

大径木の「凍土移植」について

—カシワの事例—

室蘭開発建設部 沙流川ダム建設事業所 ○山中 誠也
正国 之弘
竹ヶ原 一郎

沙流川ダム建設事業所では、平成 19 年度より平取ダム建設に伴う付替道路工事に着手しており、支障となる樹木は伐採することを基本としつつも、幼木の移植等による保全について検討してきたところである。

しかしながら付替道路のルート上には、樹高約 20m、幹の直径約 90cm、推定樹齢 150 年の「カシワの大径木」が根を下ろしており、このカシワは見事なまでの壮大な雄姿を呈する典型的な牧野林を構成する樹木で、地域を象徴する牧野景観に大きく寄与していると認められることから、景観保全のうえで移植が必要であると判断した。

本報告は、従来、極めて難しいとされてきた大径木の移植に関し、北海道特有の厳冬期の寒気を活用して、樹木の根及び周囲の土壌を一体のまま凍結させて移動させる「凍土移植法」の施工例について、その詳細及び事後を報告するものである。

キーワード：保存・共生、緑化・植生

1. まえがき

沙流川総合開発事業は、沙流川に二風谷ダム、支川の額平川に平取ダムの 2 つの多目的ダムを建設する事業（図 1）で、「洪水調節」「流水の正常な機能の維持」「水道用水の供給」「発電」を目的としている。昭和 57 年度に沙流川総合開発事業として建設に着手し、二風谷ダムは、昭和 61 年 9 月に本体工事に着手、平成 10 年 4 月に管理に移行している。平取ダムは、現在付替道路工事を実施しており、今後本体工事に着手、平成 28 年度の完成を目標としている。今回の凍土移植は、この付替道路工事の施工に伴い、実施したものである。



図 1 沙流川総合開発事業計画概要図

2. 樹木(カシワ)保全の根拠

平成 19 年度から着手した付替道路の周辺には平取町の特産品である平取和牛を育成している牧場が広がっており、また、開拓時に山林樹木であった一部を牧野林として残した樹木が多く分布している。

本報告に挙げるカシワ（写真 1）は、牧野林の中でも一際大きく、樹高約 20m、枝張り約 28m、幹の直径約 90cm、推定樹齢 150 年の独立木として、周辺の牧野景観の象徴にもなっていた。

大きな樹冠を形成する牧野林の日陰は、放牧された牛の休息場として機能しているとともに、野生動物には餌資源を供給している。



写真 1 移植前のカシワ(平成 19 年 6 月撮影)

また、平取ダム・二風谷ダムが位置する平取町は、「アイヌ文化の諸要素を現在に至るまでとどめながら、開拓期以降の農林業に伴う土地利用がその上に展開することによって多文化の重層としての様相を示す、極めて貴重な文化的景観」であるとして、平成 19 年 7 月に文化庁より重要文化的景観に選定されていることから、景観の保全には十分な配慮が必要である。この重要文化的景観は、平取町内の 6 つの区域から成っており、その一つである「牧野・牧野林とスズラン群生地」の景観」区域が平取ダム事業用地と隣接している状況である。

このことから、牧野に沿った線形の付替道路工事の施工に際して、牧野景観の象徴でもある牧野林の保全を検討することとした。

3. 保存方法の検討

(1) 従来(一般的)の手法

移植後に根を活着させるためには、根茎を傷めずに運搬することが極めて重要である。

一般的な移植手法である根巻き法の場合、剪定→根回し→掘取り・根巻き→運搬・植付けの過程を経て樹木は移植される。

根回しでは、根の周囲を輪状に床掘りし、断根や環状剥皮処理を行う。高木の場合には、この段階で根巻き・縄掛けを行い、再び客土を行う。この期間は、活着率を高めるため、根を切断した後に養生を行い、発根を促す期間が必要であり、山林木等の場合には 1~2 年間を要することがある。

