

風況にあわせた風害対策により収量・収益を最大化する人工林管理技術の開発

担当G：森林環境部環境G

協力機関：北海道空知総合振興局森林室、十勝総合振興局森林室、上川総合振興局南部森林室

研究期間：平成25年度～27年度 区分：経常研究

研究目的

風倒害による損失を考慮した林分単位の収穫予測・収益予測を行い、林分立地の予測風況にあわせた最適施業シナリオを提示する。まずはカラマツで検討する。

※ 施業シナリオ：地位指数・初期密度・管理密度・伐期などの組み合わせのこと

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地等

調査地：北海道立総合研究機構 林業試験場 圃場
林齢：約50年生
樹種：カラマツ

調査方法等

・ワイヤの重機牽引によるカラマツ立木の引き倒し
・ロードセルによる牽引力測定
測定項目：根返り抵抗力、胸高直径、樹高、枝下高、枝葉重、幹重

研究成果

表-1 カラマツ立木諸元に対する最大根返り抵抗力（モーメント）の回帰における決定係数（R²）

| | 枝葉重 | 幹重 | 全木重 | D | D ² H | H/D | H |
|------|-------|-------|--------------|--------------|------------------|--------------|-------|
| 線形回帰 | 0.886 | 0.897 | 0.946 | | | | |
| 累乗回帰 | | | | 0.845 | 0.828 | 0.682 | 0.641 |

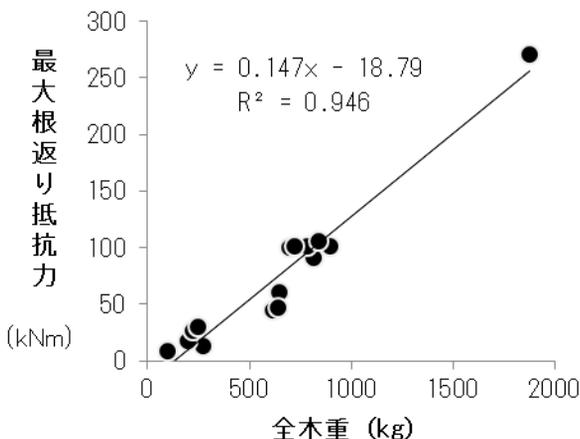


図-1 全木重と最大根返り抵抗力の関係

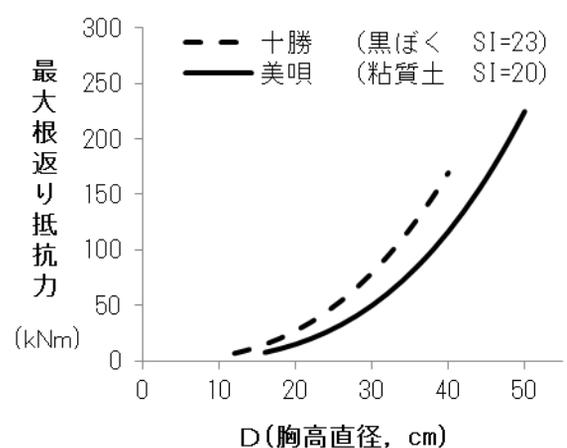


図-2 最大根返り抵抗力の地域間比較

「未発表のため図表は林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない」

美唄市でカラマツ15本（D=16.8-49.5cm）の引き倒し試験を行い、カラマツ立木諸元に対する最大根返り抵抗力（モーメント）の回帰分析を行った。本試験地におけるカラマツの最大根返り抵抗力は、全木重によって非常に良く説明できたが（表-1、図-1）、胸高直径Dによっても良く説明された（表-1）。風倒害耐性についての簡便な指標とされている形状比H/Dは他のカラマツ諸元と比較して、最大根返り抵抗力自体を説明する力がより小さかった（表-1）。美唄市（粘質土）のカラマツは十勝地方（黒ぼく）のカラマツより、最大根返り抵抗力が小さく、地位指数も小さいため（図-2）、立木の風に対する安定性は十勝地方のカラマツとは別に検討を加える必要がある。今後、樹冠の対風面積、樹高といった根返りを起こす力に寄与する要因を含め、力学モデルによってカラマツの強風に対する安定性を総合的に検討する。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

