

光珠内季報

- トドマツ人工林の間伐後に更新した広葉樹の成長

福地 稔 …………… 1

- 過去に使った森林作業道の再利用
—道路の締固めは重要です—

佐藤弘和・山田 健・佐々木尚三・岩崎健太 …………… 6

- 防風林による地温上昇効果
—日高地域の飼料用トウモロコシ圃場における事例—

岩崎健太・鳥田宏行 …………… 11

地方独立行政法人
北海道立総合研究機構
森林研究本部 林業試験場

NO. 182
2017. 3

トドマツ人工林の間伐後に更新した広葉樹の成長

福地 稔

壮齡トドマツ人工林を対象に、列状間伐した林内に更新した広葉樹稚幼樹の成長を調査した。林冠閉鎖による林床植生の衰退により広葉樹種子が定着しやすくなり、30種以上の樹種が確認された。台風被害により林内環境が変化したが、大きな稚幼樹は枯損せずに良好な生育を示すのが確認された。

(キーワード：都市近郊林，トドマツ人工林，列状間伐，侵入広葉樹，風倒害)

過去に使った森林作業道の再利用

—道路の締固めは重要です—

佐藤弘和・山田 健・佐々木尚三・岩崎健太

過去に作設された作業道を再利用した森林作業道において、フォワーダ走行時にアクシデントが発生した。道路路面における土壌硬度の測定結果との対応から、道路の再利用において路面や路肩の締固めが重要であることがわかった。

(キーワード：森林作業道，土壌硬度，締固め)

防風林による地温上昇効果

—日高地域の飼料用トウモロコシ圃場における事例—

岩崎健太・鳥田宏行

北海道新ひだか町の飼料用トウモロコシ圃場において、防風林の温度上昇効果を調べた。防風林は生育初期および生育期間全体において平均で気温はほとんど変化させていなかったが、地温は0.8～0.9℃上昇させており、これまでの報告と比べても大きな地温上昇効果が見られた。

トドマツ人工林の間伐後に更新した広葉樹の成長

福地 稔

はじめに

北海道には全人工林面積の 52%近くを占めるトドマツ人工林が約 77 万 ha 生育しています。このうち、9～10 齢級の壮齢林分がピークを占め、主伐期を迎える段階に入っています（平成 26 年北海道林業統計）。このような壮齢林分の林内では、数の多寡の違いはありますが、落下したタネから発芽・成長したトドマツ稚幼樹や、周囲の広葉樹林から運ばれ発芽・成長した広葉樹の稚幼樹を見かけることがあります。若齢林分では林内にササや高茎草本が繁茂してタネの定着を妨げているため、稚幼樹をあまり見る事ができません。しかし、林冠が閉鎖し林内が暗くなると、林床植生が衰退しタネの定着に好条件となることから、広葉樹やトドマツが更新しやすくなってきます。このように林冠が閉鎖して林床植生が衰退した林分に対し、間伐の実施や気象害等による上木の攪乱が起きると林内が明るくなり、発芽した稚幼樹が成長しやすい環境となります。

これまで、北海道のトドマツ人工林の間伐した後に更新した広葉樹稚幼樹の成長や消長はいくつか報告されています。その中では間伐強度や方法の違いによる更新広葉樹の種数や本数の違い、あるいは生態的な特性による成長過程の違いが明らかにされています。

このような森林をどう取り扱うかはその林分の立地環境や施業方針によって異なります。都市近郊の森林では、木材生産ばかりでなく公益的機能の維持増進を目的とする施業が進められています。この施業は周辺天然林に近づける混交林施業も取り入れられており、林内に更新した稚幼樹を活用する方法も一つの選択枝として考えられます。

ここでは都市近郊のトドマツ人工林を例に、間伐実施後に更新した広葉樹の成長を調査したので紹介します。

調査地の概要と調査方法

調査地は、江別市西野幌の野幌森林公園内の道有林にある平坦なトドマツ人工林です。この林分は 1970 年に 1ha あたり 3,000 本の密度で植栽され、29 年生時点の 1998 年に 3 残 1 伐の列状間伐が実行されました。林内に広葉樹の更新稚樹が多数確認された 2003 年（34 年生）に、20m×20m の調査区を 2 カ所（プロット 1, 2）設定し、上木の胸高直径、樹高、枝下高を調査しました。さらに、この調査区内に 5m×5m の小プロットを 5 箇所設定し、更新している高さ 30cm 以上の広葉樹の樹種と樹高を調査しました。同様の調査を 2009 年 7 月にも実施しました。

設定時の 2003 年 7 月および再調査時の 2009 年 8 月に、各小プロットの中央で魚眼レンズを用いて林冠の全天空写真撮影を行いました。撮影した写真はコンピューターに取り込んで画像解析を行い、林内の明るさを推定しました。

調査地設定翌年の 2004 年 9 月（35 年生）に台風 18 号による被害が発生し、主に南側の調査箇所当たるプロット 2 の上木の一部が倒伏及び幹折れの被害を受けました。プロット 2 に隣接する被害箇所を中心にアカエゾマツの植え込みが実施され、さらに、2006 年には本数で約 30%の定性間伐が実施されています。

なお、この箇所を取り囲む国有林では、2004 年 18 号台風の風倒被害地の森林復旧を目的として、野幌森林再生プロジェクトを立ち上げ、市民参加の森づくりが進められています。

上木の成長

調査地設定時および6年後の林分概況を表-1に示しました。2003年設定時には、プロット1の現存本数が1,325本/ha、平均直径19.7cm、材積344m³/ha、プロット2の現存本数は1,500本/ha、平均直径20.1cm、材積は408m³/haでした。設定時両プロットで平均直径および直径の分布幅にほとんど差がなかったため、両プロットを込みにして直径と樹高、枝下高の関係を計算し、平均樹高と枝下高を求めました。平均樹高は15.3から15.4m、枝下高は9mで、樹高の6割近くまで枝が枯れ上がった状態でした。

表-1 設定後の林分概況の推移

調査年	プロット1					プロット2				
	本数 (本/ha)	平均直 径(cm)	平均樹 高(m)	枝下高 (m)	材積 (m ³ /ha)	本数 (本/ha)	平均直 径(cm)	平均樹 高(m)	枝下高 (m)	材積 (m ³ /ha)
2003	1,325	19.7	15.3	9.0	344	1,500	20.1	15.4	9.0	408
2009	825	23.2	17.6	10.4	335	675	21.3	17.1	10.7	222

設定後6年経過した2009年の残存本数は、プロット1で825本/ha、プロット2で675本/haとなり、それぞれ37.7%、55%の本数減となりました。また、平均直径は、プロット1で23.2cm、プロット2で21.3cmとなりました。さらに、林分材積は、プロット1で335m³/ha、プロット2で222m³/haとなり、とくにプロット2では設定時の54%まで材積が減少していることがわかります。プロット間で直径成長の差が生じたのは、おもにプロット1では小径木の自然枯損による本数減が多かったのに対し、プロット2では直径の大きな個体が風倒被害を受けたことによるものと思われます。

