ISBN 978-4-905304-38-8

北海道におけるエネルギー作物「ヤナギ」の生産の可能性

責任編集　　上村　章、原山尚徳、宇都木玄

独立行政法人　森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

森林総合研究所　第３期中期計画成果18（木材・木質資源－２）

著者

宇都木　玄　育成林施業担当チーム長
造林、物質生産専門

上村　　章　北海道支所　植物土壌系研究グループ
造林、樹木生理生態専門

原山　尚徳　北海道支所　植物土壌系研究グループ
造林、樹木生理生態専門

伊藤江利子　北海道支所　植物土壌系研究グループ
土壌分析、GIS専門

松井　哲哉　植物生態研究領域
植生学、GIS専門

高橋　正義　森林管理研究領域
森林計測、GIS専門

古家　直行　北海道支所　北方林管理研究グループ
森林計測、GIS専門

石原　　誠　北海道支所　森林生物研究グループ
樹病専門

佐山　勝彦　北海道支所　森林生物研究グループ
昆虫生態専門

松浦友紀子　北海道支所　森林生物研究グループ
野生動物管理専門

森林総合研究所
北海道支所

森林総合研究所

このパンフレットは、森林総合研究所北海道支所課題「北海道における木質バイオマス資源作物の生産促進技術の開発」の成果をもとに作成しました。

試験においては、北海道下川町による試験地の提供、維持管理、調査補助等多大なる協力の下行われました。

北海道における エネルギー作物「ヤナギ」 の生産可能性

もくじ：

緒言…… 4
はじめに…… 5
木質資源作物の利用とは…… 6
ヤナギとは…… 7
栽培…… 8
クローン選抜の重要性と利用…… 9
栽培適地（GIS情報）…… 10
生物害…… 12
海外の事例…… 14
おわりに（コストと問題点）…… 15

緒言

北海道支所長　牧野　俊一

太陽エネルギー、風力、地熱といった再生可能エネルギーにはかつてないほどの関心が集まっています。化石燃料の大量使用に伴う地球温暖化、核エネルギーのリスク、さらにこれら資源の枯渇の懸念、こうしたことを身をもって経験しつつある現代において、これは当然と言えましょう。

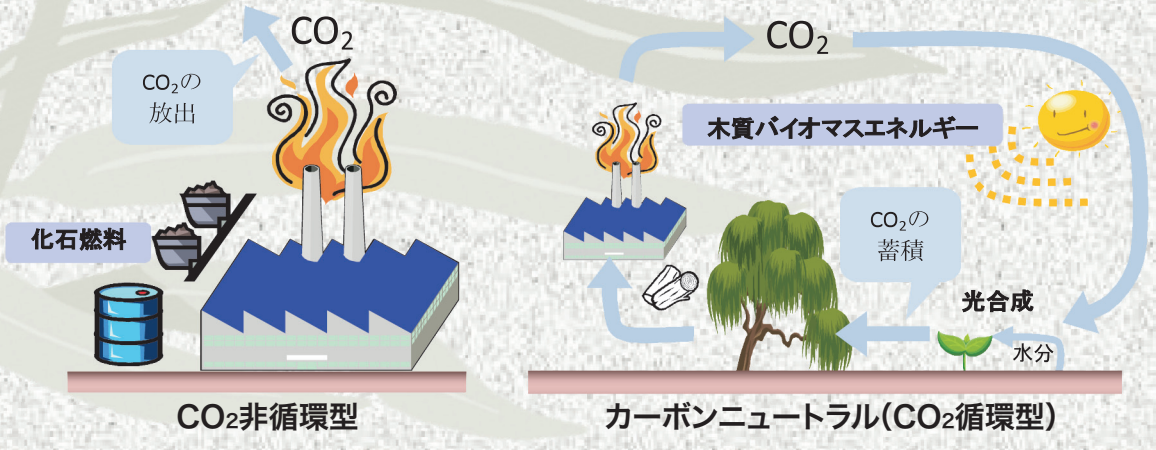
再生可能エネルギーとして忘れてならないのが、バイオマスエネルギー、つまり生物から取り出すエネルギーのことです。植物は二酸化炭素(CO_2)を吸収して育つので、植物を燃やして二酸化炭素が排出されても相殺されるのです。これをカーボンニュートラルと言います。トウモロコシなど農作物をバイオマスエネルギーに用いるには、地球規模での食糧不足が懸念されるなか批判もありますが、樹木はその心配がありません。

このパンフレットでとりあげるヤナギは、たいへんなじみ深い樹木です。成長が早く、切っても切っても新しい芽が出てくるヤナギは、バイオマス資源として大変優れた性質を持っています。また、傾斜の緩く、まとまった広い土地を有する北海道は、収穫や運搬にかかるコストを減らせる可能性が高いためバイオマス樹木の生産に適していると言えるでしょう。もちろん、コスト削減を含めて、解決すべき課題は残っていますが、ヤナギはきわめて将来性に富むバイオマス資源であることに間違いありません。

