

新潟県における「低コストで傷みにくい作業路」開設事例調査

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 新潟県森林研究所研究報告 = Bulletin of Niigata Prefectural Forest Research Institute |
| ISSN | 13438999 |
| 著者名 | 小柳,正彦 岩崎,昌一 日水,和久 |
| 発行元 | 新潟県森林研究所 |
| 巻/号 | 51号 |
| 掲載ページ | p. 27-34 |
| 発行年月 | 2010年3月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



新潟県における「低コストで傷みにくい作業路」開設事例調査

小柳正彦・岩崎昌一¹⁾・日水和久²⁾

要旨：積雪条件の異なる県内5カ所で波形線形や垂直切土等を採用した作業路を試験的に作設し、工期調査と耐久性調査を実施した。根株を盛土の補強に用いる工法では、作業時間に占める根株処理時間の割合が非常に大きいことがわかった。1、2年経過時点では、どの試験地においても融雪や豪雨による著しい損傷は観察されなかったが、県内では集材時期が降水量の多い時期と重なることが多いため、枝条等を利用した路面保護が必要であると考えられた。また深い轍が残っている場合には片勾配による排水が機能しないため対策が必要である。作業路の耐久性については継続調査が必要である。

I はじめに

新潟県の民有林スギ人工林では標準伐期齢（45年）を超える林分が46%を占めるなど森林資源が充実してきているが（新潟県，2006）、間伐実施率が5割程度にとどまっており（新潟県，2009）、利用間伐推進が急務の課題となっている。また、近年は合板の原料として県産スギ間伐材が利用されはじめるなど、需要の拡大に対応した安定的な供給も求められている。間伐の推進や素材の安定的な供給のために伐採経費の低コスト化は必須であり、そのためには作業の機械化やそれを可能にする路網の整備が必要とされている。

西日本では1980年代に大阪府の大橋氏が提唱した路網作設法が各地に普及しはじめ、最近では高知県四万十町の四万十式が全国に広がりつつある（澤口，2007）。しかし、西日本と新潟県では地質や降雪量など施工地の条件に様々な違いがあるため、同様の方法が適用できるかどうか検討する必要がある。このため、本県で実施するに当たったの問題点や改良点を検討するため実証試験を実施した。

試験地の設定および調査の実施にあたり、協力していただいた村上地域振興局、長岡地域振興局、上越地域振興局、佐渡地域振興局、(有)丸実、中越よつば森林組合、

頸南森林組合、両津東部森林組合の皆様には厚くお礼申し上げます。

II 試験方法

1 試験地

表1に示す試験地で作業路作設の手引き（林野庁整備課，2007）を参考に作業路を作設した。試験作業路の特徴は以下の通りである。①切土高1.5m以下の垂直切土とする②縦断勾配を波形線形にする③路面に谷側片勾配をつける④盛土に抜根を埋込み補強するまたは盛土表面を表土ブロック積とする⑤沢水を洗い越しで処理する。

表1 試験地の概要

| 番号 | 試験地 | 開設年度 | 積雪 |
|----|------------|------|----|
| 1 | 妙高市杉野沢 | 2007 | 豪雪 |
| 2 | 長岡市大積三島谷町 | 2007 | 多雪 |
| 3 | 長岡市逆谷（2工区） | 2009 | 少雪 |
| 4 | 村上市山田 | 2008 | 少雪 |
| 5 | 佐渡市河崎 | 2008 | 少雪 |

※積雪は最深積雪の平年値が1m未満の地域を少雪、1m以上2.5m未満の地域を多雪、2.5m以上の地域を豪雪と区分した。

2 作業工程調査

大積三島谷町、逆谷では作設作業を直接観測し同時にビデオ撮影した。直接観測では、作設作業で発生した抜根（スギ）の抜根径と抜根処理時間を計測した。抜根径は切り口面で計測した。撮影したビデオの作業内容を①路体にかかる土工②路面にかかる土工③クローラによる締固④木の片付け⑤抜根⑥根の移動⑦伐倒⑧打合せ等に分けてそれぞれにかかる時間を計測した。

3 作設経費調査

大積三島谷町、逆谷、山田、河崎の各試験地および試験地ではないが2009年に試験地と同じ工法を用いて村上市河内で作設された作業路の作設経費を、伐倒機械費、伐倒労務費、作設機械費、作設労務費の4要素別に作業日報等から算出した。また、労務費や機械費は事業体により設定単価が大きく異なるため、100m当たりの作設に必要な延べ人員を求めた。

