

ヤナギ類の再萌芽抑制に向けた最適な伐採時期について

－ヤナギ根茎に蓄えられた糖含有量の季節的変化からの考察－

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地河川チーム ○大石 哲也
(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地水環境保全チーム 布川 雅典
(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地水環境保全チーム 村上 泰啓

ヤナギ伐採後の再萌芽は、維持管理費を増大させるため、最適な時期に行う必要がある。伐採時期については、これまで冬期よりも夏期に行う方が有利であると言われている。しかし、最適な伐採時期については、十分な知見が整理されているわけではない。札幌市豊平川の河畔林のヤナギ類を対象とし、再萌芽に大きく寄与するヤナギ根茎に蓄積された糖含有量の季節変化を調べることで、適切な伐採のタイミングについて考察を行った。その結果、展葉直後(5月下旬)の全糖量が最も小さく、この地域のヤナギにとっての伐採時期として最適であると示唆された。

キーワード：再樹林化、河畔林、オノエヤナギ、糖含有量

1. はじめに

北海道の河川に生育する樹木は、ヤナギ類が多くを占めている¹⁾。また、ヤナギは伐採後に切り株から萌芽再生することが知られている。北海道開発局管内の河道管理では、ヤナギの過度な繁茂が出水時の治水安全度を低減することに繋がるため、この対応が課題となっている²⁾。ヤナギの萌芽再生を抑制する対策としては、2段階伐採や薬剤を用いた方法など、効果的な方法も提案されつつある³⁾。とくに伐採は、1回の伐採で萌芽が著しく抑制されるケースもあれば、複数回の伐採で抑制されるケースなど、結果がまちまちであり、この現象の解明と共に管理の対応が課題となっている^{例えば、4,5)}。

萌芽再生の特徴としては、種子による発芽と異なり、地下部に残存する根系の貯蔵養分を利用して成長できる⁶⁾ため、成長が早い⁷⁾ことがあげられる。この貯蔵養分は、光合成によって生産された糖類で、これを枝、幹、根などにある師管の柔組織にデンプンとして蓄えられたものである。蓄積されたデンプンは、葉の落ちた冬季に多くなる。このことから、伐採は、冬季よりも春季や夏季に行った方が効果が高いことが知られている⁹⁾。

貯蔵されたデンプンの動態は、古くはクヌギ、コナラ、ミズナラなどの薪炭林に利用される樹木での検討例⁸⁻¹⁰⁾があり、なかでもコナラ属の樹種を対象にしたものが多い¹¹⁾。ただし、萌芽特性は樹種によって異なることもあり¹¹⁾、河川に生育するヤナギ類においても、最適な伐採時期を管理に取り入れるためには、樹種の萌芽特性や萌芽能力を知ることが重要

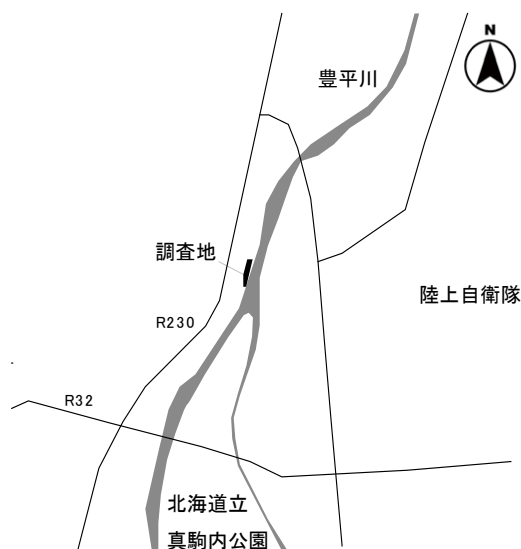


図-1 調査地



写真-1 調査地の全景

である。

そこで本研究では、ヤナギ伐採後の再繁茂抑制に向けて、ヤナギ切り株の再萌芽性に着目し、ヤナギ根茎に蓄積された糖含有量の季節変化を分析することで、適切な伐採時期のタイミングについて考察を行った。