このパンフレットは2011年に発行したものの改訂版に当たります。ヤナギ栽培に適した土地を示すなど、内容は大きく拡充されています。このパンフレットが、北海道のみならず日本のバイオマスエネルギーの将来についていくらかでも役に立つことを願っています。

ここに示されたヤナギ研究の多くは北海道下川町で行われました。下川町は全国唯一の森林総合産業特区として、バイオマス利用を含めた森林林業を町の柱としています。私たち北海道支所は、下川町と研究協定を結ぶなど協力を深めてきましたが、その成果のひとつとしてこのパンフレットが発行されたことを喜びたいと思います。

2014年３月



はじめに

はじめに

2011年、ヤナギの栽培技術に関するパンフレットを作成したとき、その利用の主目的はエタノール変換利用にありました。しかし東日本大震災後、バイオマスエネルギーの利用方法は、燃焼による発電、熱電併給に大きくシフトしています。また平成24年７月の再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）のスタートに伴い、各地にバイオマス発電施設の計画が進められています。地域のエネルギー資源作物として、“ヤナギの栽培”は、その重要性が増していると言えます。

この新しいパンフレットでは、この２年間に得られた新しい栽培技術を提示しながら、「木質資源作物」としてのヤナギの育て方について、北海道下川町を例に解説します。

小規模エネルギー供給には、市町村レベルでの自給体制が望まれる所です。そのためには、地域で栽培可能な土地がどれだけあるか判断するための具体的な指針も必要となります。そこでこのパンフレットでは、新たに地理情報システム（GIS）を利用したヤナギ収穫可能面積の推定にも触れることにしました。

木質資源作物の利用とは

木質資源作物の特長

●貯蔵安定性が高い
腐りにくい。多年生で成長を続ける。

●生産安定性が高い
通年栽培が可能

●事業安定性が高い
数十年にわたる伐採計画が可能

木質系バイオマスの中でも、エネルギー利用のために栽培する樹木を「木質資源作物」と言います。主に早く成長する早生樹が用いられます。地球温暖化の原因の１つに、化石燃料の消費による大気中の二酸化炭素（CO_2）濃度の上昇があります。木質系バイオマスも燃焼するとCO_2が放出されますが、そのCO_2はもともと“光合成”によって大気中から吸収されたものです。そのため、バイオマスを利用しても大気中の正味のCO_2量は増減しません（これをカーボンニュートラルと呼びます）。このように、バイオマス利用は、地球温暖化防止にも貢献します。

ヤナギを用いた木質資源作物の利用方法として、チップやペレットとしての直接燃焼の他、家畜敷料、キノコ栽培の培地、画用木炭、果物梱包用緩衝材などの利用方法も考えられています。

下川町におけるヤナギに関する試験研究

森林総合研究所と北海道下川町は、2007年から「早生樹を用いた超短伐期バイオマス造林の研究について共同研究」の確認書を締結、2012年から「北海道における木質バイオマス資源作物の生産促進技術の開発」の協同研究締結しています。そこでは、栽培システムの確立、低コスト有効利用技術の開発をめざし、研究を行っています。

バイオマス造林に適した特徴を持つヤナギ

●挿し木が容易
●成長が早い
●萌芽再生能が高い

ヤナギの特徴は、萌芽により繰り返し生産・収穫できる“持続性”を備えていることです。生産した後に、新規植栽の必要はありません。まさにバイオマス造林に適した「スーパーツリー」と呼ぶに相応しい樹木なのです。

北海道では、ヤナギの仲間（ヤナギ属）は18種類あり、渓畔性のヤナギは挿し木が容易に行えます。なかでも、オノエヤナギとエゾノキヌヤナギの２種は河川の上流から下流までと広域に分布し、13mを越える高木となることから、バイオマス利用の面で着目されます。

その他の木質資源作物

亜熱帯から熱帯にかけて、ヤナギと同じような特徴を持つ樹木として、オーストラリア/タスマニア原産のユーカリ属（600種以上）が挙げられます。ユーカリは多くの萌芽更新を繰り返す事から、ブラジル等で大面積で栽培されています。*Eucalyptus camaldulensis*や*E.grandis*等は、最大でヘクタール当たり年間40－55m^3の生産量を得ることができます。

オーストラリアのユーカリ植栽試験地

ヤナギとは

ヤナギ

ヤナギ科（*Salicaceae*）に属するものにはヤマナラシ属（*Populus*）とヤナギ属（*Salix*）の２属があります。我々がヤナギと言って想像するのはヤナギ属に属するもので、世界に約350種、日本に約30種存在します。ちなみにヤマナラシ属にはヤマナラシ（ハコヤナギ）やドロノキ（ドロヤナギ）などがあります。ヤナギ科には、雌雄異株、白綿毛の小さな種子を作り、初期成長が早いという特徴があります。