4 損傷状況調査

杉野沢、大積三島谷町、山田、河崎の4カ所の試験地で、1～2年経過時点での作業路の融雪水や豪雨による損傷状況調査を行った。損傷状況を把握するため、森林資源モニタリング調査データ地理解析事業（林野庁、2002）の小円プロット調査に準じて、作業路上に半径5.64

mの円を設定しその内側をスケッチした。円を設定したのは以下のような箇所である。①屈曲部②合流部③暗渠工施工部④縦断勾配が大きい箇所⑤損傷の見られる箇所。また、円内の作業路路肩側、作業路中央、作業路山側で山中式土壌硬度計を用い支持力強度を3回ずつ測定した。

豪雨や融雪水は路面の損傷に大きく影響すると考えられるため、試験地最寄りの気象観測所の時間最大雨量、日最大雨量、最深積雪を調べた。調べた期間は作業路作設直後から損傷状況調査を行うまでの間である。

III 結果と考察

1 作業工程調査

大積三島谷町および逆谷の作業時間割合を図1に示す。大積三島谷町では支障木の伐倒を作設作業と同時にバックホーを利用しながら行い、逆谷では支障木を先行伐倒した。伐倒作業の違いから、大積三島谷町では伐倒や木の移動にかかる時間の割合が大きく、逆谷では抜根処理時間の割合が非常に大きくなっている。岩手大学演習林での調査では伐根掘出の時間割合が12%と報告されている（麻生ら、2009）。今回の逆谷の調査結果ではそれに比べ抜根処理時間割合が非常に大きくなった。

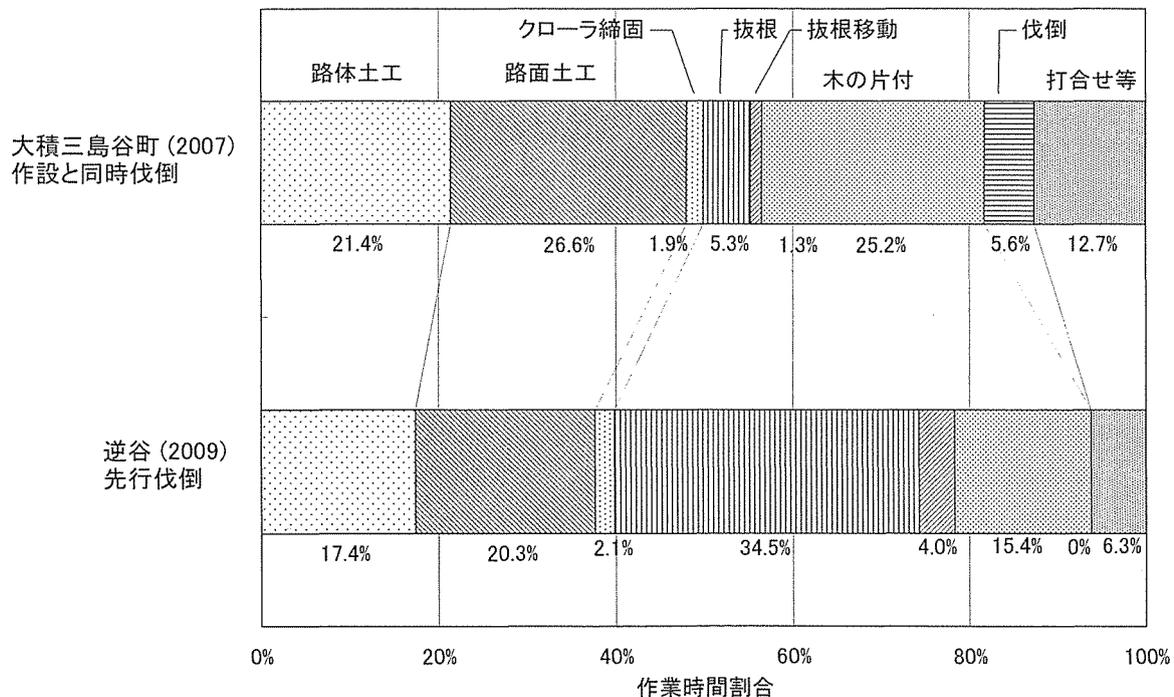


図1 長岡市大積三島谷町（作設と同時伐倒）、逆谷（先行伐倒）の作業時間割合

逆谷での抜根処理時間と抜根径との関係を図2に示す。抜根径の増大とともに作業時間が長くなり、作業時間が指数関数的に増えることがわかる。図3に抜根径別の作業時間の内訳を示す。抜根径が小さいものはほぼ引き抜きのみで抜根できるのに対して、抜根径が大きくなると周囲掘削時間の割合が大きくなることわかる。