林内照度の推移

2003年7月に、各小区画の中央部高さ1.3mの位置に魚眼レンズ付きのカメラを設置し、全天空写真を撮影しました(写真-1, 2)。撮影した写真はコンピューターに取り込み、画像解析を行いま

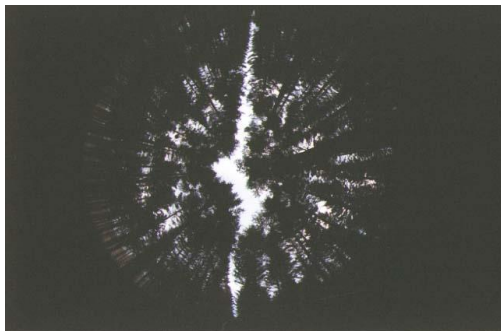


写真-1 設定時の全天空写真(プロット1)

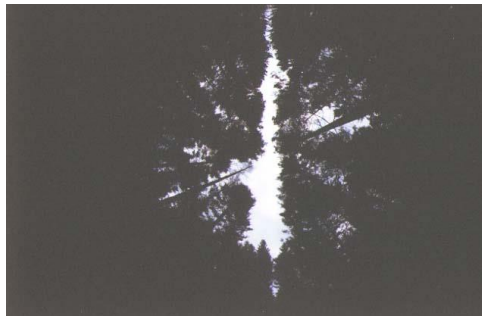


写真-2 設定時の全天空写真(プロット2)



写真-3 設定6年後の全天空写真(プロット1)



写真-4 設定6年後の全天空写真(プロット2)

した。同様の箇所を2009年8月に再度撮影しました(写真-3, 4)。撮影後、コンピューターに取り込んで、直達・散乱別の光合成有効放射(PAR)の相対値を計算し、林内相対照度としました。

図-1に全天空写真で解析した小プロット毎の林内照度の分布を示しました。設定時(2003年)の林内相対照度は、プロット1が16.1~19.9%、プロット2が12.7~22.7%でした。この時点では3残1伐の列状間伐実施後5年経過していましたが、林冠が閉鎖してきているものの、伐採列を確認することができました。また、林床が暗いため草本がほとんど見られず、更新した広葉樹の稚幼樹が繁茂しているのが確認されました(写真-5)。

一方、2009年時点では台風による風倒被害を受けたプロット2の一部で大きな開放地が形成されていました。林内相対照度は、プロット1が17.7~44.9%、プロット2が50.8~69.6%と設定時に比べ、全体に林内は明るくなっており、とくにプロット2ではすべての小プロットで50%以上を示しました。このような照度の変化は、台風による風倒木の発生と2006年の調整伐により本数が減少し、林冠が大きく疎開された場所が形成されたこと、および枝の枯れ上がりの進行により側方からの光が入りやすくなったためと考えられました。このため、林床は広葉樹の稚幼樹のほかに、オオヨモギやセイタカアワダチソウなどの大型草本の侵入が見られる箇所も存在していました。

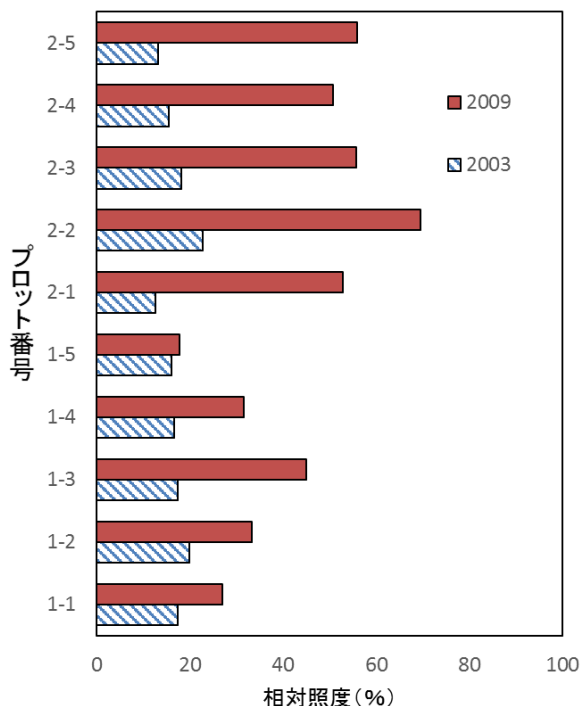


図-1 林内相対照度の推移



写真-5 設定時の林床の状況

更新稚樹の分布と成長

表-2に、設定時および6年後の更新樹種と平均樹高を示しました。設定時に生育していた広葉樹は、プロット1で27種、プロット2で26種、あわせて32種確認されました。両プロットの距離は約50m離れていますが、共通する樹種は22種、また優占する樹種の構成割合もほぼ同じでした。本数順には、ハルニレ、ハリギリ、アサダ、ナナカマド、カツラ、ヤチダモの順で、種子の散布型として風散布型、鳥散布型が多くを占めました。さらに、純林を形成するものよりも混交林を形成するもの、光条件としては中間性ないし陽性、土壌条件としては適潤性ないし弱湿性に生育する樹種が本数上位に含まれました。

設定時の林内相対照度は15%前後と暗い環境だったこと、および調査地が平坦な地形で、周辺が沢で囲まれている立地条件から、このような樹種が優占したものと考えられました。また、樹高の上位樹種はヤマグワ、アサダ、ミズキ、ハクウンボク、ナナカマドの順でした。2003年の樹高30cm以上の広葉樹の1haあたり侵入本数は両プロットをあわせると14,880本、平均樹高は82.4cmとなりました。

た。設定時の2003年および6年後の樹高階別本数分布を図-2に示しました。設定時は樹高の低い個体が多いL型分布を示しましたが、6年後には全体にやや大きな樹高階に成長するものの、小さな個体の消失が著しく、120cm階をピークとする一山型となりました。これは、小さな個体ほど枯損していく割合が高いことを示しています。とくに、表-2で示したように、林床が明るくな

表-2 侵入広葉樹の散布型と樹種別本数、樹高の推移(設定時の本数順)