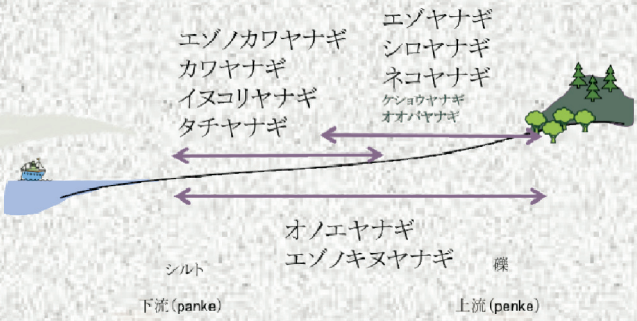
柳絮（りゅうじょ）という言葉をご存じでしょうか。ヤナギ科の白い綿毛のついた種子、または、それが春に飛び漂うことで、中国において５月頃の風物詩となっており、古くから漢詩等によく詠み込まれています。タネ自体の大きさは非常に小さく１mm以下になります。

北海道のヤナギ

北海道には20種ほどのヤナギが自生します。街路樹でよく見かけるシダレヤナギは移入種であり、中国から奈良時代に持ち込まれたものと言われています。

街路樹に用いられるシダレヤナギ

ヤナギ属をもう少し分類すると英語でWillowにあたる細葉ヤナギ類、Sallowにあたる広葉ヤナギ類、高山性のヤナギ類に分けられます。細葉ヤナギ類は渓畔を好む特長があります。バイオマス生産に利用できる挿し木ができるヤナギは細葉ヤナギ類で11種類になります。



挿し木ができるヤナギの中でも種によって分布が異なります。その中で山岳域～河口域まで北海道内に広く生育するのがオノエヤナギ（*Salix sachalinensis*）とエゾノキヌヤナギ（*Salix pet-susu*）です。両樹種とも大きくなると樹高は25mを超え、胸高直径は40cmほどになります。オノエヤナギは、本州、四国、千島、サハリン、エゾノキヌヤナギは、本州中部以北、サハリンなどにも分布します。

広域に分布することや良好な初期成長を示す試験結果から、オノエヤナギとエゾノキヌヤナギを木質バイオマスの超短伐期栽培樹種として選定しています。

穂木からの発根

栽培

栽培方法

●挿し穂の準備

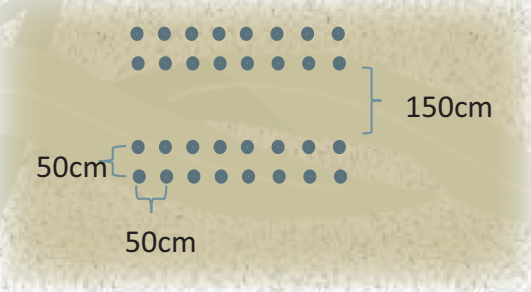
なるべく当年生枝（その年に伸びた枝）を選びます。直径は１～1.5cmぐらい、長さは20cmぐらいが理想です。穂木をたくさん得るために細いものや短いものを使うと、その後の死亡率が高くなります。秋に刈り取って即挿しつける方法や（秋植え）、低温庫で保存し春に挿しつけたり、春に刈り取って即挿しつける方法（春植え）があります。春植えは、年によって雪解けや芽吹きの時期が異なるので、計画的な作業が出来ないデメリットがあります。秋植えは、土壌の凍結融解で穂が抜けたり痛んだりするデメリットがありますが、他の造林作業等春に事業が集中する場合は、秋植えを選ぶ方が良いでしょう。秋に刈り取り、０度付近の温度で穂木を保存すると、数年間保管することができます。

●植栽場所の整備

雑草の繁茂はヤナギの成長に多大なる悪影響を与えます。海外では除草剤を用いる場合も多いようですが、日本ではヤナギ栽培適地である河川周辺での除草剤の使用が敬遠されるため、農業用マルチシートの使用が考えられます。しかし、河川周辺には石礫の多い場所が多く、機械でマルチを敷設することができない場合があります。その場合、ストーンクラッシャーという土壌耕耘機械を用いて石礫を粉砕する必要があります。

●挿しつけ

現在の手植えでは、ヘクタール当たり２万本植栽を目標としています。これは、２万本を超える植栽密度にすると、１本あたりの収量が減ってしまうためです。機械による収穫を考えて列状に植えます。２条植えと言って１つの植え列に横に50cm間隔で挿しつけます。列方向にも50cm間隔で植え付け、列と列の間隔を1.5mにするとヘクタールあたり２万本になります。ただしこの間隔は、収穫機械の大きさや形状に合わせて、調節することが必要です。