これらのことから、作業路の作設時期がおそくなり立木の生長がすすみ根株が大きくなると、小型の機械では作設の効率が著しく低下すると考えられる。また、根株を垂直に上に引くほうが小さい力で抜根でき、この張力はスギでは水平に引くときの30～35%である（荻住，1979）といわれており、岩手大学の調査結果に比べて抜根処理時間割合が大きいことから、抜根を垂直方向に引き抜くようバックホーを動かすなど、現場での抜根方法に改良の余地があると思われる。

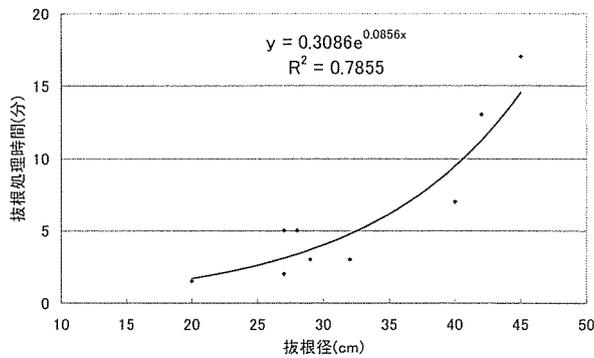


図2 抜根処理時間と抜根径の関係

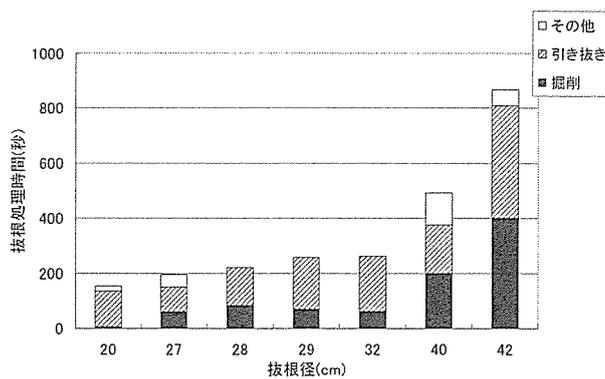


図3 抜根処理時間と径別の作業時間の内訳

2 作設経費調査

100m当たりの作設経費とその内訳を図4に、100m当たりの作設に必要な延べ人員を図5に示す。使用したバックホーは、河崎が0.45級、その他は0.25級であった。このため河崎の作設経費が小さくなったと考えられる。ま

た、事業体ごとに労務費や機械費の設定単価が異なるため、作設延べ人員がほぼ同じでも、作設経費が異なっている。

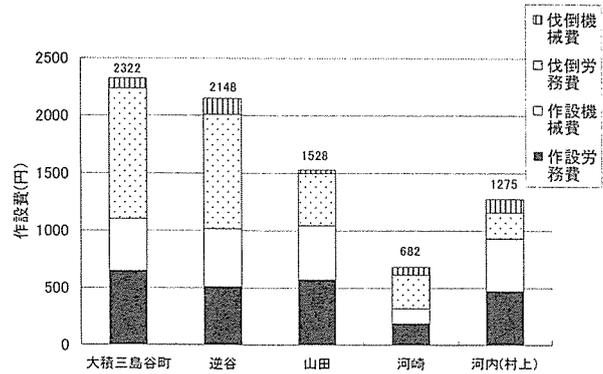


図4 各試験地の100m当たりの作設経費

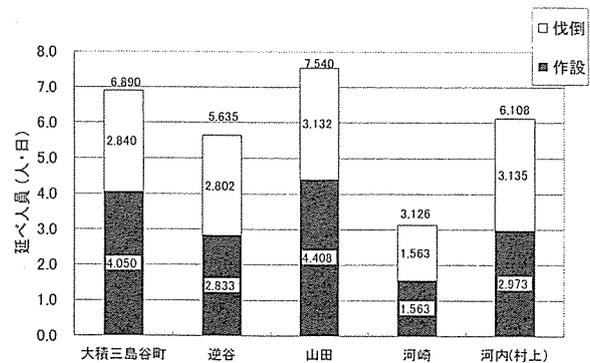


図5 各試験地の100m当たりの作設延べ人員

逆谷および河内の作設に必要な延べ人員は100m当たり約3人となっている。作設作業者はバックホーの運転を行っているので、1台のバックホーにより作設作業を行うとすると、100(m)/3(人・日)=33.3(m/人・日)となる。このことから1日当たりの作設実績は約30mとなる。逆谷および河内の作業路を作設した事業体はともに試験作業路と同工法での作設経験があること、異なる事業体が異なる地域で行って得られた結果であることから、作設経験を積むことにより、本県においても1日当たり30m程度の開設ができるようになる可能性がある。