根巻きでは、根回しと同じく輪状に掘り込んだ後、根鉢を安定させるため、藁や菰(こも)で根鉢を巻き込み、縄掛けを行う。

カシワは一般的に深根性であり、特に今回の大径木のような場合には、中・大径の斜出根・垂下根は地表面から 1.5~2m 程度まで達するものと考えられた。そのため、仮に根巻き法で移植を行う場合、根鉢は並鉢型から貝尻(べいじり)型となり、その厚さは 3m 程度、樹木を含む重量は 50~80t となる見込みであった(表 1)。

表 1 根巻き法による根鉢規格

規格寸法の考え方		カシワ大径木に照合した規格
根鉢径	根元径の 4~5 倍	根鉢直径 3.6~4.5m
根鉢の形状	並鉢~貝尻	深さ 3m~4m 算定重量 50~80t

※根鉢の総重量は、土の単位体積重量(1.7tf/m³)で算出し、これに樹木の概算重量を加えた数値。

しかし、一般的に胸高直径 50cm 超える樹木の移植は北海道では事例が乏しい状況であった。

今回のカシワについて、従来の手法である根巻き法で移植を行った場合、根巻きをする際に十分な締め固めを行ったとしても、根茎を傷めずに運搬することが極めて困難であることが予想されたことから、次の(2)で述べるとおり、他の手法によることとした。

(2) 凍土移植法の採用

今回のカシワの移植に当たり、付替道路工事の工程を考慮しつつ、根茎の休眠期で厳冬期の施工を前提とし、かつ、短期間で移植でき、複数の施工事例もある「凍土移植法」を採用することとした。

「凍土移植法」とは、樹木の休眠期に北海道特有の厳冬期の寒気を活用して、樹木の根及び周囲の土壌を一体のまま凍結させて移動させる手法である。

凍土移植法の実施にあたり、斎藤新一郎環境林づくり研究所長より、対象木の診断、根鉢の大きさの他、施工の詳細に至るまでの多々の助言を頂き、移植作業の具体化の検討を行った。

(3) 対象木(カシワ)の診断・根鉢規格の決定

斎藤所長の指導により、カシワの診断に当たっては、以下のような条件で行った。

- ・樹形・樹勢が良く、余命が期待できるもの。
- ・幹腐れが見当たらず、傷病枝や病虫害が無く、高い活着率が見込まれるもの。

平成 19 年 8 月の現地における診断の結果、カシワの状態は良好で、移植が可能であると診断された。根鉢の規格等についても、樹高や胸高直径、枝張り等により、カシワの根鉢径は幹の表面から 2m 程度離して、4.9m とし、掘削深は 1.5m とした(表 2)。

表 2 カシワの根鉢規格

樹種	根鉢規格			総重量
	径	深	体積	
カシワ	4.9m	1.5m	28.3m ³	約 50t

(4) 移動方法の検討

カシワの周辺は、緩やかなアンジュレーションを持つ牧草地であり、道路の完成後は切土法面となる場所に位置(図 2)していた。移植先については、前例が無い重量の根鉢を運搬すること及び環境の変化を最小とすべきことから、最短の移動距離で検討した。

根鉢の巻き付け材は、運搬に耐えうる強度の材料として、ライナープレートとした。

根鉢の運搬方法については、「クレーン車等によ

る吊上りの方法」と「運搬用檣(ソリ)の方法」の2タイプがあるが、根鉢の大きさや重量から、運搬用檣(ソリ)を採用した。

また、技術的な課題として、推定重量 50t を超える根鉢を檣(ソリ)で運搬する際、移動を伴う作業が極めて困難であるとともに、大型建設機械の稼働・走行によって、作業箇所周辺の牧草へダメージが生じることも懸念された。

これらの課題を踏まえ、移植先を現況から 30m の位置に設定し、移植元から移植先まで根鉢の通過が可能な幅と深さで移動用の溝を掘り、平面的に移動させることとした(図 3)。