2. 研究の概要

(1) 採集の概要

採集場所は北海道札幌市を流れる豊平川で (図-1、前頁)、河畔にあるヤナギ類 (写真-1、前頁) の根の全糖量 (デンプン) を分析した。根茎の採取は、2021年の4月23日、5月27日、6月30日、7月28日、8月26日、9月29日、10月27日、11月26日に行った。採取直後に試料を冷凍保存し、1ヶ月以内に全糖量 (デンプン) の分析を行った。調査時の樹木成長の様子と採取した根茎を写真-2、対象とした樹種を表-1、分析に供した試料の諸元を表-2に示す。

(2) 全糖量の分析

・試料の調整と糖類 (デンプン) の抽出

分析試料 (冷凍根茎) は、ミルやナイフ等で微細片とし、約120℃の乾燥器内で2時間程度乾燥後にすり鉢で微粉碎した。次に、可溶性糖類を抽出するため、粉碎試料に重量比が1:20になるように80%エタノールを加え、約80~90℃の水バスに入れて約2時間環流した。室温程度まで冷却した後に、ガラスフィルターで吸引ろ過し、次いで80%エタノールでろ過残を洗浄した。最後に、還流中の揮散ロスを補正するため、80%エタノールを加えて先と同量にメスアップし検液とした。

・フェノール硫酸法による全糖量の測定

糖標準としてグルコースを用い、80%エタノール溶液としたものをフェノール硫酸法で発色させて検量線を作成した。グルコース濃度は0、20、40、60、80、100 µg/mL とした。試験管に試料検液またはグルコース溶液0.2 mL、次いで0.2 mLの5 wt% フェノール水溶液を入れて混合後、1 mL濃硫酸を加えて直ちにボルテックスミキサーにより攪拌した。これを水冷却しながら約30分静置して発色させた。マイクロセルを用い、蒸留水で可視分光光度計の0点校正を行った後、フェノール硫酸法で発色後の波長490 nmでの吸光度 (OD490) を測定した。フェノール硫酸法で発色させたグルコースのOD490検量線から、検液中のグルコース換算の全糖量濃度を算出した。最後に、乾燥根茎と乾燥前根茎の単位重量あたりのグルコース換算の全糖量を算出した。