3 損傷状況調査

(1) 杉野沢

杉野沢は最深積雪の平年値が2.5m以上の豪雪地である。表1に最寄りの気象観測所の降水量および積雪を示す。作業路は等高線に対して平行な配置とし、縦断勾配を緩く波形線形とて、垂直切土と表土ブロック積工法に

より作設した(写真1)。このような構造により路面水が分散排水されているため、二冬経過後も路面の損傷は見られなかった。また、垂直切土法面や盛土についても著しい損傷がなかった(写真2)。抜根による盛土補強の施工地については法勾配1:1.1~1.2で安定し、浸食もなく自然緑化が進んでいる(写真3)。隣接する単調な上り勾配を採用した作業路では一冬しか経過していないが、素堀側溝の洗掘がすすんでいる(写真4)。

表2 杉野沢の降水量および積雪

| | 最深積雪 | 時間最大雨量 | 日最大雨量 | 観測地 |
|-------|------------------|-------------------|-------------------|----------|
| 2008年 | 228cm (2月17日) | 46.5mm (7月8日) | 71.5mm (7月8日) | 関山(アメダス) |
| 2009年 | 100cm (2月15日) | 22.0mm (6月22日) | 30.5mm (6月22日) | |

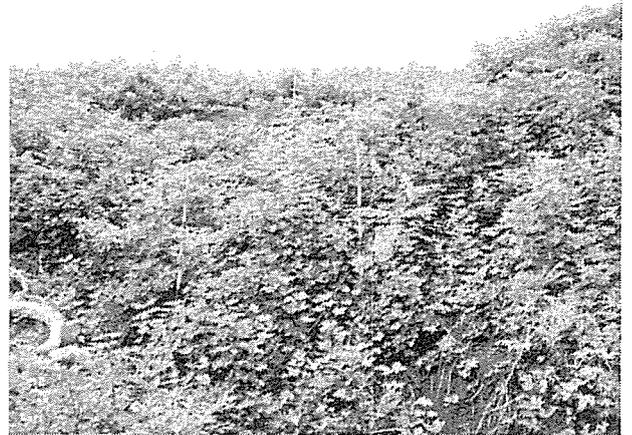


写真3 妙高市杉野沢 (H21.6) 二冬経過後の盛土の自然緑化状況



写真1 妙高市杉野沢 (H19.11) 完成直後の状況



写真4 妙高市杉野沢 (H21.6) 隣接作業路の素堀側溝の洗掘状況



写真2 妙高市杉野沢 (H21.6) 二冬経過後の路面、垂直切土法面、盛土の状況

(2) 大積三島谷町

大積三島谷町は最深積雪の平年値が1 m以上の多雪地である。表3に最寄りの気象観測所の降水量および積雪を示す。この試験地では作設直後に勾配の大きい箇所では雨裂の発生が見られた(写真5)。二冬経過後の調査では雨裂の拡大は見られなかったが(写真6)、集材作業により轍ができたか雨裂が発生すると片勾配が有効に機能しなくなるので、丸太による簡易横断工などの併設も有効であると思われる。また、特に路面が軟弱な箇所では背板を敷設することで集材作業の安全を確保することができた(写真7)。垂直切土法面には大きな崩壊はなかった(写真8)。

表3 大積三島谷町の降水量および積雪

| | 最深積雪 | 時間最大雨量 | 日最大雨量 | 観測地 |
|-------|--------------------|-------------------|-------------------|----------|
| 2008年 | 75cm (2月16日) | 65.5mm (9月6日) | 76.0mm (9月6日) | 長岡(アメダス) |
| 2009年 | 36cm (2月18・19日) | 10.5mm (4月14日) | 27.0mm (5月17日) | |