現在の植え付け方法

海外では、ヤナギ挿しつけ専用の動力車も開発されていますが、我々は、専用の穴開け器を作り、１本１本手で挿しつけています。この際注意しなければいけないのが、挿し穂の向きです。挿し穂につく芽の向きで上下を判断し、上下逆さまにならないように差し込みます。差し込む深さは15cm程度が良いでしょう。

50cm間隔に２本の挿し棒がついた植栽穴開け器

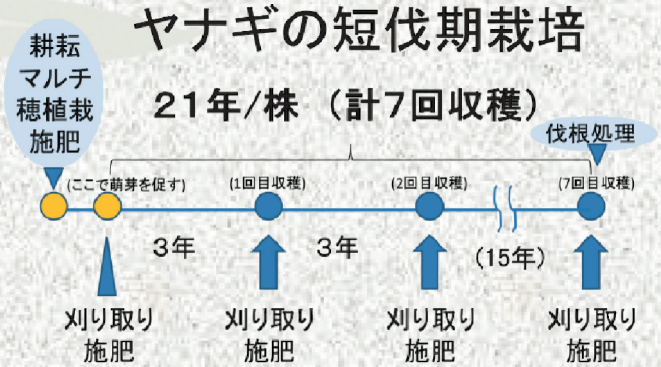
●台切り

挿しつけた年に伸びた枝を刈り取ります。これを台切りと言います。これは、萌芽枝の数を増やすために行います。萌芽枝が出ると、空間をすばやく埋めることが出来るために、太陽光を有効に利用することが出来ます。つまりバイオマス収量の増大につながります。

●収穫

落葉後の秋か芽吹きが始まる前の春に収穫します。（枯れ）葉には肥料成分である窒素が含まれているため、栽培地に残すことを基本とします。

３年に１度の収穫を標準の伐期とします（北海道の林地ではヤナギの標準伐期齢は５年に設定されています）。これは、３年で地際直径が７cm程度になり、それ以上になると伐採に用いる機械に大きな負担がかかったり、株をいためたりするためです。刈り取った翌年には、再度穂木から萌芽枝が出てきます。これを７回繰り返し21年で株を交換します。



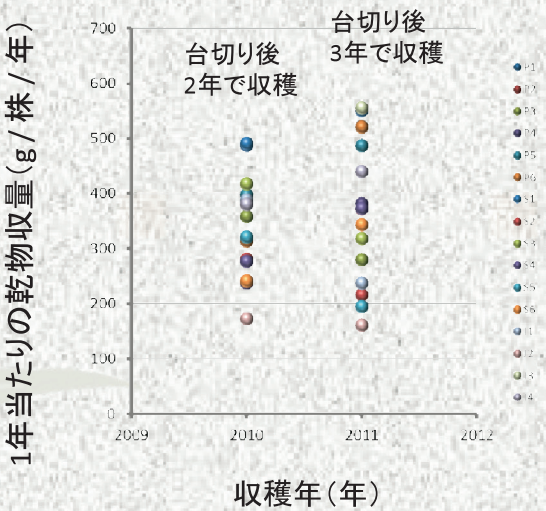
クローン選抜の重要性と利用

クローン選抜

採取した穂木は親の性質を受け継ぎます。同一の親で同じ遺伝子情報をもつものをクローンと呼びます。性別(雌雄)ももちろん引き継がれます。採取した地域によっても植栽適地が異なります。また、病気や虫害への抵抗性なども異なります。

私達は、北海道の広い地域の成長が良好と思われる親木から穂木を採取・植栽し、成長が良いクローンを探しています。

調査の結果、様々なクローンを同一箇所に植栽しても、クローンによってバイオマス量(収量)が大きく異なることがわかりました。また、この差は連年に渡って維持されました。つまり、クローンの選抜は、バイオマスの収量を上げるために非常に重要です。



樹種別、クローン別バイオマス収量
(P、J:エゾノキヌヤナギ、S:オノエヤナギ)

チップ

ペレット

エネルギーとしての利用

木質バイオマスエネルギーとして、燃焼が一番の用途です。ペレットに加工することもできます。

エネルギー以外の利用

ヤナギには、サリシン、タンニン、キシロース等の有用成分が含まれます。サリシンは殺菌効果も期待できることから、ユリネ、ヤマイモ、果実などの緩衝材への利用が考えられています。

その他、キノコの菌床、図画用の木炭、まな板、楊子、柳行李などに利用されています。

GIS環境情報を用いたヤナギ栽培可能面積の推定

ヤナギ栽培適地とは

ヤナギバイオマスを持続的にバイオ燃料として利活用していくうえで、ヤナギの安定供給システムおよび地域利用システムのいずれの構築においても栽培可能面積の把握は不可欠です。