樹種	種子の散布型	プロット1				プロット2			
		2003年		2009年		2003年		2009年	
		本数 (本/ha)	平均樹高 (cm)	本数 (本/ha)	平均樹高 (cm)	本数 (本/ha)	平均樹高 (cm)	本数 (本/ha)	平均樹高 (cm)
ハルニレ	風	2,800	63	720	103	2,080	76	1,600	106
ハリギリ	鳥	1,760	99	2,000	160	1,920	81	2,933	137
アサダ	小動物	2,000	135	720	216	1,360	116	533	201
ナナカマド	鳥	2,000	84	880	131	1,120	112	667	184
カツラ	風	1,920	81	400	228	560	65	267	153
ヤチダモ	風	1,120	57	800	112	640	58	533	89
ヤマグワ	鳥	880	138	80	144	560	114	267	99
ミズキ	鳥	800	94	400	207	480	146	400	288
キハダ	鳥	720	62	400	89	240	121	267	122
イタヤカエデ	風	720	49	320	93	160	51	533	68
ミズナラ	小動物	240	64	160	68	480	46	1,467	136
キタコブシ	鳥	320	61	80	114	320	72		
ハクウンボク	鳥	240	118			240	82		
シラカンバ	風	160	75			320	70	133	131
エゾヤマザクラ	鳥	320	55	240	101	160	97	267	159
ウダイカンバ	風	160	74	80	140	240	79	133	147
ヤマモミジ	風	160	49	80	60	160	53	133	47
シウリザクラ	鳥	240	47	80	150	80	36	133	42
エゾノキヌヤナギ	風					240	75		
バッコヤナギ	風	80	107			160	49		
イボタ	鳥	240	62						
エゾニワトコ	鳥	160	74	160	128				
ツリバナ	鳥	160	69						
ナガバヤナギ	風	80	73			80	43		
シナノキ	風	80	60			80	38	133	157
ホオノキ	鳥	160	47	80	152				
クリ	小動物					160	36	267	129
オヒョウ	風	80	80						
サワシバ	小動物					80	72	133	124
エゾズリハ	鳥					80	64		
オオバボダイジュ	風					80	58		
コシアブラ	鳥	80	51						
アキグミ	鳥							133	176
ウワミズザクラ	鳥							133	100
全体		17,680	83.6	7,680	144.7	12,080	81.0	11,067	135.4

* 種子の散布型は、北海道の広葉樹林(菊沢, 1983)による

ったプロット2の本数減が小さいのに対し、暗いまま推移したプロット1では本数が50%以上本数が減少しており、両プロットをあわせると8,950本/haと約60%に減少しました。図-3に大きい個体から並べた6年間の稚幼樹の平均樹高の推移を示しました。上位の大きな個体ほど設定時と6年後の樹高の差が大きいことから、光条件で優位な個体ほどより成長していることを示しています。その結果、平均樹高は84cmから140cmに増加しました。また、とくに写真-1, 2で示したように、設定時が間伐5年経過した時点でしたが、列状間伐後の林冠閉鎖が進行し、林内が暗くなる段階と考えられました。空知管内のトドマツ人工林で伐採内容を替えて列状間伐を行った例では、伐採列が広く林内が明るいほど侵入広葉樹の成長が促進されたと報告されて

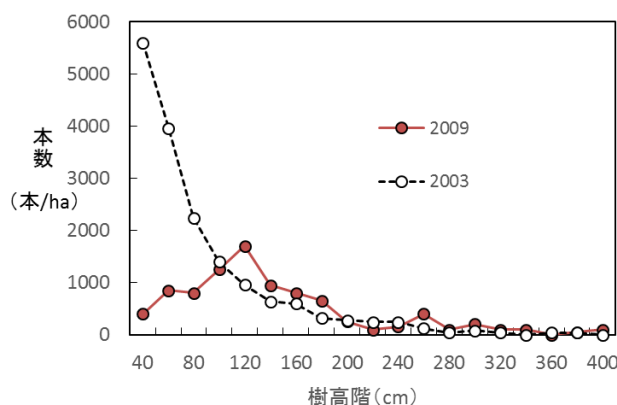


図-2 設定時および6年後の本数分布

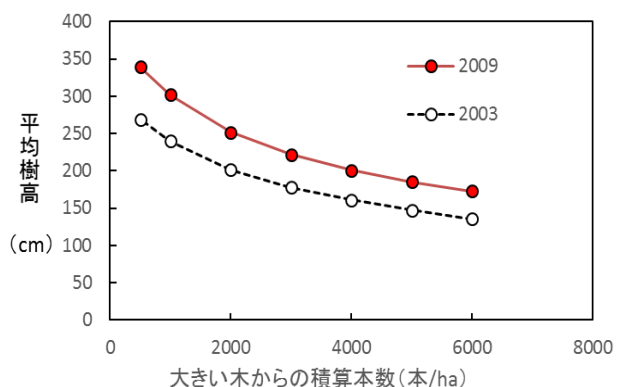


図-3 稚幼樹の平均樹高の推移

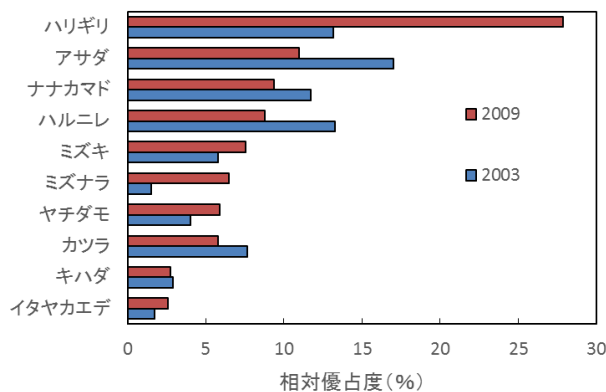


図-4 樹種毎の優占度の推移

います。この林分では設定翌年に台風害を受け、光環境が急激に変化したことから、弱い光環境で生育していた小さな個体は枯れていったものの、大きな個体では上長成長を促進できたと考えられます。

そこで、今後の稚幼樹の推移を検討するため、平均樹高と本数を組みにした相対優占度（全木の $\text{本数} \times \text{樹高}$ の合計に対する当該樹種の本数 \times 樹高の合計割合）を計算し、上位10種について図-4に示しました。



写真-6 設定6年後の林況

設定時にはアサダ、ハルニレ、ハリギリ、ナナカマド、カツラの順でしたが、6年後も若干の順序の違いがあるものの同様の樹種が優占する傾向を示しました。

このような樹種の構成は、表-2で示したように比較的少ない種が優占する林分と異なり、多様な樹種が混交林を形成する初期段階と考えられました（写真-6）。

都市近郊林など自然状態を維持しながら森林を管理する必要のある林分では、上木の択伐、間伐と植え込みとともに、侵入広葉樹を活用しながら森林を維持していく方法も一つの選択肢と考えられます。なお、この調査地は元林業試験場山口科長、保護グループ南野研究主任が設定した箇所を継続して調査しました。

林分周辺には遊歩道が整備されており、広葉樹の生育状況を確認することができます。近くにお立ち寄りの際は是非ごらんください。

また、林分調査および光環境の測定には多くの方々のご協力を得ました。この場を借りてお礼申し上げます。

参考文献

今博計・渡辺一郎・八坂通泰：トドマツ人工林における間伐が広葉樹の天然下種更新に及ぼす影響，日林誌 89(6)，2007，395-400
 野々田秀一・渋谷正人・斎藤秀之・石橋聡・高橋正義：トドマツ人工林への広葉樹の侵入および成長過程と間伐の影響，日林誌 90(2)，2008，103-110

(森林環境部環境グループ)

過去に使った森林作業道の再利用

— 道路の締固めは重要です —

佐藤弘和・山田 健・佐々木尚三・岩崎健太

林業に道路は欠かせない

市町村立の博物館に立ち寄ると、昔の林業の様子が撮影された写真を見ることがあります。その写真には、今ではお目にかかれぬ太い木を、大きな鋸を使って人力で伐採する姿、馬での集材、川を使っての運材場面などが撮影されていました。現在、このような伐採・集材・運材がなされることはほとんどありません（馬での集材を試みている例はあります）。効率性や安全性などを鑑み、林業機械を使う森林施業が主流となりました。そして、機械を使うために絶対必要なのは、森の中に作設される「道」です。