写真5 長岡市大積三島谷町 (H19.10) 路面状況



写真6 長岡市大積三島谷町 (H21.6) 路面状況



写真7 長岡市大積三島谷町 (H20.5) 背板敷設状況



写真8 長岡市大積三島谷町 (H21.6) 垂直切土法面の状況

(3) 山田

山田は最深積雪の平年値が1m未満の少雪地である。表4に最寄りの気象観測所の降水量および積雪を示す。作設に当たっては伐開幅を狭くするため、路脇の立木を多く残した(写真9)。この試験地では轍により谷側片勾配が機能せず部分的に路面水が滞留し軟らかくなる箇所もあったが、現況では著しい損傷は見られなかった(図6)。このような箇所では、谷側片勾配が機能するように路面を補修する必要がある。また、合流部ではクローラの旋回による路面損傷を減らすために、Y型線形としたので路面の損傷が少なかった(写真10)。

表4 山田の降水量および積雪

| | 最深積雪 | 時間最大雨量 | 日最大雨量 | 観測地 |
|-------|-----------------|-------------------|-------------------|------------|
| 2008年 | — | 10.0mm (3月22日) | 50.0mm (1月31日) | 雨(村上アメダス) |
| 2009年 | 29cm (2月19日) | 9.0mm (5月17日) | 35.5mm (5月17日) | 雪(桃川 県土木部) |



写真9 村上市山田 (H21.6) 路脇の立木状況

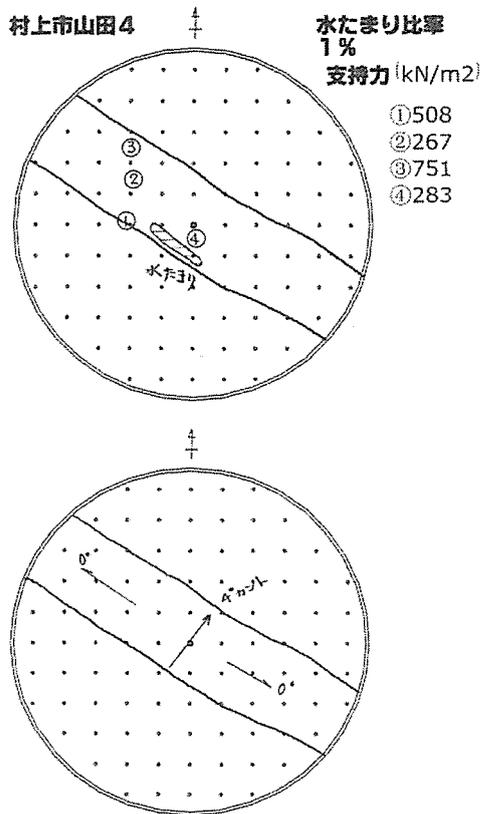


図6 水たまり部の状況

この試験地では路面損傷防止のため、部分的に砂利や丸太を敷設した。このような路面処理はコストの増大を招くが、作業の効率性や安全性を確保するためにも通行頻度の高い箇所には部分的に必要と思われる。



写真10 村上市山田 (H21.6) 合流部Y型線形の状況

(4) 河崎

河崎は最深積雪の平年値が1m未満の少雪地である。

表5に最寄りの気象観測所の降水量および積雪を示す。この試験地では集材作業時のフォワード走行により、幅30cm深さ20cmの轍が発生している(図7)。しかし、轍による路面の損傷は著しいが雨裂の進行は見られなかった(写真11、12)。轍が発生していても波形線形の縦断勾配により、路面水が分散排水されるため雨裂は発生しにくい。轍ができるとそこに路面水が滞留しやすくなる。路面水が滞留した箇所では土壌が軟らかくなるため、さらに轍が深くなると考えられる。このような箇所では丸太による簡易横断工などを併設が必要であると思われた(写真13)。轍が深く掘れている原因としては12月の降水量が多い時期の集材作業によるものと、

| | 時間最大雨量 | 日最大雨量 | 観測地 |
|-------|------------------|------------------|----------|
| 2009年 | 33.5mm (7月9日) | 85.0mm (7月9日) | 両津(アメダス) |