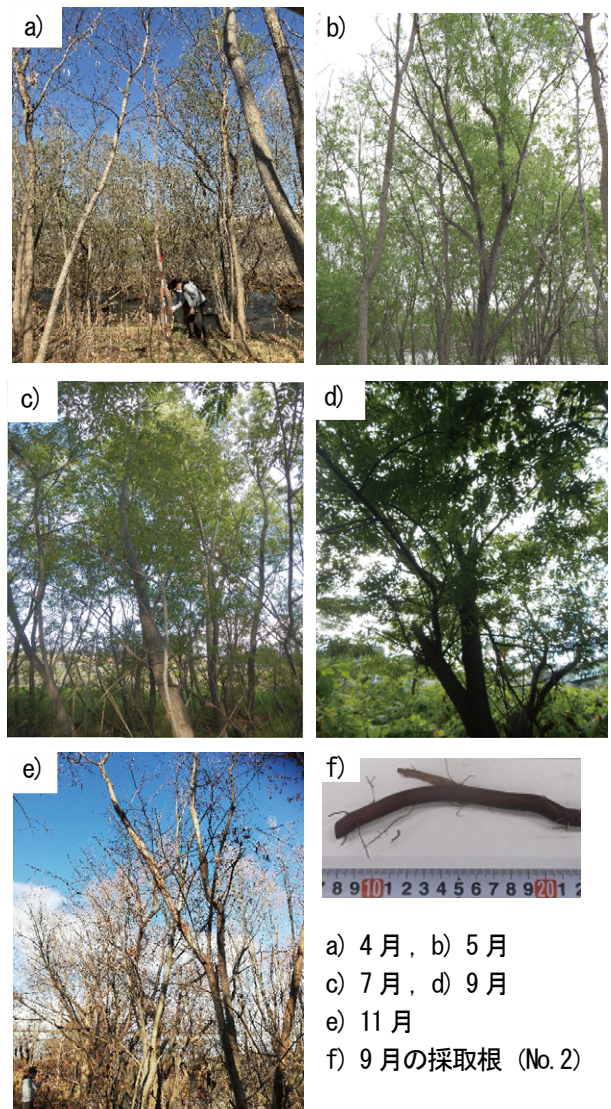


写真-2 月ごとの樹木の様子と採取した根茎

表-1 採取対象個体の樹種名

| No. | 種名 |
|-----------|----------|
| No.1~5 | オノエヤナギ |
| No.6,7,10 | タチヤナギ |
| No.8,9 | エゾノキヌヤナギ |

表-2 分析に供した根茎の諸元

| 採取月 | N | 含水率 (%) | | 長さ (cm) | | 直径 (cm) | |
|-----|---|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| | | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD |
| 4月 | 6 | 49.4 | 9.5 | 12.8 | 1.8 | 0.8 | 0.1 |
| 5月 | 6 | 50.6 | 6.3 | 10.1 | 1.8 | 0.7 | 0.2 |
| 6月 | 6 | 57.6 | 2.9 | 9.4 | 1.8 | 0.6 | 0.1 |
| 7月 | 5 | 53.4 | 3.2 | 15.3 | 1.9 | 0.6 | 0.3 |
| 8月 | 5 | 53.2 | 3.6 | 12.1 | 1.9 | 0.5 | 0.2 |
| 9月 | 5 | 56.2 | 3.6 | 17.0 | 1.9 | 0.9 | 0.2 |
| 10月 | 5 | 51.1 | 5.1 | 8.5 | 1.9 | 0.7 | 0.1 |
| 11月 | 5 | 55.0 | 8.0 | 9.0 | 1.9 | 0.4 | 0.1 |

(3) データ分析

データの分析は、各個体の変化及び月ごとの変化を分析結果をもとにとりまとめた。測定したデータの中で全糖量が最も小さい月（5月）と各月の全糖量と間の対比較をDunn検定で行った。なお、データ分析には、JMP 100を用いた。

3. 結果および考察

(1) 根茎の直径と貯蔵全糖量との関係

図-2に根茎の直径と単位乾燥質量あたりの全糖量との関係を示す。試料に供した根茎直径は0.3-1.1cmで、これに対する全糖量は約0-170 mg/g dryであった。分布の傾向をみても、根茎の直径に偏り無くデータが分布していた。すなわち、単位乾燥質量あたりの全糖量は根茎のサイズには依存しないと言える。

一方で、同図からは、月ごとの全糖量の変化も見て取れる。例えば、5月は根茎のサイズが約0.4-1.0cmと幅広いが、全糖量はすべての試料において10 mg/g dry以下と他の月に比べても低くなっていた。逆に7月は根茎のサイズが5月と同等であるが、全糖量は約20-120 mg/g dryと分布に幅があった。

(2) 個体別にみた貯蔵全糖量の変化の傾向

図-3に4月から11月にかけての各個体の全糖量の変化を示す。なお、No.6-No.10については、No.1-No.5とは樹種が異なるため、ここでは参考までにとどめる。通期で結果が得られているNo.1とNo.2の個体での根の全糖量変化をみると、各月の全糖量の値に差はみられるものの、7月までは同じような傾向であった。8月以降の全糖量は、9月にかけてNo.1が前月より下げて、No.2が前月より上げていた。また、10月から11月にかけても逆の傾向がみられた。

No.3-No.5についても、全糖量が最も低いのは5月であったが、全糖量が最も高い月は各個体で異なっていた。また、多くの個体で夏季の6月から7月にピークを付け、秋期の9月にピークを付けるような2峰性を有していた。

(3) 月別にみた貯蔵全糖量の変化の傾向

図-4に月別の全糖量の変化を示す。同図の中央値は、各月の試料の分布の中央値にあたり、データの代表的な特徴を表す値である。各月の全糖量の傾向を中央値と比較すると、4月が25 mg/g dryで、5月に2 mg/g dryとなり6月に50 mg/g dryまで増加し、以降8月を除いて50-66 mg/g dryの間で推移していた。