林内にある道路は、その幅員等の規格からいくつか区分されています。平成22年度に林野庁が定めた区分では「林道」「林業専用道」「森林作業道」となっています。このうち森林作業道は最も低規格ですが、集材作業において木を伐った場所へアクセスするのに、とても重要な生産基盤となります。

簡易な構造であっても森林作業道を新しく設置するためには、建設重機や林業機械などを導入し、もともとの斜面を削ったり、路面を締め固めたりしなければなりません。もし、過去につくられた森林作業道があれば（木本・草本に覆われていることが多いですが・・・）、切土・盛土をしなくてよいなど、作設はとても楽になります。しかし、何十年も放置された森林作業道では、路面に生えた木本・草本を除去しただけですぐに使えるわけではありません。重機等の走行に耐えられる道路の硬さが保持されているかどうか分からないからです。この報告では、ある山で起こったある出来事を通じて、森林作業道を再利用する際に留意すべきことについて紹介します。

ある出来事が起きた場所

著者らは、車両走行により締め固められた道路や林地（作業道や集材路）における土壌物理性（例えば、土壌硬度）の変化を評価する研究課題を実施しています。この課題では、森林作業道の締固めの硬さを道路の作設前後の数年間継続測定することで、車両走行による締め固め程度の経年変化を明らかにしようとしています。

調査場所は、昭和48年に植栽されたトドマツ人工林です。ここは、過去にあった集落跡に植栽された場所で、斜面地形は棚田状になっており、場所によっては石垣があります。平坦地では家屋が建っていたようです。過去に設置された道路跡も見受けられました（ただし、この道は初回間伐で作設されたのかもしれませんが）。ちなみに、道の跡では、錆びたやかんや急須、現在販売されていない炭酸飲料の空き缶が埋まっていました。

こうした特殊な環境ではありますが、林業機械を使った間伐作業が行われることになりました。主な作業工程は、ハーベスタやチェーンソーによる伐倒と、フォワーダによる集材、土場でのはい積みならびに運材です。伐採作業前には、作業道の新設（長さ100m程度）および過去の道路跡を再利用した道づくりがそれぞれ行われました。作業道の作設手順は、ハーベスタによる支障木の伐倒と、グラップル付きバケットを装着した建機による伐根除去・路面のならしと転圧です。

作設前後における森林作業道の地形

著者らは、過去に道路が作設された26.5m区間を選び出し、作業道の横断方向に土の硬さを調べるための調査

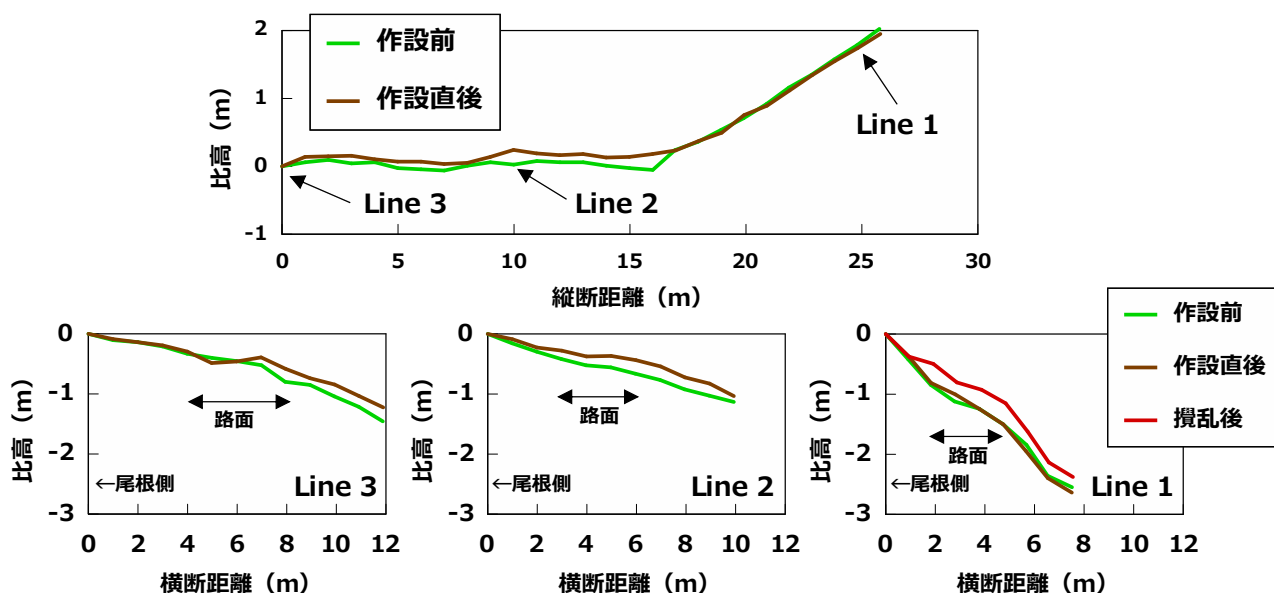


図-1 走行前後における路面地形の変化

攪乱後の説明は後述

側線を3本設定しました。調査区間の縦断方向（道路沿いの方向）の地形をみてみましょう（図-1上図）。Line1～3とあるのは、作業道の横断方向（道路を横切る方向）に設定した調査側線の位置です。Line2とLine3の位置は相対的に平坦（勾配10°以内）ですが、Line1は10°を超えた勾配区間にあります。これに、道を作設した後の地形を重ねてみました。Line2では、支障木の伐根除去と土の埋め戻しなどのため、作設前より地形が盛り上がっています。Line3では、作設前後でLine2ほどの大きな路面変化はありませんでしたが、やや比高が高くなっており、土の埋め戻しと転圧による変化が認められました。一方、Line1を含む急勾配部分では、路面と作設前の地表面がほぼ一致しています。この区間はグラップル付きバケットを装着した0.28m³クラスの建機が走行しただけであったため、路面に大きな地形変化はありませんでした。

各調査側線（横断方向）の地形をみてみましょう（図-1下図）。基点は尾根側の斜面に設定しています。作設前では、Line1は谷側に向かって相対的に急勾配になっていました。作設直後のLine1では、作設前と比べて路面の地形変化はほとんどなく、斜面下方に向かう片勾配となりました。作設前のLine2とLine3は、ともに谷に向かって緩い勾配でした。作設直後のLine2では、伐根除去と土の埋め戻しによる路面比高の増加がみられました。Line3では、横断距離0～6mまで作設前後の路面変化が目立ちませんでした。

ある出来事

ある出来事についてお話をします。調査区間では、道路作設後、伐倒され枝払いと玉切りされた支障木の集材が行われました。集材には、フォワーダが使われました。同機は、前輪がホイール（車輪）、後輪がクローラ（無限軌道）となっています（写真-1）。集材作業は、もっぱらLine2とLine3で行われました。集材後、土場まで運ぶため、Line1を上がって調査区間と丁字路で接続している幹線作業道を右折しようとした（写真-1では、左側に曲がる予定）。