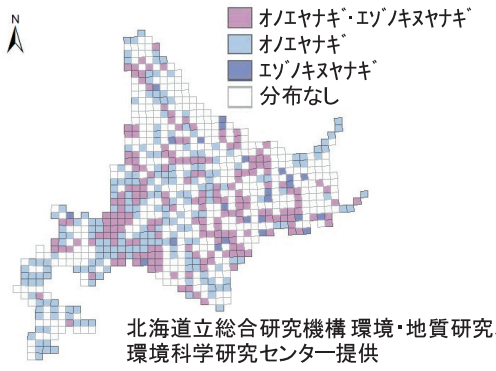
GIS（地理情報システム）は各種の地理情報をコンピュータ上で重ね合わせて情報を解析する手法で、近年利用可能なデータの整備が飛躍的に進んでいます。このGISデータを用いて、北海道におけるヤナギ栽培可能面積の推定手法を開発しました。

北海道におけるヤナギ栽培可能条件

ヤナギ栽培可能な土地は、ヤナギが育つこと（生育条件）とヤナギを植えられること（土地利用）の２点を満たすことがまず必要です。

北海道におけるヤナギの生育範囲は広く、気温や降水量が制限となってヤナギが生育できない地域はありません。

北海道におけるオノエヤナギとエゾノキヌヤナギの分布



北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部
環境科学研究センター提供

地形・土壌に関しては十分な水分と通気性・透水性が条件となります。土壌深は40㎝以上が望ましく、浅い範囲に礫層や強粘質の粘土層があると根張りが悪くなります。

河川の周辺に分布する低地土壌や砂礫地は細粒の粘質土壌でなければ最も適しています。森林に多い褐色森林土も好適な水分条件の緩傾斜地であれば適地となります。

丘陵段丘は不適です。腐植質火山灰地はさし穂の活着に問題があるという報告があります。

肥沃な土壌の方がヤナギの成長は良くなりますが、10 dry ton /ha/年 の収穫目標を達成するためにはいずれの土地でも施肥は必要です。

土地利用からみたヤナギ栽培適地

ヤナギの短伐期栽培は先に説明したように農業的な栽培管理が必要です。そのため、耕作放棄地や雑草群落などの未利用地の活用につながります。耕作放棄地はヤナギの短伐期栽培に必要な農業用機械（農機）の利用が容易な場所でもあるので最適な立地です。ただし全体の面積は小さく、配置も細切れになります。

農業用地（牧草地、水田、畑地）はヤナギ栽培への転換に見合う経済性が必要です。

人工林は広大な面積が確保でき、また未植林の伐跡群落は土地活用の点で好適です。ただし傾斜が緩く、十分な拡幅を持った林道が整備されている条件でないと農機利用が難しくなります。また人工林からの転換は初期造成コストが大きいことが難点です。

自然植生の中では自然度の比較的低いカンバ林やササ群落の利用が可能です。道内面積の約20％は植栽不可能な自然保護区です。

粘土層によって伸長が妨げられたヤナギ根茎

北海道内の土地利用別面積 [km²]

耕作放棄地・雑草群落	伐跡群落	牧草地	水田	畑地	人工林	自然植生	保護区	総計
348	1493	6475	2638	5955	15000	47818	15474	77369

市町村スケールの栽培適地抽出

市町村スケールの栽培適地

地域全体として事業採算性を確保できるシステムを構築する際には、ヤナギの栽培可能性だけでなく収益性に関わる条件を加味したり、事業単位内での栽培面積に加えて栽培適地の分布状況も考慮するなど、より詳細な検討が必要になります。ここでは市町村スケールにおけるGISを用いたヤナギ栽培適地抽出のプロセスとして、北海道上川管内下川町をモデル地域とした事例を紹介します。

抽出目標面積

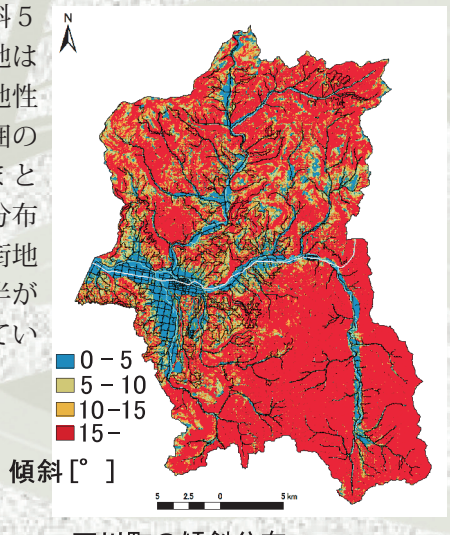
まずバイオマス需給状況を把握して、抽出すべきおおよその栽培面積を見積もります。

下川町は、5,000KW級のバイオマス発電構想があり、バイオマス資源量として約60,000ｔが必要です。未利用資源のほか、ヤナギで供給も想定されることから、条件における適地抽出では最良の立地を探索するより、栽培が難しい立地を排除していくアプローチが適しています。