以下では、各月の樹木の成長具合と全糖量の推移を比較することで、月別に見た貯蔵全糖量の変化の傾向について議論したい。

4月は、すべての個体の葉が展開する直前の状態であっ

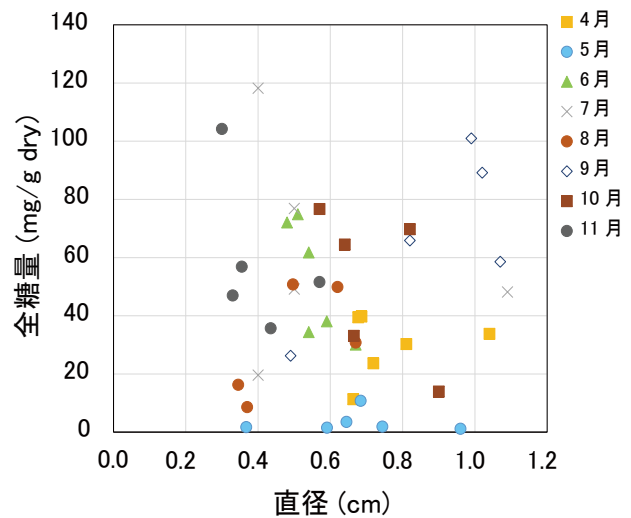


図-2 根茎の直径と全糖量との関係

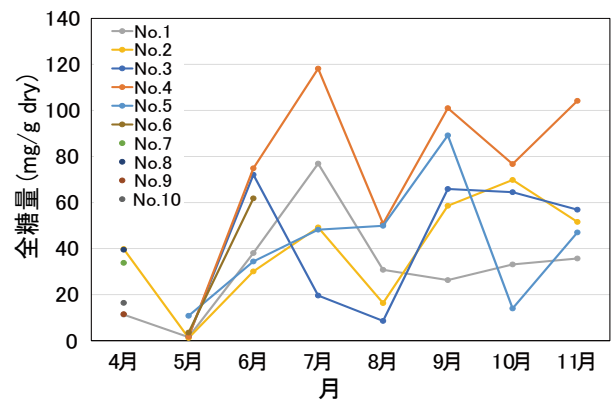


図-3 各個体の全糖量変化

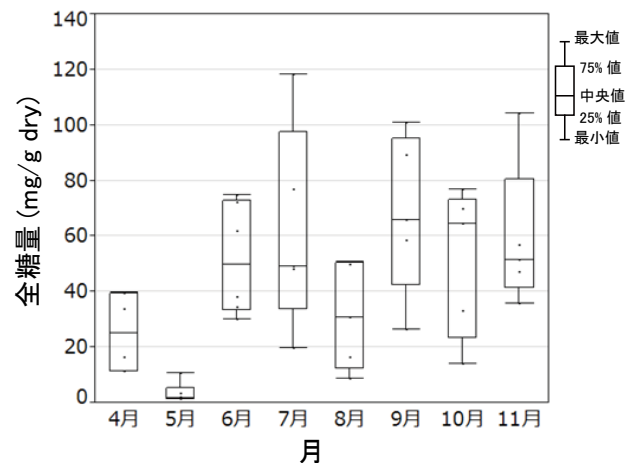
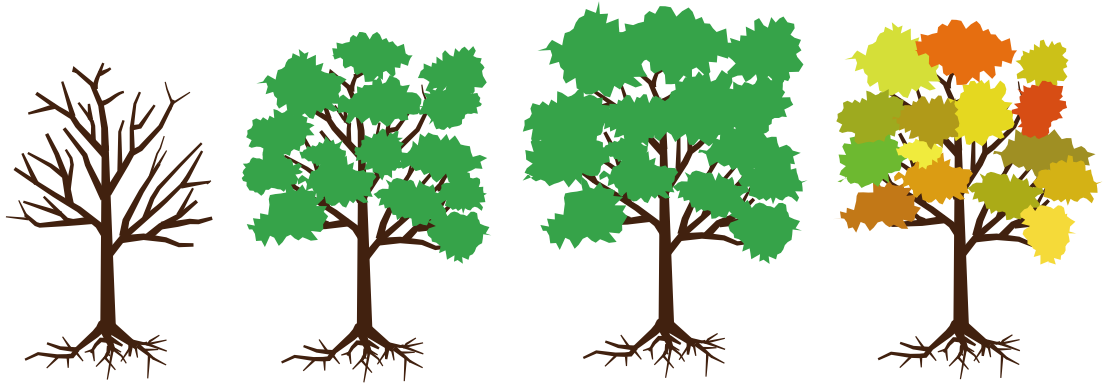