写真-1 横すべりしたフォワーダ

写真手前側が幹線作業道

しかし、ここでアクシデントが起こります。右折時に前輪右側

のホイールが、盛土のり面側に横すべりし、路面から外れてしまいました。立て直すため車体を後退させましたが、立木に妨げられ進めなくなったほか、前輪の横すべりがさらにひどくなり、進行方向に対して車体が斜めになってしまいました (写真-1)。

道路の硬さをみてみると・・・

なぜ、アクシデントが起きたのか、調査データから考えます。著者らは、森林作業道が作設される前後で、簡易動的コーン貫入試験器を使って土の硬さを測定していました (写真-2)。土の硬さは、Nc 値という値で示されます。簡易動的コーン貫入試験による Nc 値は、5kg の重さのあるおもりを 50cm の高さから落とし (自由落下)、ロッドの先端にある尖ったコーンが土中に 10cm 挿入されるのに必要な打撃回数で表されます。土が硬ければ、おもりを落とす回数が多くなるため、Nc 値が高いほど土が硬いと判断されます。



写真-2 簡易貫入試験の様子

おもりを持ち上げている段階

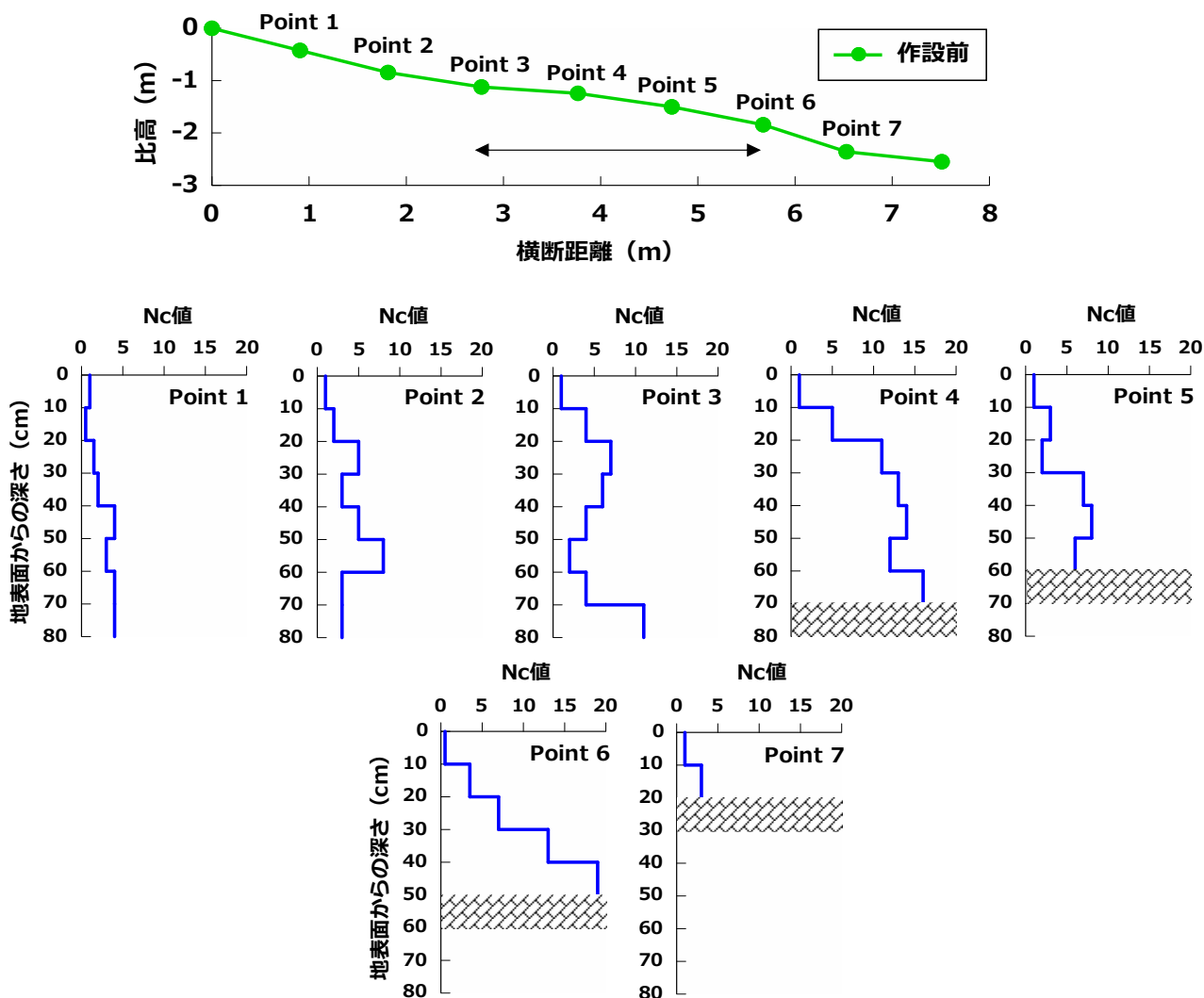


図-2 Line 1 における作設前での Nc 値の鉛直プロファイル

上図内の矢印は作業道作設後に路面 (Point3~4) と路肩 (Point5) と盛土面 (Point5~6) になる範囲を、下図の網目は石礫などの硬い層を表す

ここでは、フォワーダが横すべりしたLine 1において作業道作設前に行った簡易貫入試験の結果を図-2に示します。なお、簡易貫入試験では、石礫により挿入が困難な場合や水文学的な基盤（水の移動しやすさを表す透水係数が毎秒 10^{-5} cm オーダー以下の難透水層）の目安である Nc 値 20 以上に達した場合は、途中の深さであっても計測を止めています。

走行前において、斜面部にあたる Point 1 と Point 2 では、80cm の深さまで Nc 値が 10 を超えることがありませんでした。のちにわだちとなる Point 3 も、深さ 70cm までは $Nc < 10$ でした。もうひとつのわだちとなる Point 4 では、20cm の深さで $Nc > 10$ となり、70cm の深さで硬い層が現れました。路肩になる Point 5 は深さ 60cm まで柔らかい層でしたが、60cm より深い箇所では硬い層がみられました。過去の盛土法面であり路肩部分の Point 6 と、それより谷側の盛土面 Point 7 はそれぞれ 50cm と 20cm の深さで硬い層がありました。

これらの結果から、Line 1 では、もともとの斜面が相対的に柔らかい層である一方、過去の路面跡では表層 20cm までやや硬い層になり、路肩から盛土のり面では、硬い層（おそらく石礫）の上に柔らかい層が覆っている状態であるといえます。

フォワーダの走行でわだちとなった Point 3 と路肩となった Point 5 での Nc 値が低いこと ($Nc < 10$) に気づきます。この出来事は操作ミスではなく、路肩が脆弱であったことが主な原因と考えられます。

