

技術

オーストリアの林内路網について
～トレイン・ザ・トレーナー特別講座（研修講師養成講座）に参加して～

長野県林務部森林づくり推進課
技術士（森林部門）小澤 岳弘

1. はじめに

2013年9月にオーストリアで開催された、トレイン・ザ・トレーナー研修（研修講師養成講座）に参加し、オーストリアにおける、森林管理、木材生産システムや木質バイオマス等について学んだ。今回はその中でも、研修参加時に担当していた業務である林内路網について、整備の経緯、現状や、道路の規格・構造、特徴などについて、研修で学んだ内容、現地で触れた事などを報告する。



図ー1 オシアッハ森林研修所位置図
（「オーストリアの森林教育・森林技術者の育成と支援」
（2013）に加筆）

2. トレイン・ザ・トレーナー研修とは

今回の研修は、日本の林業関係者向けに、オーストリアの林業技術の伝達を通じて、林業指導者の育成を図る目的で開催されたもので、研修場所は、オーストリア連邦森林・自然災害・景観研究研修センター（略称 BFW）附属オシアッハ森林研修所であった（図ー1）。今回の研修では、日本全国から、林業事業者、地方自治体の職員や大学関係者など40名が参加した。うち、長野県からは、県職員3名（自費かつ有給休暇による）と林業事業者等から6名が参加した。

研修は、森林管理、路網整備を含む木材生産システム、安全教育や木質バイオマス関連等について、室内講義や、現地研修などを交えて5日間の日程で行われ、文字通り朝から晩までの濃密な研修であった（表ー1）。研修の主な講師は、同研修所の職員であり、研修はすべてドイツ語で行われたが、専門の通訳が研修期間中は滞在し、テキストも日本語に訳されているなど、英語すらまならない筆者でも不便はなかった（写真ー1）。

表ー1 研修のカリキュラム

月日	講義内容		
9月2日(月)	開講式 森林管理	森林開発 (路網、索道)	現地研修 (木質バイオマス発電所)
9月3日(火)	林道建設	造林計画	現地研修 (研修林)
9月4日(水)	林業機械、 搬出システム	現地研修 (搬出現場:タワーヤーダ)	林業関係企業プレゼン
9月5日(木)	林業労働安全	現地研修 (搬出現場:ハーベスタ)	林業機械メーカー見学
9月6日(金)	バイオマス	修了式等	



写真ー1 室内講義の様子

3. オーストリア林業について

林内路網に触れる前に、オーストリア林業について簡単に説明する（同国の森林・林業については既出の情報が最近増加しているのので、ここでは概略にとどめる）。

オーストリアは国土面積が北海道とほぼ同じ程度であるが、木材の生産量は日本全体のそれを上回る。また、トウヒを主な対象とした大規模製材工場が国内に多く存在し、エネルギーとしての木材の活用も活発で、比較的急峻な地形も多いオーストリアは、我が国が学ぶべき点が多い「林業先進国」である。

オーストリアにおける主な集材システムについては、緩傾斜地では高密度路網を活用したトラクタによるものが多く、急傾斜地では、高性能のタワーヤード等を活用して集材が行われている（表-2）。なお、トラクタを含む林業機械の多くは、クローラタイプが主体の日本とは異なり、ホイールタイプである。

表-2 オーストリアにおける主な集材方法

（「オーストリアの森林教育・森林技術者の育成と支援」（2013）を基に、（2007 白井）を参考に加筆）

集材方法	割合	備考
トラクタ	44%	主に 緩傾斜地+小規模所有森林ウインチ等を活用
フォワーダ	32%	主に 緩傾斜+大規模所有森林一部ハーベスタによる伐採を伴う
タワーヤード等架線	22%	急傾斜地
その他	2%	ヘリコプタ等

4. オーストリアの林内路網整備について

今回の報告の本題である、オーストリアの林内路網整備について述べる。なお、ここでの記述内容、表現については、引用を示したものの以外はすべて今回の研修で示されたものである。

4.1 林内路網の整備状況

オーストリアにおける、林内道路の整備密度は図-2のとおりである。参考までに日本国内、長野県における整備密度もあわせて記載した。

今回の研修においては、普通トラック（LKW：Lastkraftwagen）が通行できる、木材運搬を主な用途とする林内道路を林道（Forststraße）として扱っていたため、ここでも同種の林内道路を林道と表示することとする。

オーストリアにおける林道整備の経緯であるが、第2次世界大戦後に、林業を近代化する余力のない小規模所有者の森林において重点的に林道が整備され、林道整備費については、国や州から約60%、2000年代になってからはEUから約40%が補助された（2007 白井）。整備の進んだ現在は、林道の新設はほとんどなく（補助制度もない）、必要性の高い既設林道の改築、改良を重点的に行っている（約40%の補助）。