農機の利用条件

ヤナギ栽培では農機利用が採算性確保のための前提です。農機が利用できるかどうかは、その土地の傾斜条件が第一の判断基準であり、その利用限界傾斜度は概ね12－15度です。そこで下川町域から傾斜15度以下の立地を適地候補として抽出しました（町域の43％に当たる277km²）。

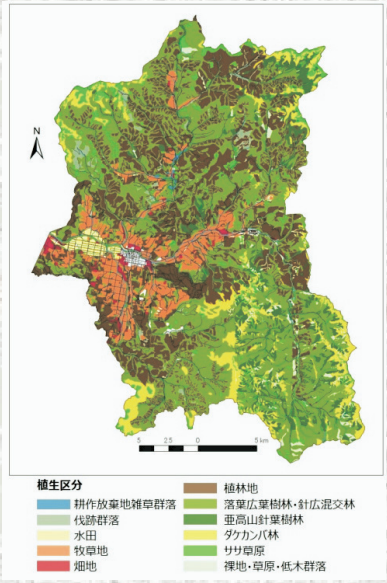
そのうち傾斜５度以下の平坦地は川沿いの扇状地性低地とその周囲の台地段丘にまとまった面積が分布しており、市街地と農耕地の大半がここに集中しています。



下川町の傾斜分布

傾斜５度以上15度以下の緩傾斜地は北部の森林地域に分布しています。南東部の森林地域は傾斜が非常に急峻で利用できる土地はほとんどありません。なおこの違いは地質によるものです。

次に土壌条件と土地利用条件で適地を絞り込んで適地面積を算出します。下川町の場合、平坦地の分布はヤナギに好適な河川堆積性の低地土壌の分布とほぼ一致します。町内に26km²が存在しますが、うち20km²は農地・植林地となっており、実際にどの程度の面積をヤナギ栽培に転換できるのかは個別の経営判断に依存します。一方、緩傾斜地には褐色森林土が多く分布し、自然度の低い植生が28km²、植林地・農地が87km²存在します。このうちどの程度の面積がヤナギ栽培に適するのかは、水分条件が収穫量に与える影響によって判断することになるでしょう。



採算に影響を及ぼす地理条件

距離は採算性に強く影響します。収穫したヤナギを加工場に運ぶ距離と、農機の移動距離を考慮します。

初期造成に掛かる費用も立地によって異なります。例えばクラッシャーを用いる多礫地ではコストが増加します。また区画の土地形状は農機の利用効率に影響します。シカ柵を設ける場合には円形や正方形で効率が高くなります。しかし比較的高コストの土地を避けて細切れの配置にしてしまうと、効率的な農機利用の妨げになります。

生物被害

獣害と対策

獣類によるヤナギの摂食被害がエゾシカ、エゾユキウサギ、エゾヤチネズミで認められます。

エゾシカ

エゾシカのヤナギへの嗜好性は高く、摂食害は通年で発生します。枝の摂食痕はちぎり取ったようになり、また、枝や幹を折って梢を食べたり、冬期では樹皮剥ぎも認められます。

シカの食害痕

シカの冬期食害

特に再生力の弱い、新植直後のヤナギ新芽への食害ダメージは大きく、度重なる食害でヤナギは萎縮し、収穫が見込めなくなります。なお、実際の被害量は、栽培地でのシカの数と定住性、採餌嗜好性、冬期ではヤナギの埋雪程度にも左右されるので、これらの要因について事前に調査し、被害リスクを見極める必要があります。

有効な対策として安価で耐久性の高い永久柵の設置、あるいは新植1年目と萌芽更新1年目の栽培地での電柵の設置と捕殺による頭数管理の組み合わせが推奨されます。

電気柵の設置

エゾユキウサギ

ウサギの摂食は冬期の雪上を中心に認められ、枝が斜めに鋭利に切り落とされ、また、太枝や幹では切歯の摂食痕が横方向に付くのが特徴です。周辺の植生に餌となる草本類が多い場合はウサギの密度も高く、被害リスクは高まりますが、シカと比べると被害量自体はあまり問題にならないと考えられます。

ウサギの糞

ウサギの食害痕

エゾヤチネズミ

エゾヤチネズミの食害は冬期積雪下で発生し、切歯の摂食痕が細かく、ささくれたように見え、これが幹を一周すると上部は枯死します。このネズミは生育数が変動し、密度が高まった年の冬期に激害を発生させます。道・森林管理署等が実施している生息数調査の結果を参考にしながら、増加傾向にある場合、実際にヤナギ栽培地でトラップ調査を行って、対策として有効とされている植栽地周辺の刈り払いや殺鼠剤施用の是非を検討する必要があります。