道路維持における締固めの重要性

フォワーダ救出とその後の顛末です。動けなくなったフォワーダは、グラップル付きバケットとハーベスタを装着した 2 台の建機を動員し救出することができました。その後の道路状況は、写真-3 のとおりです。図-1 に掲載した Line 1 における横断方向の地形では、この攪乱後に測定した赤い線が示すとおり、路面形状が大きく変わってしまいました。実際に、攪乱直後の Line 1 における Nc 値を測定すると、路面が耕耘されたような状態になったため、作設前に比べて Nc 値が低下する傾向にありました（図-3）。残念ながら、本来の調査目的である「締め固められた路面における土壌硬度の経年変化」は測定できないと判断しました。

しかし、今度の件を通じて、既設の作業道利用において路面の転圧による締固めが重要であることが再確認できました。攪乱した作業道の再利用には、再度強固な締固めが必要であり、今回の事例では右折時に起こった出来事であることから、路肩部分の強度を確保することが重要です。ちなみに、Line 1 は後日再整備（路面を尾根側斜面に付け替えた後に締固め）され（写真-4）、攪乱後に Nc 値が 2 以下だった路面での 0~10cm 深の Nc 値は 3~6 となり、10~30cm 深では 10 以上の Nc 値になっていました（図-4）。

この試験地で今回起きたことは、道路維持のための締固めの重要性が強く感じられる出来事でした。作設後の経過年数が長い森林作業道の再利用には、事前の調査や締固め作業の必要性について十分検討する必要があります。



写真-3 翌日の道の様子



写真-4 修繕した道の様子

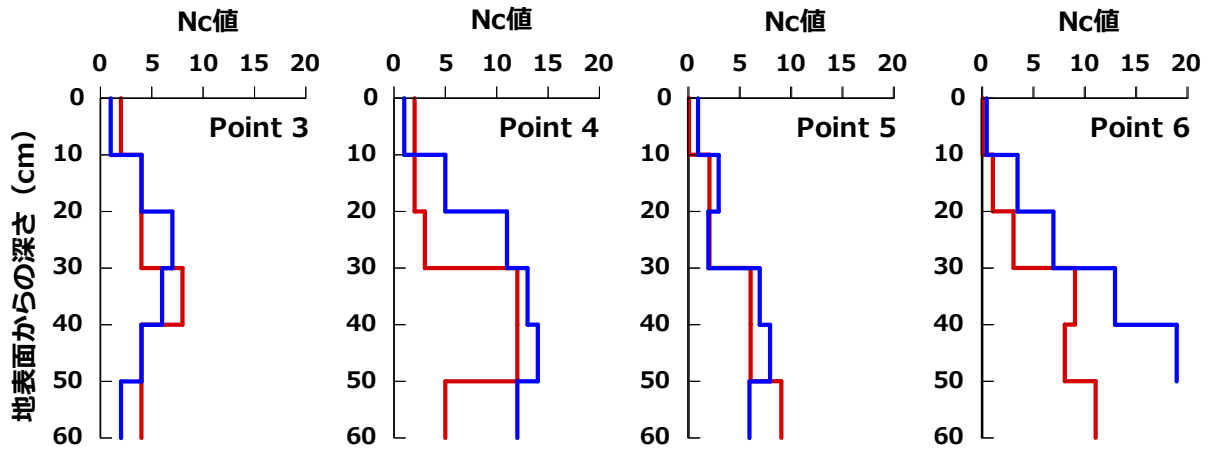


図-3 作設前（青線）と攪乱後（赤線）のNc値の鉛直プロファイル

Point 番号は図-2 と同じ。Point 3~4 は路面，Point 5~6 は路肩に相当

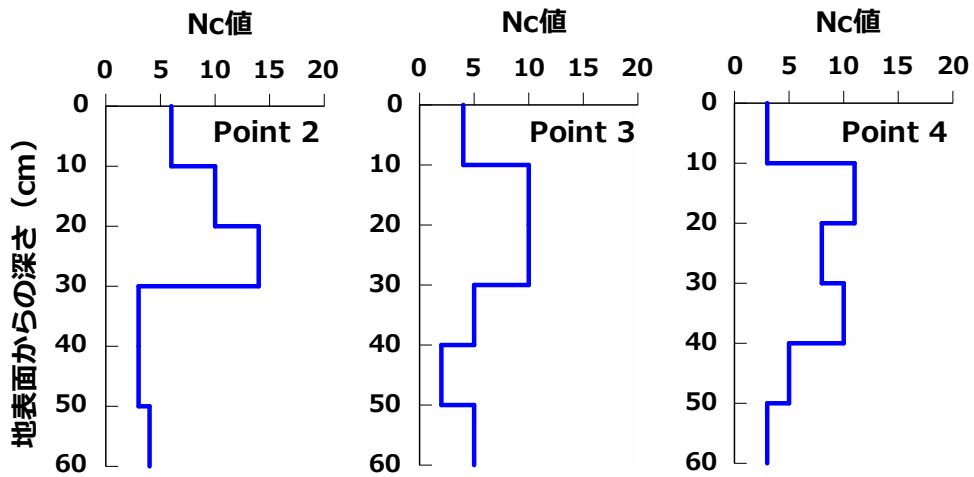
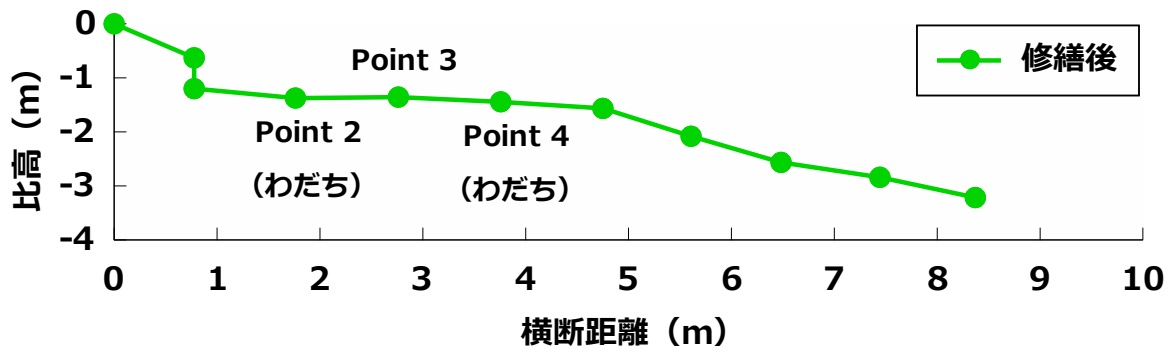


図-4 Line 1 における修繕後での路面地形と Nc 値の鉛直プロファイル

Point 番号はわだちとわだち間にそれぞれ設定し，深さ 60cm までとした

防風林による地温上昇効果

一日高地域の飼料用トウモロコシ圃場における事例一

岩崎健太・鳥田宏行

はじめに

防風林は風速低下を通して地表面から奪われる熱を減少させることにより、農地の地温や気温を上昇させる効果をもたらす。そのため、北海道のように寒冷な地域では、防風林は風害防止だけでなく冷害防止にも貢献してきました。しかし、温度上昇効果という正の側面は目に見えにくいのに対し、落葉落枝などによる農作業障害や日陰の形成といった防風林の負の側面は目につきやすいため、防風林が伐採されることがあります。防風林は一旦伐ってしまうと、その後に冷害が生じ、もう一度作り直したいと思っても、元の樹高に育つまでに数十年という長い年月がかかります。防風林の保全を推奨するためには、防風林の温度上昇効果がどの程度のものなのか定量的に把握しておくことが必要です。