なお、林道の一般的な計画密度としては、30～50m/ha を目標としている。これを超えると許可が必要のようである。

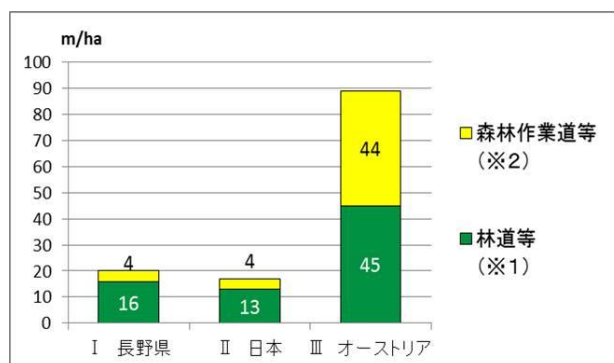


図-2 林内路網密度の比較

（※1 林内公道・林道 ※2 林業機械用路）
I 長野県業務資料（2012）、II 林野庁業務資料（2009）
III BWF Waldinventur（1992/96）

4.2 林道の規格・構造

オーストリアの林道の規格・構造について、表-3にまとめた。日本との比較については、最も規格に近いと思われる林業専用道とした。なお、これらの規格・構造については、今回の研修では公的な基準であるかどうかは確認できなかったが、（白井 2007）によると、2007年時点では、公的に示されたガイドラインは存在せず、一般的に目安とされる要件は存在する、とのことから、少なくとも地域単位での目安は存在していると

思われる。

幅員や最小曲線半径は林業専用道とほぼ同じであるが（想定する車両の規格が基本的に同じため当然）、縦断勾配は、（日本のように例外値がなければ）緩く抑えられている。これは、縦断勾配が10%以上になると、道路の劣化が激しくなり、木材運搬の際の安全性や効率性が損なわれるという経験則からきているとのことである。実際の林道の配置を見ると、基幹となる道路から、ほぼ等高線に沿っていることが多い（図一3）。

法面の切土、盛土勾配については、基準はかなり緩く、原則、現場での判断に委ねられているとのことであるが、現場の様子を観察する限り、日本の基準とさほど変わりはないようであった（写真一2）。なお、（藪林 1998）によると、「林道規定」として、切土は1:0.8、盛土は1:1.2という基準があるようであるが、その規定がどのレベルのものなのかは不明である。

日本の林業専用道と比較した場合、最も異なるのは、横断形状であろう。日本の林業専用道の横断形状はフラットであるが、オーストリアは屋根型構造をしている（ドイツも同様）。それが故に、山側には必ずV字形状の側溝があり、側溝からの排水は、一定間隔で設置した暗渠で行い、路面には横断溝などの排水施設は設けない（図一4）。これは、維持管理時において、機械で路面を均すためとのことである。また、上層路盤として用いられている砕石は主に石灰岩であり、車両の通行等により充分締め固められたものは、相当の強度を有していた（写真一3）。

表一3 林道規格の比較

	オーストリア	日本（林業専用道）
車道幅員	3.0m～3.5m	3.0m
全幅員	4.0m～4.5m	3.5m
縦断勾配	2～8% (ヘアピンカーブ 5%)	原則9% (～16%)
最小曲線半径	12m (牽引車両ありは18m)	12m
法面勾配	現場に応じて (1:0.5～2.0)	切土1:0.6 盛土1:1.2

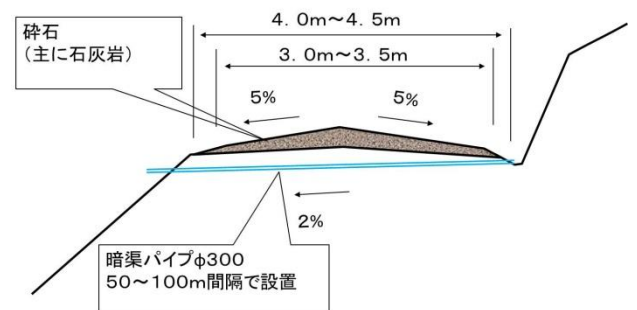


図一3 研究所付近の林道配置図

(Google マップに加筆；図中央付近の太実線は集落間を連絡する一般車が通行可能な「公共林道」(4.3節参照))



写真一2 林道の整備状況



図一4 林道横断図（模式図）

(研修内容、現地調査結果を参考に、模式的に図化したもの)

4.3 林道の計画～施工

オーストリアにおける林道整備は、森林所有者が共同で行うことが多く、事業主体が地方自治体や森林組合が中心の日本とは異なる。つまり、日本的な表現を用いると、オーストリアの林道は、「非公共事業で整備された作業道」的なものであり、日本の林道のような公共施設ではない、と言えよう（林道の入り口には必ず写真一4のようなゲートが設置されていた）。