防災林の流体力に対する機能向上に関する研究

担当G：森林環境部環境G

研究期間：平成24年度～26年度

区分：公募型研究 等

研究目的

防災林（防風林・雪崩防止林・海岸林等）が防災機能を発揮するには、森林を構成する各立木が流体（強風・雪崩・津波等）に対して抵抗体となることが必須条件である。そのため各立木は、流体力に対して高い抵抗性（幹折れ、根返りが発生しにくい）を保持していることが望ましい。しかしながら、従来の防災林の造成計画においては、成林本数を多くすることに主眼が置かれており、成林後の流体力に対する抵抗性の視点が考慮されておらず、また学術的な知見も不足している。そこで本研究では、防災林の防災機能を高めるため、流体力に対して高い抵抗性を保持した森林構造およびその生育方法を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地等

調査地：津波被害地（青森県三沢市海岸林）

主要植栽樹種：クロマツ

調査方法等

方法：力学モデルを構築し、現実の被害データを用いて立木の津波に対する抵抗性評価

研究成果

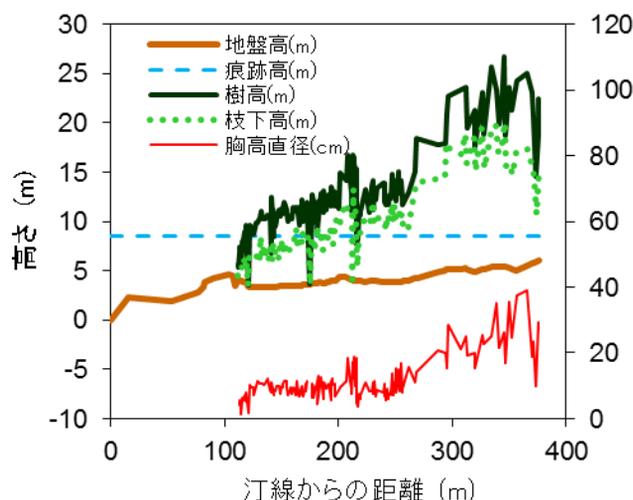


図1 被害解析に用いた林分の状況
青森県三沢市のクロマツ海岸林の例

津波に対する立木のシミュレーションモデルを実際の被害林分に適用し、津波により被害（幹折れ、根返り）が発生する時の津波の流速（限界流速）を求めた。その結果、限界流速の値が相対的に小さい立木において、実際に被害が発生していることが示された（図1、2）。また、浸水深および枝下高の増加が限界流速の低下に与える影響が示された（図3）

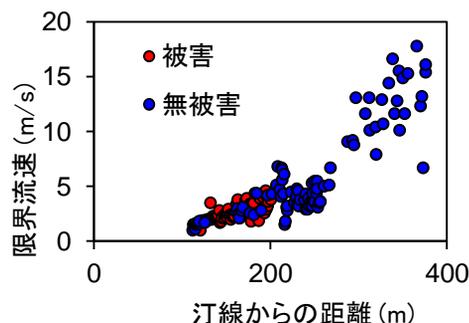


図2 津波に対する立木の限界流速の分布

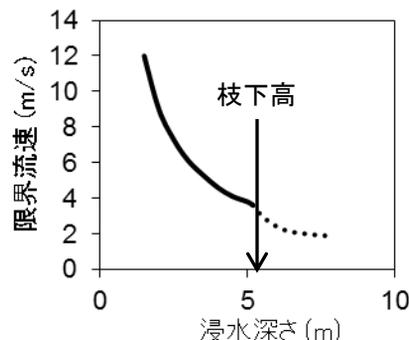


図3 浸水深・枝下高と限界流速の関係
樹高7.8m、枝下高5.2m、胸高直径11.5cmの解析例

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・鳥田宏行・竹内由香里（2012）雪崩によるスギ立木のひずみエネルギーと直径との関係について，雪氷研究大会
- ・鳥田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸・木村公樹（2013）クロマツ海岸林における立木の引き倒し試験，第124回日本森林学会大会
- ・鳥田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸（2013）海岸林における立木の津波抵抗性の評価，第62回北方森林学会大会
- ・鳥田宏行・佐藤 創・真坂一彦・阿部友幸・岩崎健太（2014）浸水深が立木の津波抵抗性に与える影響，第125回日本森林学会大会