防風林の温度上昇効果の大きさは、その地域の気象条件や植えられる作物によって異なります。また、防風林が作物に及ぼす影響を考えるためには、作物の生育期間全体にわたって温度上昇効果を評価する必要があります。しかし、北海道において防風林（もしくは防風網）の温度上昇効果を生育期間全体にわたって調べた例はわずかであり、調査対象の作物も水稻やテンサイに限られています（小沢, 1978; 佐藤ら, 1997; 泊ら, 1978; 辻ら, 1988）。飼料用トウモロコシは生育期間中の積算温度の収量への影響が大きく、寒冷な年には実が熟さず大幅に減収することがあるため、防風林による温度上昇の恩恵を強く受けている可能性があります。しかし、その飼料用トウモロコシが多く植えられる日高地域では、やませを防ぐ必要があるにもかかわらず、防風林の効果は調べられてきませんでした。そこで、ここでは、岩崎ら(2016)をもとに日高地域の飼料用トウモロコシ圃場において防風林の温度上昇効果を調べた事例を紹介します。

調査地について

防風林の温度上昇効果について、新ひだか町の独立行政法人家畜改良センター新冠牧場内の飼料用トウモロコシ圃場で調査しました（図-1）。この圃場では三方を防風林に囲まれています。新ひだか町では日中には南西方向から海風が入ってくるため、これらの防風林のうち南西に垂直な方向（北西-南東方向）に設置された防風林の効果調べました。対象とした防風林の写真を写真-1に示します。防風林の樹種はカラマツで、平均樹高は27 m、枝の張り出しを含めた林帯幅は28 mでした。

観測方法

防風林の研究では高倍距離という指標が用いられます。これは、樹高H (m) の倍数で示した防風林からの距離で、+が風下側となります。例えば、4Hは防風林樹高の4倍風下側の距離という意味になります。日中の主風向と平行に測線を設け、防風林からの距離が異なる9地点で深さ5 cmの地温を観測しました（図-1の白丸）。観測地点のうち防風林から最も遠い11Hを、防風林の影響が小さい対照区とみなしました。4Hと11Hではトウモロコシ群落上の気温・日射量・風向風速も測定しました。気温と日射量は0.5Hでも観測しました。気温観測では、風速が小さいときの放射の影響を避けるため、強制通風筒(4Hと11H)または自然通風シェルター(0.5H)を用いました。測定高度は2014年と2015年にそれぞれ、気温は3 mと3.5 m、風向風速は3.5 mと4.0 mでした。さらに、トウモロコシの刈取り後に高さ2 mに風速計を6台、測線に沿って3日間設置し、防風林に直角方向から風が吹いたときの風速分布を観測

しました。観測は2014年と2015年の5月10日から8月25日に行いました。

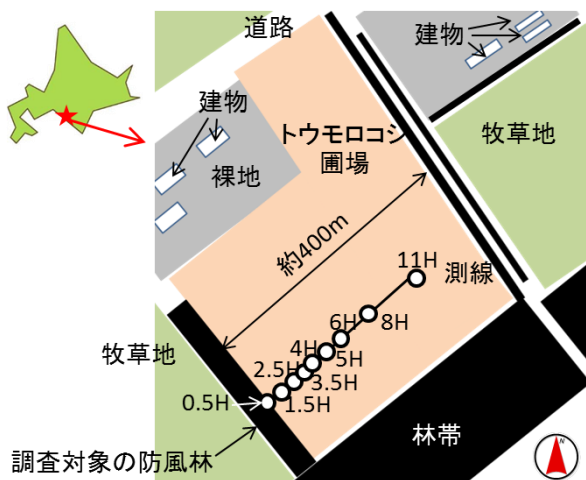


図-1 調査圃場の概要



写真-1 調査対象の防風林

観測期間における風向風速の概況

11Hにおける各年の観測期間の風配図(風向の頻度分布)を図-2に示します。風配図は日中(6時~18時)と夜間(18時~翌日6時)に分けて示しました。日中は2014年,2015年とも観測期間の約50%で南西方向から風が吹いており,調査地における日中の主風向は南西であることが確認できました。夜間は北東方向がわずかに多かったものの,特に明瞭な主風向は認められませんでした。

4Hと11Hにおける各月の平均風速を日中と夜間に分けて図-3に示します。5月から8月にかけて平均風速が低下していましたが,これはトウモロコシが生長したことによるものです。いずれの月においても,4Hと11Hで夜間にはほとんど平均風速に差はありませんでしたが,日中には4Hの方が11Hよりも0.2~0.5m/s風速が低下していました。これらの結果は,本試験地の防風林は生育期間全体を通して,夜間にはほとんど風速に影響を及ぼしませんが,日中には主風向である南西方向からの風を防ぎ,防風林に近い地点の風速を低下させることを示しています。

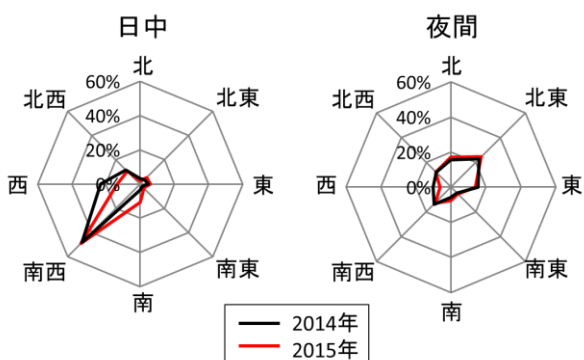


図-2 11Hにおける観測期間の風配図

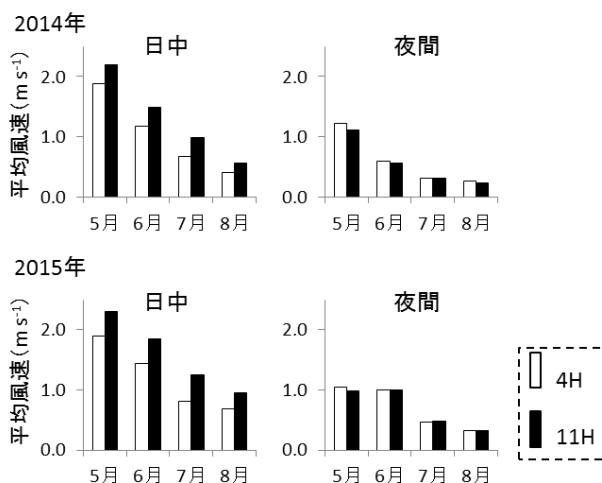


図-3 調査地の平均風速

気象要素の日変化の地点間比較

防風林からの距離が異なる地点間で気象要素の日変化がどのように異なるのか検討するために、2015

年5月10日から13日までの0.5H, 4H, 11Hにおける気象要素の日変化を図-4に示します。日射量は4Hと11Hではほとんど差がありませんでしたが、0.5Hでは午後に低下しました。これは、防風林による日陰の影響は4Hではほとんどありませんが、0.5Hでは顕著に現れることを意味しています。日中、南西方向から風が吹かなかった5月10日には4Hと11Hでほとんど風速に相違はなく、地温の差は小さくなっていました。一方、南西方向から風が吹き、十分な日射量があった11日から13日の日中には、4Hでは11Hよりも風速が低下し、地温が1.5℃以上上昇しました。日射量が最も多く快晴であった11日には、4Hにおいて2.5℃と特に大きな地温上昇が見られました。0.5Hの地温は11Hと比べて午前中には同じくらいでしたが、午後には1℃以上低くなりました。一方、気温については各地点の差はほとんどの時刻において1℃未満であり、地温に比べると地点間の差が小さくなっていました。