エゾヤチネズミの食害痕

ネズミの捕獲調査

生物被害

病害：ヤナギを侵す病原微生物

国内にはヤナギを侵す病害は少なくありませんが、下川町の自生地・栽培地での被害発生はさび病を除き、殆ど認められませんでした。イギリスの栽培ヤナギで問題になる水紋病の発生も、道内では一部の高標高地に限られ、下川町など、栽培適地での発生は認められていません。また、凍霜害によると考えられる当年性枝の枯れ下がりが10月頃に発生しますが、その影響は限定的と考えられます。

ヤナギ類さび病

さび病は海外のヤナギ栽培でも、最も被害が大きい病害で、*Melampsora*属菌の夏胞子の感染によって起こります。下川町の栽培試験地ではヤナギ樹種間、クローン間でさび病への感受性が異なる傾向が見出され、中には早期落葉が観察されるクローンもありましたが、生育期の終盤での落葉でしたので、現状では、収量への影響は小さいと考えられます。しかしながら、栽培クローンが単一化すると、特定のさび菌系統の大発生によって収量減少を起こす恐れがあります。感受性の異なる複数の系統の混植栽培が出来るよう、地域に優占するさび菌系統の動向と抵抗性クローンの選抜法について研究を進めています。

さび病による早期落葉

虫害：ヤナギを加害する昆虫

ヤナギを加害する昆虫の多くは、幼虫または成虫が葉を摂食する種類です。これらの昆虫はヤナギの成長に多少の悪影響を及ぼしますが、大発生しない限りヤナギを枯死させることはありません。しかし、幹に穿入して食害する昆虫は、少数でも幹や株を枯死させることがあります。

コウモリガ（*Endoclita excrescens*）

ガの一種で、幼虫が幹に穿入して食害します。加害された幹は穿入部で折れたり、折れやすくなったりします。また、幹元が環状に食害されると、株が枯死することもあります。穿入口には木くずと糞を糸で綴った塊を付着させる習性があります。株周辺を裸地状態にして幼虫の侵入を防ぐことや幼虫の穿入している幹を切除することが被害対策になります。

コウモリガの幼虫

幼虫による幹折れ（左）と幹元の食害（右）

ウスジロキノメイガ（*Ostrinia latipennis*）

ガの一種で、幼虫が細い幹に穿入して食害し、幹折れ被害を引き起こします。本来オオイタドリなどの草本類を摂食しますが、幼虫が移動分散して付近の細いヤナギにも穿入します。コウモリガと同様に、穿入口に木くずと糞を糸で綴った塊を付着させる習性があります。成虫の羽化時期（６月）に周辺のオオイタドリの地上部を刈り取り、ヤナギへの幼虫の侵入を防ぐことが被害対策になります。

ウスジロキノメイガの幼虫（左）と成虫（右）

海外の事例

海外の先行事例

ヤナギの短伐期栽培の先進国はスウェーデンです。1980年代から栽培が開始され、2009年時点で約14,000haもの土地でヤナギの商業的な栽培が行われています。毎年約2,500haで収穫が行われ、約200GWh（日本の約５万６千世帯分の年間消費電力量に相当）のエネルギーが生産されています。近年、バイオマスエネルギーへの関心が国際的に高まる中、ヤナギの短伐期栽培の試みはスウェーデン以外の国々にも広がっています。ここでは、ヤナギの栽培方法に関するこれらの国々（スウェーデン、英国、アイルランド、ニュージーランド、カナダ）のマニュアルや文献を元に、海外での栽培方法について紹介します。

土地の選択

圃場の造成、植栽、収穫ともに機械作業が基本なため、圃場の面積は５～10ha程度、傾斜は10度以下の緩やかで平坦な場所での栽培が推奨されています。ヤナギ栽培には年降水量が600～1000mm程度の比較的湿潤な地域が最適で、土壌のpHは5.5～7.5が適当とされています。

雑草駆除

私達はこのマニュアルで、農業用マルチシートを用いた雑草対策を紹介していますが、海外では除草剤（ラウンドアップ）を用いた雑草駆除が主流です。初夏、雑草が伸びてきた頃に、ラウンドアップを散布し雑草を駆除します。数ヶ月後また雑草が伸びてきた場合は、再度ラウンドアップを散布し、雑草を完全に駆除します。

耕耘

雑草駆除が完了した後は、降雪前にプラウを用いて25cm程度耕耘し、パワーハローなどで整地します。ある程度深く耕耘することにより、植栽したヤナギの根が十分に発達するだけでなく、機械を使った植栽効率が上がり、植栽時の穂木へのダメージが少なくなる効果があります。