図-4 月ごとの全糖量変化

た。このため、根に貯蔵されたデンプンは糖に分解されて展葉の養分として使われていた可能性が高く、5月との有意差は認められなかった ($p = 0.79$)。5月の全糖量は調査期間中最も小さく、この時期は、ヤナギの葉が展開した時期と一致しており、養分として蓄えられたデンプン（糖）が展葉に利用されたものと考えられる。6月、7月は、5月よりも共に全糖量が増えていた。これは葉が展開した後に、光合成産物として糖を根へ貯蔵したこと



| 成長段階 | 休眠 | 展葉直後 | 枝等の成長直後 | 落葉 |
|------|----|------|---------|----|
| 根の糖量 | 多 | 極少 | 少 | 多 |
| 伐採時期 | 不適 | 最適 | 適 | 不適 |

図-5 成長段階と根の貯蔵全糖量から推定される最適な伐採時期（概略図）

で増加に転じたためと考えられ、5月と6月および7月の全糖量の間で有意差が認められた（6月と7月でそれぞれ $p = 0.011, p < 0.001$ ）。しかし、8月になると全糖量は再度低下しており有意差が認められなかった（ $p = 0.49$ ）。これは、樹木の枝の伸長や幹の成長等に利用するため、根に蓄積していたデンプンも利用された^{8),12)}ものと推察される。9月は、6月同様に根にデンプン（糖）を貯蔵し始め、葉の落ちる11月まで貯蔵状態が続いていたものと考えられる。9月から11月まで、いずれも5月との間に有意差が認められた（それぞれ $p = 0.002, p = 0.002, p = 0.007$ ）。

(4) ヤナギ類の再萌芽抑制に向けた最適な伐採時期について

ヤナギ類の再萌芽抑制に向けた最適な伐採時期について、図-5に成長段階と根の全糖量の貯蔵量から推定される最適な伐採時期について概略図を示した。

樹木伐採は、北海道局内において、葉の処分量が少なく、雪によって伐採箇所の作業場を確保し易いため、冬期に実施されることが多い。しかし、落葉季にあたる9月以降から4月までは、根のデンプン（糖）量が増加し、萌芽力が高い状態で春を迎えることになる。

休眠期から活動期に入ると、葉が開き（開葉）、展開する（展葉）。調査時期との関係でみると、4月下旬から5月下旬にかけてがこの段階にあたるものと考えられる。この時期は、根の全糖量が著しく低下しており（図-4）、伐採後の萌芽能力が減衰している時期と考えられ、伐採に最適な時期と考えられる。ただし、展葉後から糖は葉の近い枝から幹へ、幹から根へ糖を運び貯蔵する。この結果、6月下旬には、糖は根にかなりの量を蓄積しており、伐採後の萌芽能力は高い状態になっていると考えられる。

次に、枝等の成長直後（8月）も伐採に適したタイミングと考えられる。樹種によっては、季節で根の糖量が変動する中で2峰性を有するものもある一方で、示さな

い樹種もある^{8,13)}。これは、先に示した調査のタイミング問題か、樹種の特徴かは明確ではない。ただし、展葉の時期に比べると、枝の成長時期の方が多くの樹種で糖の蓄積は多い傾向にある¹³⁾。