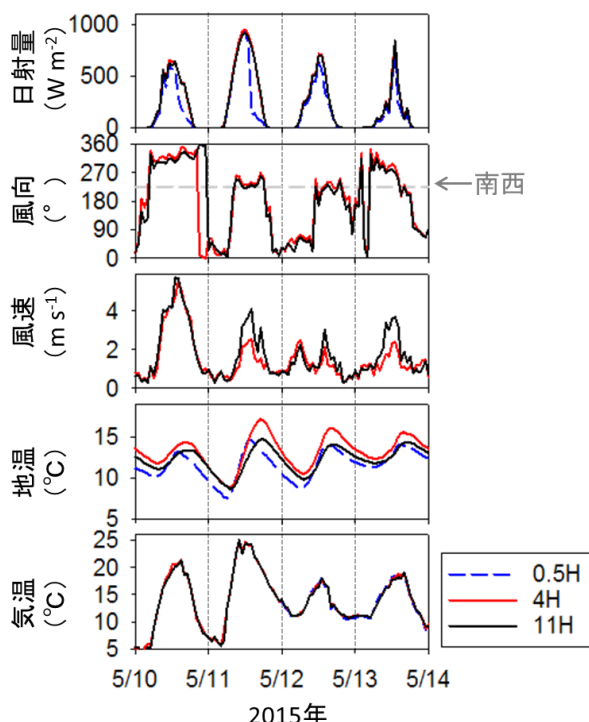


図-4 3地点における気象要素の日変化

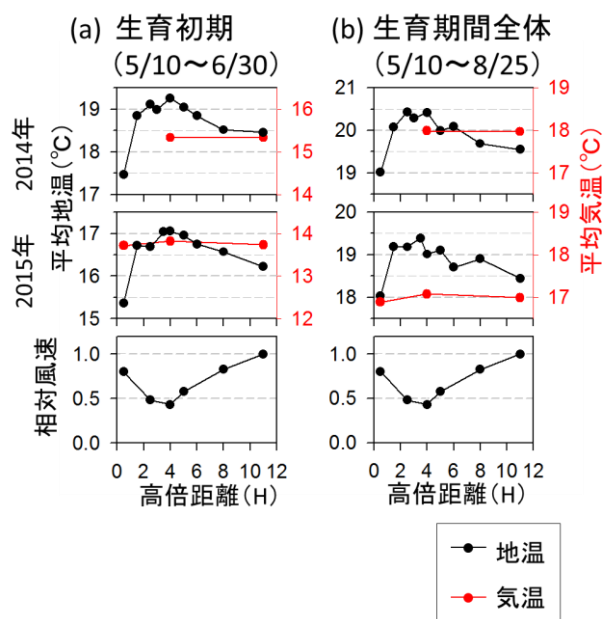


図-5 2014年と2015年の平均地温・気温分布

トウモロコシ生育期間中の防風林風下の平均温度分布

2014年と2015年の平均地温・気温分布を、風速分布と併せて図-5に示します。トウモロコシの生長点がある生育初期に、特に地温のトウモロコシ生長への影響が大きいと考えられるため、地温・気温分布は生育期間全体(5/10~8/25)に加え、生育初期(5/10~6/30)についても平均値を示しました。いずれの期間についても日陰の影響を強く受ける0.5Hを除き、11Hよりも平均地温が上昇していました。また、風速低下が最大であった3.5H~4Hにおいて最も平均地温が高くなっていました。2014年と2015年で11Hの平均地温は1~3℃異なりましたが、どちらの年も最も地温が高かった地点と11Hの平均地温の差は生育初期が0.8℃、生育期間全体が0.9℃でした。また、0.5Hでは11Hと比べて生育初期で0.9~1.0℃、生育期間全体で0.4~0.5℃平均地温が低くなっていました。平均気温は、どちらの年についても0.5H・4Hと11Hとの差は0.1℃以内でした。このように、11Hと比べた他の地点の地温および気温の変化幅は2014年と2015年で類似していたので、毎年、今回観測された程度の地温・気温変化が防風林によって生じていると考えられます。

まとめ

過去の事例として、標津において9時と13時に測定された深さ5cmの平均地温が、防風林風下で最大0.3~0.4℃上昇したことが報告されています(小沢, 1978)。それに比べて、今回の調査地では終日の平

均で0.8~0.9℃と大きな地温上昇が生じていました(図-5)。日高地域では高い頻度で防風林の直角方向から風が吹いた(図-2)ことが、大きな地温上昇効果が得られた要因の一つであると考えられます。

今回、気温に比べて地温で防風林による温度上昇が大きかったという結果が得られました(図-4, 5)。そのため、防風林の作物生長への影響は、作物の生長点が地中にある作物生育初期に特に大きくなると考えられます。防風林の温度上昇効果が実際にトウモロコシの収量をどれだけ増加させるかについては現在解析中ですので、まとめ次第報告したいと思います。

(森林環境部環境グループ・道南支場)

【引用文献】

- 岩崎健太・鳥田宏行・佐藤弘和・阿部友幸・福地 稔・和田英雄・小野純一・藤瀬万里絵(2016)防風林がトウモロコシの初期成長に及ぼす影響—新ひだか町での事例—, 北方森林研究 64, 87-90.
- 小沢行雄(1978)防風林の機能と効果について, 北海道農試研究資料 14, 51-70.
- 佐藤隆光・宮畑信吾・高橋英紀(1997)北海道千歳市における防風林による農耕地の温度上昇効果. 農業気象 53(4), 315-319.
- 泊 功・藤原 忠・石黒忠之(1978)防風林・網の微気象改善と水稻生育への効果について, 北海道の農業気象 29, 7~21.
- 辻 修・松田 豊・土谷富士夫(1988)畑地帯における防風網の効果, 帯広畜産大学学術研究報告 第 I 部 16(1), 51-58.

光珠内季報 NO. 182

発行年月 平成29年3月

編 集 林業試験場刊行物編集委員会

発 行 地方独立行政法人北海道立総合研究機構
森林研究本部 林業試験場

〒079-0198

北海道美唄市光珠内町東山

TEL (0126) 63-4164 FAX (0126) 63-4166

ホームページ <http://www.hro.or.jp/fri.html>