これによって、移植元から移植先への高低差が解消され、移動作業がスムーズになるとともに、改変面積の低減を図ることが出来た。

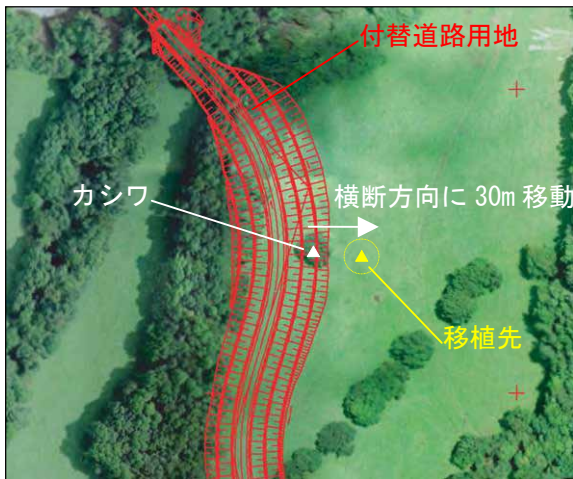


図 2 カシワと付替道路用地

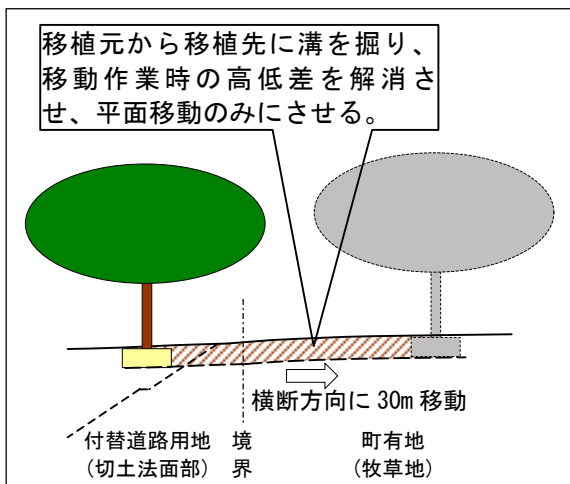


図 3 カシワ移植先の選定の考え方

(5) 作業時期の検討

凍土移植法の最大のポイントは、樹木の根及び周囲の土壌を凍結させ、土壌微生物群も含めて一体のまま移動することで、移植後の樹木への影響を最小限にできることである。

それゆえ、根鉢内の一体化をより確実にし、その作業期間を短縮するためにも、できるだけ低気温であることが望ましい。

移植作業の実施日程を設定するに当たり、過去 6 箇年(平成 13 年から平成 18 年)の 1 月、2 月の事業地周辺における気温観測記録の内、日平均気温の状況(図 4)から作業日程を検討した。

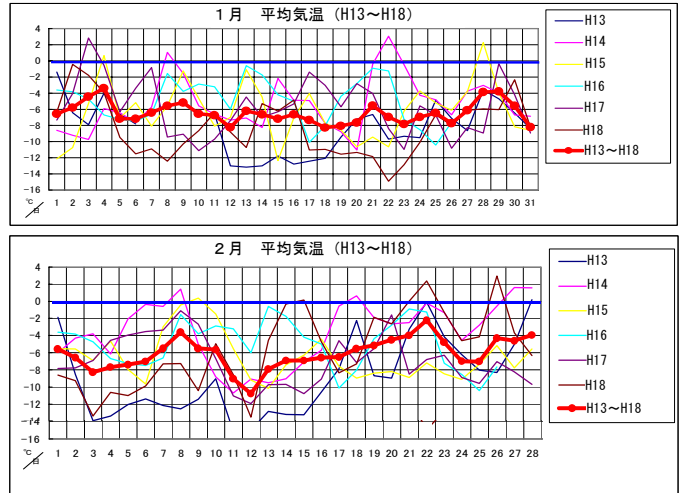


図 4 事業地の気温(平成 13~18 年, 上 1 月, 下 2 月)

事業地周辺の平均気温では、1 月から 2 月にかけて、ほぼ安定した寒冷条件が見込まれたため、平成 20 年 1 月 30 日から 2 週間を最適作業期間とした。

4. 凍土移植の実施状況

凍土移植の実施状況について、施工順に以下に示す。

(1) 移植準備：掘削～根鉢製作～安定化

移植準備作業として、カシワの根周辺の掘削から根鉢の製作、運搬路の掘削までを行う。根鉢製作の施工は、平成 20 年 1 月 15 日から 23 日(実作業：4 日間)にかけて行った。