※近隣に積雪の観測所がないため、最深積雪は不明。

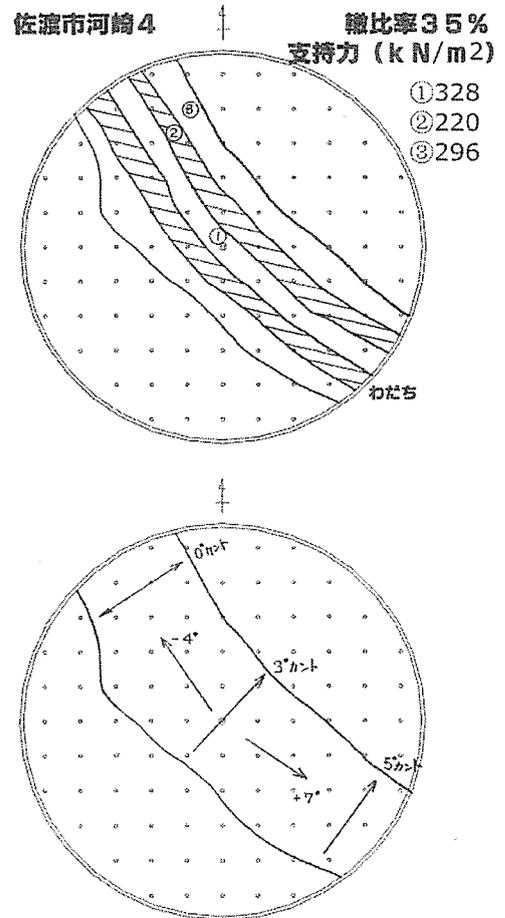


図7 轍の状況

支持力強度が他の試験地に比べて低いことから、締固めが不足していた可能性が考えられる。垂直切土法面については、法面勾配が緩くなっているが大きな崩壊は見られなかった（写真14）。



写真11 佐渡市河崎（H21.11）轍の状況



写真12 佐渡市河崎（H21.11）轍の大きさ



写真13 佐渡市河崎（H21.11）路面水の滞留状況



写真14 佐渡市河崎（H21.11）垂直切土法面状況

(5) 路面の支持力強度調査

各試験地での計測結果を表6に示す。河崎の支持力強度は雨天時の計測値である。十分に締固めが行われている箇所では支持力強度が高くなると考えられる。どの試

表6 各試験地の支持力強度

| | 支持力強度(kN/m ²) | | | | 平均 | 測定時期 |
|--------|---------------------------|----------|----------|----------|-----|-----------|
| | 山側 | 中間部 | 路肩部 | 轍部 | | |
| 杉野沢 | 616 | 501 | 525 | - | 547 | 二冬経過後 |
| | 379~837 | 309~799 | 309~799 | | | |
| 大積三島谷町 | 728 | 679 | 503 | - | 660 | 二冬経過後 |
| | 283~1444 | 358~1861 | 309~1030 | | | |
| 山田 | 521 | 440 | 460 | - | 466 | 一冬経過後 |
| | 296~837 | 230~935 | 210~981 | | | |
| 河崎 | - | 340 | 258 | 477 | 372 | 一冬経過後(雨天) |
| | | 210~555 | 220~296 | 154~1279 | | |

上段は平均値、下段は最小値～最大値

験地でも最小値と最大値に2～3倍以上の差がある。杉野沢、大積三島谷町、山田では山側、中間部、路肩部の最小値と最大値が近いこと、山側と路肩部が平均的に締固められていると考えられる。河崎では路肩部の平均値、最小値、最大値が全て小さいため締固めが不足していた可能性が考えられる。

IV おわりに

今回の調査結果から垂直切土や谷側片勾配が新潟県においても有用であることがわかった。しかし、新潟県では集材作業が秋期に行われることが多いこと、フォワーダによる路面の損傷が著しい場所も見られた。このため利用に当たっては枝条や丸太を路面に敷設したり、利用後に路面の補修を行うことが必要である。また耐用年数については継続調査が必要である。

引用文献

- 新潟県 (2006) 新潟県森林・林業・木材産業振興プラン 平成18年度～平成24年度. 68pp, 新潟県.
- 新潟県 (2009) 新潟県森林・林業・木材産業振興プラン年度別計画平成21年度版. 57pp, 新潟県.
- 澤口勇雄 (2007) 技術講座：路網の話第12話. 機械化林業640: 41-46.
- 林野庁整備課 (2007) 作業路作設の手引き. 20pp, 林野庁.
- 林野庁 (2003) 森林資源モニタリング調査データ地理解析事業 (森林施業条件等解析事業) 報告書. 125pp, 林野庁.
- 麻生臣太郎・高橋健保 (2009) 平成20年度森林・林業技術交流発表集. 28-31, 東北森林管理局.
- 荻住昇 (1979) 樹木根系図説. 1121pp, 誠文堂新光社, 東京.