4. まとめ

本研究では、ヤナギ根茎に蓄積された糖含有量の季節変化を分析することで、適切な伐採時期のタイミングについて考察を行った。その結果、ヤナギの糖含有量は季節によって変化しており、夏季の6月から7月と、秋期の9月にピークがみられるような2峰性を有していた。4月の開葉前、5月の展葉後、8月の成長期に全糖量が低下し、この中でも5月の展葉後が最も全糖量が低い値となり、最適な伐採時期と考えられた。また、5月をコントロール群としてDunn検定を行ったところ、6、7、9、10、11月との間で有意差が認められた（ $p < 0.05$ ）。しかし、展葉後の全糖量の低下期間がどの程度継続するかに加え、適切な伐採期間を知るためには、根茎の全糖量と伐採後の再萌芽性との関係についても引き続き検討していく必要がある。

謝辞：本研究を実施するにあたり、北海道大学大学院農学研究院 森林科学分野 樹木生物学研究室 助教 山岸祐介氏、同大学院修士生 鈴木廉氏 には、樹木生理についてのご助言や試料採取において大変お世話になった。造林学研究室 講師 宮本敏澄氏には、糖の分析や樹木生理についてのご助言を賜った。ここに記して深く謝意を表す。また、寒地河川チーム 研究員 平田智道氏には、試料採取にサポートいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1) 佐貫方城, 大石哲也, 三輪準二: 全国一級河川における

- 河道内樹林化と樹木管理の現状に関する考察, 河川技術論文集, Vol.16, pp.241-246, 2010.
- 2) 北海道開発局, 寒地土木研究所: 樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案), https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/ud49g7000000c4t6-att/ud49g7000000c55t.pdf (2021年1月11日), 189p., 2001.
 - 3) 大石哲也, 谷瀬敦, 橋本慎一: 河道内の樹木伐採・伐根および切下げ後の再樹林化防止対策に関して, <https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat000001t4ni-att/splaat000001t4wk.pdf> (2021年1月11日), 第63回(2019年度)北海道開発技術研究発表会論文, 2020.
 - 4) 田口敦史, 小山康吉, 村上泰啓, 谷瀬敦: ヤナギ類を主体とした河道内樹木の伐採後の萌芽枝成長量の経年調査, 河川技術論文集, Vol.25, 2019.10
 - 5) 田屋祐樹, 増本みどり, 赤松史一, 矢島良紀, 佐貫方城, 中西哲, 三輪準二: 河道内樹林における萌芽再生抑制方法の検討, 河川技術論文集, Vol.18, pp.59-64, 2012.
 - 6) Bellingham, P. J. and Sparrow, A. D. : Resprouting as a life history strategy in woody plants communities, *Oikos*, Vol.89, pp.409-416, 2000.
 - 7) Bond, W. J. and Midgley, J. J. : Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche, *Trends in Ecology and Evolution*, Vol.16, pp.45-51, 2001.
 - 8) 菊谷昭雄: コナラの木部に貯えられた澱粉の季節的变化, *日本林學會誌*, Vol.35, pp.191-193, 1953.
 - 9) 山瀬敬太郎: 暖温帯域での高齢化した里山構成種7種の萌芽能力, *日本緑化工学会誌*, Vol.38, pp.109-114, 2012.
 - 10) 野上寛五郎: 萌芽更新したクヌギ成木の葉部の養分含有率の季節変化, 第100回日本林学会大会発表論文集, pp.239-240, 1989.
 - 11) 溝口岳男, 赤間亮夫, 高橋正通, 重永英年, 長倉淳子, 阪田匡司, 野口享太郎: スギ, コナラ, シデ成木における部位別窒素濃度の季節変動, 第114回 日本林学会大会, Vol.114, pp.445-445, 2003.
 - 12) 藤大七郎, 竹越卓爾: クヌギとシラカシの貯蔵デンプンの季節による増減演習林, Vol.9, pp.17-23, 1952.
 - 13) Furze, M.E., Huggett, B.A., Aubrecht, D.M., Stolz, C.D., Carbone, M.S. and Richardson, A.D.: Whole-tree nonstructural carbohydrate storage and seasonal dynamics in five temperate species, *New Phytologist*, Vol.221, pp.1466-1477, 2019.