移植準備の具体的な作業過程は、以下である。

- カシワ周辺を除雪して地面を露出させ、根鉢規格の直径の周辺をバックホウで掘削する。作業スペースを確保するため、根鉢から概ね 1.5m 程度の幅で掘削を行った。掘削時に根鉢よりも張出している根は、チェーンソーで根切りした。
- 根鉢の掘削後、移植先までの運搬路となる溝を掘削した(写真 2)。
- 枯れ枝等の診断をした後、枝の剪定を行った。
- 根鉢のライナープレートを設置する際、管の内側にプレート間の接合部があるため、事前に根鉢の上で組み上げ、根鉢の形状を整えながら被せる形をとった(写真 3)。



写真 2 掘削後のカシワの根鉢と運搬路
(平成 20 年 1 月 16 日撮影)



写真 4 砂の充填・水の注入
(平成 20 年 1 月 23 日撮影)



写真 3 ライナープレートの設置
(平成 20 年 1 月 23 日撮影)

- ・切り出した根鉢を外気温により凍らせるとともに、根鉢と固定具のライナープレートとの間隙に砂（荒砂）を充填、同時に水を注入し凍結させることにより、移動に耐えられる強固な根鉢を完成させた（写真 4）。

根鉢径が大きなカシワについては、完全に凍結するまでの期間として作業日数 1 週間程度を見込んだ。充填作業は平成 20 年 1 月 23 日(1 日間)に行った。

- ・底部の根切りには、鋼ワイヤー等を使用し、2 台のバックホウ等で引き切りを行った。
- ・底板となる運搬用檣は、鉄製 6m×8m となるため、3 分割のパーツを工場製作し、現地で組み立てた（写真 5）。
- ・根鉢の底部に檣を差込んだ後、主要な枝とプレートをロープで固定し、根鉢とプレートとの一体化を図った。



写真 5 運搬用檣(ソリ)
(平成 20 年 2 月 4 日撮影)

(2) 移動作業：運搬～埋め戻し

本移植作業として、移植先へ根鉢を移動させ、檣及びライナープレートを取り外し、根鉢周辺と運搬路の埋め戻しを行う。運搬から埋め戻しまでは、平成 20 年 2 月 4 日(1 日間)で作業を行った。

移動から埋め戻しまでの具体的な作業過程は以下の通りである。

- ・根鉢の運搬は、ブルドーザーによる押し出して移動させた（写真 6）。
- この際、檣に取り付けたワイヤーをバックホウ 2 台で操作し、檣の進行方向を調整した。

- ・櫓の引き抜きには、挿入時と同じく、バックホウ2台を用いて行った。
- ・ライナープレートの取り外しにあたり、接合部が内側にあるため、4分割に切断した。根鉢の表面は霜がついて完全に凍っている状況であった(写真7)。
- ・埋め戻し作業は、運搬路から先に行い、根鉢周辺に50cm程度の空間を残し、現地の掘削土で埋め戻した。
- ・根鉢周辺の埋戻しにあたっては、腐朽菌の影響を受けなく通気性を確保する。有機性の材料は用いずに砂礫で埋め戻した(写真8)。



写真6 運搬作業(平成20年2月9日撮影)



写真7 ライナープレート取り外し直後
(平成20年2月9日撮影)



写真8 埋め戻し作業(平成20年2月9日撮影)

(3) 添え木等の設置

移動作業の後に、添え木の設置を行った(写真9)。添え木は、根切りしたことで、樹木が移植前と比べ横方向に不安定になるため、張出した主要な側枝を対象として、計4本を設置し安定化を図った。また、踏みつけによる根の損傷を防止するため、外周柵(牧柵)と碎石のマルチングを行った。



写真9 移植完了後のカシワ
(平成20年2月12日撮影)