植栽

初春に植付機械を用いて植栽されており、１haあたり２時間から４時間程度かかります。一般的な植栽方式は２条植え（カナダでは１条植え）、植栽密度は１haあたり12,000～18,000本、植栽間隔は条間75cm、株間60cm、列間150cmです。サビ病やその他の病虫害への抵抗性を高めるために、複数（できれば６種類以上）の品種を混植することが推奨されています。

台切り

雑草駆除が成功している場合には、植栽１年目の晩秋から冬に台切を行います。萌芽枝を増やす効果だけでなく、根の量を２倍以上増やす効果があるとされています。大面積ではレシプロモーア、小面積では刈払機が主流です。

施肥

台切翌年の春に１haあたり45～100kgの窒素分を施肥します。植栽２、３年目の施肥量は国によって違い、アメリカやニュージランドではゼロ、スウェーデンやアイルランドでは１haあたり100～150 kgの窒素分が目安となっています。ただし、トラクターなどを使って施肥をする場合には、機械走行の都合上、ヤナギが成長していない台切後や収穫後の１年のみ施肥が可能です。また近年、経済的観点や環境的観点から、施肥量を減らしたり（収穫量は減る可能性があります）、化学肥料を減らして下水汚泥やスラリー（家畜糞尿）などの廃棄物の使用に取り組む国があります。

収穫

海外では、フォレージハーベスタを用いて植栽されたヤナギを直接チップにし、並走するトレーラーに収穫する方法が主流です。一方、１条植を行うカナダでは、切断－裁断－梱包を一度に行うcutter-shredder-balerマシーンと呼ばれる機械を用いて、牧草ロールのようにヤナギを俵状にして収穫する方法が発達しています。適切な管理を行った場合の各国の平均的な収量は、約10ton/ha/年です。ただし、実際の収量は、栽培品種、場所、気候条件、管理作業などによって大きく変化します。1985年～2005年のスウェーデンでの平均収穫量は、4.5 dry ton/ ha/年以下と非常に少ないもので、不十分な管理が原因でした。２回目以降の収穫量は、１回目の収穫量よりも多くなる傾向にあります。

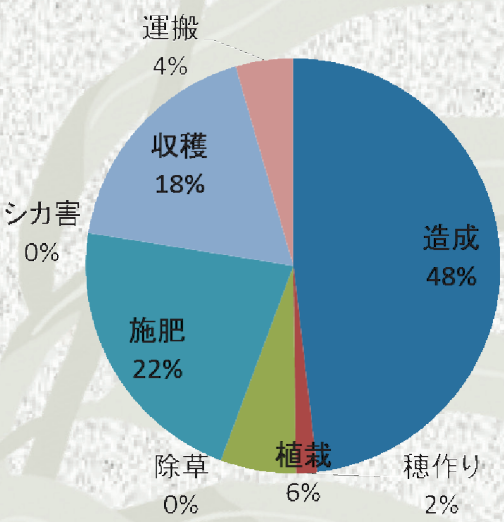
おわりに（コストと問題点）

収量とコスト

目標とする収量は、３年毎に30 dry ton/haとし、22年間で合計210 dry ton /haとし、その後はあらたに植え付けを行います。

生産性の向上のために農業用マルチシートを設置し、施肥の有効利用（雑草による施肥成分の収奪防止）および除草効果を検討しました。すると１サイクル（22年）にかかる経費は、8,900円/dry tonになりました。再生可能エネルギー電力固定価格買取制度（FIT）を利用したバイオマスエネルギー発電に用いるためには、7,000円/dry ton程度までコストを下げる努力が必要です。ヤナギは河川近くの水分環境の良い場所を好みます。こういった場所は礫が多く、マルチを設置するために、岩礫粉砕用大型機械を必要とします。またそのためにコストがかかります（造成に要するコストは全体の48％）。しかし一度造成すれば、その土地は長期間利用できるようになります。

コストの内訳（%）



石礫粉砕を含めた土壌改良
マルチ敷設
シカ対策なし

問題点

これまでは除草費用が全体の11％、施肥費用が全体の31％を占めていました。マルチの設置を行う事で、除草作業が必要無くなり、また雑草による施肥成分の収奪も無くなります。以上の事から、大幅なコスト削減が可能になりました（以前は11,000円/ha）。しかし、現実的に重要な対策がエゾシカ防除です。そこでシカ被害に対するコスト計算を行うと、11,500円/dry tonとなりました。低コストな栽培を行うために、シカの頭数削減が重要な課題となります。

ストーンクラッシャー

マルチャー

マルチへの挿し穂挿しつけ後

独立行政法人　森林総合研究所　北海道支所

〒062-8516　札幌市豊平区羊ヶ丘７

編集･発行　植物土壌系研究グループ
発　行　日　2014(平成26)年３月31日

お問い合わせ先　連絡調整室
電　話：011-590-5503
e-mail：www-ffpri-hkd@gp.affrc.go.jp

※本誌掲載内容の無断転載を禁じます。