ちなみに、林道の中でも、集落間の連絡道を兼ねるものは、地方公共団体が事業主体となって整備する「公共林道」も存在する（写真一3）。

森林所有者は、林道を整備する場合、民間の「林業技術事務所」に計画、設計、施工監督を依頼する。林道の計画等ができるのは、森林官等の有資格者に限られている。なお、林道の測量設計は、中心線のみ現場で確定、測量し、カーブや拡幅等詳細な設計は、現場合合わせとのことである（「公共林道」は事前に詳細設計を行う）。前述の切土・盛土勾配を含め、現場判断に委ねられる部分が多いのは、資格制度が徹底している故なのであろうか。



写真一3 林道横断形状、暗渠工等
(写真は「公共林道」)



写真一4 林道入口に設置されたゲート

4.4 林内路網と作業システム

林道までの搬出手段を計画する際は、斜面勾配35%（約20°）までは林業機械用路（トラクタ、フォワーダ等が通行する道路）の整備により、それ以上の勾配は索道によることを目安としている。

このうち、林業機械用路は、斜面を切盛により改変して開設する「簡易な土路」(Rückewege) (写真一5) と、斜面を改変せず自然斜面のまま利用する「自然路」(Rückegassen) (写真一6) に分かれる（表一4）。

規格においては、「簡易な土路」(Rückewege) は日本の森林作業道に近いが、日本の森林作業道が恒久的な施設として位置づけられているのに対し、「簡易な土路」(Rückewege) は、「次の間伐に使用できればよい程度」と考えられている。

表一4 林業機械用路の比較
(研修では林業機械用路を「伐採搬送路」と表現)

	オーストリア		日本 (森林作業道)
	簡易な土路 (Rückewege)	自然路 (Rückegassen)	
幅員	3.0m		3.0m
縦断勾配	2~10% (最大20%)	-	~22%
設置間隔	40~120m	20m	-
備考	地形を改変して 開設	地形の改変なし	恒久的施設



写真一五 林業機械用路
(簡易な土路 ; Rückewege)



写真一六 林業機械用路
(自然路 ; Rückegassen)

4.5 林内路網の維持管理

林道の維持管理の頻度については、側溝等排水施設の清掃は恒常的に、路盤材の入れ替えは3～5年毎に、全面的な改修は10～15年毎を目途に行っている。今回見た林道の側溝等においても、明らかに機械で土砂を除去している様子が見られた(写真一七、写真一八)。

なお、オーストリアの地質については、中生代に堆積した石灰質な堆積物が多く分布することから(2008 竹下ら)、新生代の堆積物や花崗岩

が多く分布する日本よりは、地質的に安定していると言える。しかし、研修所付近の森林一帯では変成岩も多く見られ、それに由来すると思われる安定性に欠ける土壌や湧水、軟弱な黒色土等も見られた(写真一九、10)。よって、オーストリアといえども、維持管理については、決してその重要性は低いものではなく、オーストリアにみられる路網の積極的な整備や、その持続的な活用は、確実かつ継続的なメンテナンスに支えられていると言える。



写真一七 林道の維持管理状況
(暗渠受け口の土砂除去)



写真一八 林道の維持管理状況
(側溝の土砂除去)



写真一〇 林道の法面の崩落



写真一一 林道法面の安定化処理

5. まとめ

5.1 オーストリアの林道整備から学ぶべきこと

オーストリアの林道の特徴（優れた点）については次の点があげられる。

- ① 実際の地形や地質等に応じた林道線形（施工監督者や重機オペレーターの資質）
- ② 屋根型構造等の排水機構、縦断勾配を抑えた配置
- ③ 機械力を駆使した頻度の高い維持管理（森林所有者の高い意識）

①については、オーストリアの林道が主に森林所有者が実施主体となって整備されるものであり、公共施設として一律の基準のもと実施しなけ

ればならない日本との違いはあるものの、計画、測量、設計の実施者のスキルアップの余地は、まだまだ日本においてあるのではないかと考える。この点においては、実施事例を積み重ね、地道に継続的に取り組んでいかなければならないと思う。

また、森林整備加速化・林業再生基金を活用した事業のように、林業専用道（と同等規格の路網）を森林組合等の林業事業者が実施主体となって整備するものは、より森林整備に直結した路網の計画、施工等になりやすいというメリットがある。よって、今後の当該基金活用事業の継続が期待される。