5. モニタリング

今年度、斎藤新一郎環境林づくり研究所長の協力のもと、定期的に移植後のモニタリングを行った。モニタリングの結果を以下に示す。

春季(平成20年5月): 全体的に葉が付いており、開葉を確認し、順調な生育であった。

夏季(平成20年7月): 樹木の生長が見られ、開葉及び枝伸張状況が確認でき、順調な生育であった(写真10)。

秋季(平成20年12月): 新たな枝が上だけでなく横からも出ていて、その伸びが止まっておらず、その先にも冬芽が出ていた。ただ、葉は増えているが、移植前より小さくなった。

なお、葉の大きさ(写真11)については、斎藤所長によると、一時的なものなので、将来的に問題ないと思われるとの事であり、今のところ順調に生育していると思われる。

今後も、生育状況について必要なモニタリングをしていく予定である。



写真 10 カシワの今年の状況
(平成 20 年 8 月撮影)

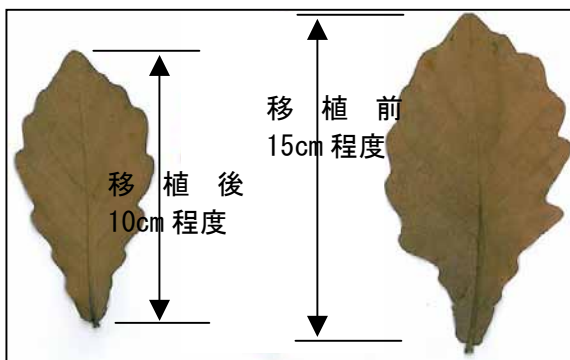


写真 11 現地で採集したカシワ

謝辞：斎藤新一郎環境林づくり研究所長には、今回の一連の取り組みに関し、技術指導を始め、多大なご助言・ご協力を頂いた。

また、大同産業開発株式会社 吉田茂男氏には、具体的な施工方法と現場作業時の工夫について惜しみない協力を頂いた。

この場を借りてお礼を申し上げる。

参考文献：

- 1) 斎藤新一郎. 2008. 大カシワの凍土方式による移植 (史上最大規模の移植作業を診てのコメント), 環境林づくり研究所
- 2) 斎藤新一郎・竹ヶ原一郎. 2008. 凍土方式による大樹の移植 エゾヤマザクラ及びカシワの事例, 雪氷学会北海道支部研究発表会資料
- 3) 川口賢一・斎藤新一郎. 2007. 厳冬期における樹木移植-凍土方式によるホオノキ移植の事例, 第6回「野生生物と交通」研究発表会講演論文集, 13-16p.
- 4) 斎藤新一郎. 2006. 凍土方式によるホウノキ成木の移植を終えてのコメント, 環境林づくり研究所 ((株)ドローン依頼/遠軽道路事務所委託)
- 5) 苅住昇. 1979. 樹木根系図説, 696p, 713p, 908p, 誠文堂新光社, 東京.
- 6) 大濱亮一, (社)日本造園学会編. 1978. 造園ハンドブック, 886p-900p, 技報堂出版.

6. あとがき (今後の課題と展望)

今回のカシワの凍土移植法による取り組みを踏まえ、移植後の生育をより確実にするため、寿命・余命の診断技術の向上、根鉢の縮小化、移動による生育条件の変化、移植先の寒風対策、添え木外しのタイミング等について、さらなる知見の蓄積が必要であると思われる。

「凍土移植法」は、根鉢のサイズに制約がなく、どのような樹種の大木であっても移動できる可能性があり、比較的安価で短期内で施工できる利点がある。

今後も様々な事業において、地域の名木・巨木等の保存技術の一つとして、北海道の気象条件を活かした凍土移植法が導入されるケースが見込まれる。

本報告が大径木の保存を行う際の一助になれば幸いである。

沙流川ダム建設事業所では、今後も工事が本格化する中で、事業地周辺における自然環境並びに牧野景観への配慮をすべく、多様な取り組みを進めていきたい。