測されます。また、シロヤナギの発熱量がオノエヤナギやスギよりも優れ、コナラとほぼ同等の発熱量であったことから、熱量の観点からシロヤナギ利用の可能性があると推測されます。
- (4) マルチキャビティコンテナによる挿し木試験で、オノエヤナギとシロヤナギで活着率に差が生じた要因として、挿し穂の採取位置と母樹の遺伝的要因が影響したと考えられます。また、スリット入りのマルチキャビティコンテナを使用したことで、O₂を好むとされるシロヤナギの生育に適した土壌環境となった可能性が考えられます。コンテナ試験や圃場での挿し木試験において、オノエヤナギと比較しシロヤナギの伸長量が大きかった要因として、シロヤナギの初期成長が旺盛で展葉が多かったことが影響したと考えられます。また、圃場での挿し木試験において活着率が良かった要因として、今回の試験ではヤナギの生育に十分な降水があったことが考えられます。これらの調査結果から、木質バイオマス燃料としてオノエヤナギのみならず、シロヤナギ利用の可能性も十分考えられます。なお、圃場での挿し木試験を継続し、今後の成長経緯を調査していく必要があります。

5 参考・引用文献

- (1) 宮下智弘 (2019) 山形県におけるヤナギ類の圃場栽培による木質バイオマス量の評価. 山形県森林研究研修センター研究報告第 34 号 : 1-8
- (2) 山形県 (1973) 適地適木調査説明書
- (3) 日本林業試験会 (1970) 立木幹材積表東日本編 : 158-164