②については、フラットな横断形状を前提とした場合、いかに雨水等による侵食を防ぎ路盤の安定を確保するかを考えねばならないが、長野県では、林業専用道の路盤材として、通常のものより粒径の大きい砕石（「山砂利」などと呼ばれている）を採用している事例が複数ある（写真一一）。無条件で採用可能なわけではないが、湧水等による軟弱な土壌であっても現在のところ問題はなく、このような工夫により路盤、ひいては路体の安定を維持することは可能と考える。

また、オーストリアが、過去の反省にたって縦断勾配を抑えたように、専ら林業のために利用する林業専用道のような路網は、原則に戻り、縦断勾配をおさえることを徹底することも必要ではないか。

③については、受益者負担、つまり森林所有者を含めた維持管理の体制を構築することが理想であるが、現在のところ、森林所有者においては路網の維持管理コストを敬遠する傾向が強い。しかし、路網の必要性に対して理解が進み、さらに森林整備（素材生産）で収入がより見込めれば、路網の維持管理にも費用をかけようとする意識が生まれてくるのではないだろうか。長野県内で路網の整備が進んでいる地域では、コスト負担まではいかないにせよ、路網整備に対する森林所有者の理解が進み、開設の同意等を得やすくなっている。やはり、粘り強く現在の取り組みを継続していくことが大切である。



写真一11 路盤材を工夫した林道の事例
(長野県 大町市)

5.2 今後の展望

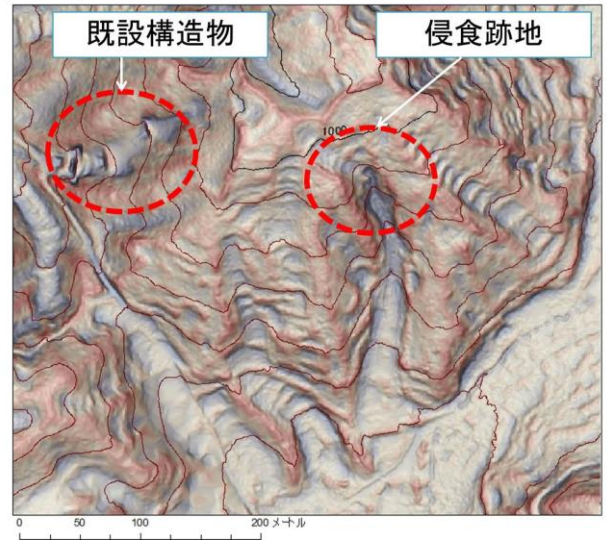
現在、平成 27 年度の稼働を目指して、大規模製材工場と端材等を活用した木質バイオマス発電所を、長野県塩尻市に整備する計画、「信州・F・POWER プロジェクト」が進められている。これら施設の整備によって、より多くの木材が使用されることから、一層積極的な林内路網の整備が必要となる。この林内路網整備を、より効率的に行い、かつ壊れにくい路網にするための工夫として、長野県では、航空レーザ測量データを活用した詳細な地形図（CS 立体図；CS とは、Curvature と Slope の頭文字）の活用を始めたところである。

また、筆者が参加した研修の 1 か月後、長野県は、オーストリア連邦森林・自然災害・景観研究研修センター、信州大学との 3 者で、林業技術に係る連携、交流に関する覚書を締結した。

今後は、これらオーストリアの技術や知見、我が国の最新技術などを結集し、効果的な林内路網の整備、効率的な木材生産システムの構築を推進し、長野県が真の「林業県」となるべく、関係者が一丸となって邁進していく所存である。

なお、今回報告したオーストリアでの研修、林内路網等のより詳しい内容は、「長野県魅力発信ブログ」の「ろもうマンのくねくね日記」

(<http://mori.nagano-ken.jp/c648.html>) を参照されたい（「ろもうマン」で検索）。



図一5 航空レーザ測量データから作成したCS 立体図（長野県林業総合センター作成）

（引用文献）

オーストリア大使館商務部（2013）：オーストリアの森林教育・森林技術者の育成と支援,10～12、47～53

BWF Waldinventur 1992/96 :
<http://bfw.ac.at/i7/Oewi.oefi9296?>（参照 2014 年 5 月 25 日）

林野庁（2012）：森林・林業白書（平成 24 年版）,120

白井裕子（2007）：オーストリアの林業機械化と伐出作業システム,森林利用学会誌,22(3),199～201

白井裕子（2007）：オーストリアの林道整備,森林利用学会誌,22(3),206～207

竹下秀敏,山崎孝成,阿部真郎,丸井英明,日本地すべり学会オーストリア巡検グループ(2008)：オーストリアアルプスの地すべり,日本地すべり学会誌,Vol.45 No.3,48～49

藪林光久（1998）：オーストリアの林道・作業道,機械化林業,No.539,48～50