北海道中標津町を対象とした吹雪発生予測システム活用と効果的な雪氷防災対策への支援

担当G：森林環境部環境G

研究期間：平成25年度～27年度

区分：公募型研究 等

研究目的

平成25年3月2日から3日にかけての暴風雪災害によって、中標津町では5名の方が亡くなった。当日は、発達した低気圧の影響で急激に天候が悪化し、著しく発達した吹雪による視程障害と道路への吹きだまりにより、車の通行が不能になった。このように、中標津町やその周辺の地域にとって、これまでに経験の無い規模の災害を防ぎ、安心安全な冬期の生活を確保することは大きな課題である。そこで本研究では、寒冷地・多雪地における吹雪災害を軽減するため、防災科学技術研究所開発の「雪氷防災発生予測システム」の応用、防雪施設（防雪柵、防雪林等）の吹雪抑制因子の評価、普及活動など実施し、総合的な地域防雪対策の支援を行う。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地等
中標津町

調査方法等
暴風雪時に必要に応じて積雪、吹雪等調査をする。

研究成果

今年度は、ライブカメラが機能するかどうかを検証した。ライブカメラからの吹雪状況の映像については良好であることが確認できた。なお、現在まで現地調査が必要なレベルの吹雪は確認されていない。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

なし

海岸防災林の津波減衰機能を発揮させる 林帯整備・管理方法の開発

担当G：森林環境部環境G

共同研究機関：森林総合研究所、埼玉大学 協力機関：北海道水産林務部林務局治山課、地質研究所、北方建築総合研究所、北海道総務部危機対策課

研究期間：平成25年度～27年度 区分：重点研究

研究目的

北海道における海岸防災林の津波被害リスク軽減を評価するために、海岸防災林の主要構成樹種を対象とした津波抵抗性を評価し、現状における想定津波に対する氾濫流減衰効果を評価する。さらに、効果を高めるための林帯の整備方法、管理方法を提案する。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：白糠町和天別、釧路市音別町の海岸防災林
林分密度：2107本/ha（白糠町）
材積：30m³/ha（白糠町）
樹種構成：カシワ、グイマツ（白糠町・音別町）

方法：10m×100mプロットの毎木調査3箇所、引き倒し抵抗力測定、実験水路における葉、枝幹の抗力係数測定、非線形長波方程式による津波のシミュレーション、間伐後12年間の追跡調査

研究成果

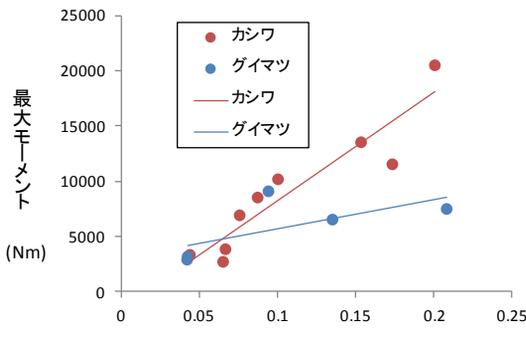


図-1 引き倒し抵抗力

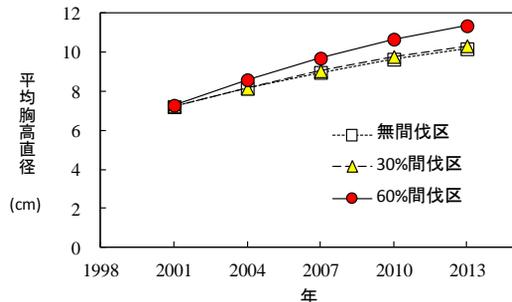


図-3 カシワ林における間伐効果

カシワとグイマツの引き倒し抵抗力を明らかにした（図-1）。L2津波に対する浸水高の低減効果が、現状林帯に対して認められた一方（図-2上）、流体力指標の低減効果は林帯拡張に対しても認められた（図-2下）。間伐の効果は60%間伐率に対して認められた（図-3）。

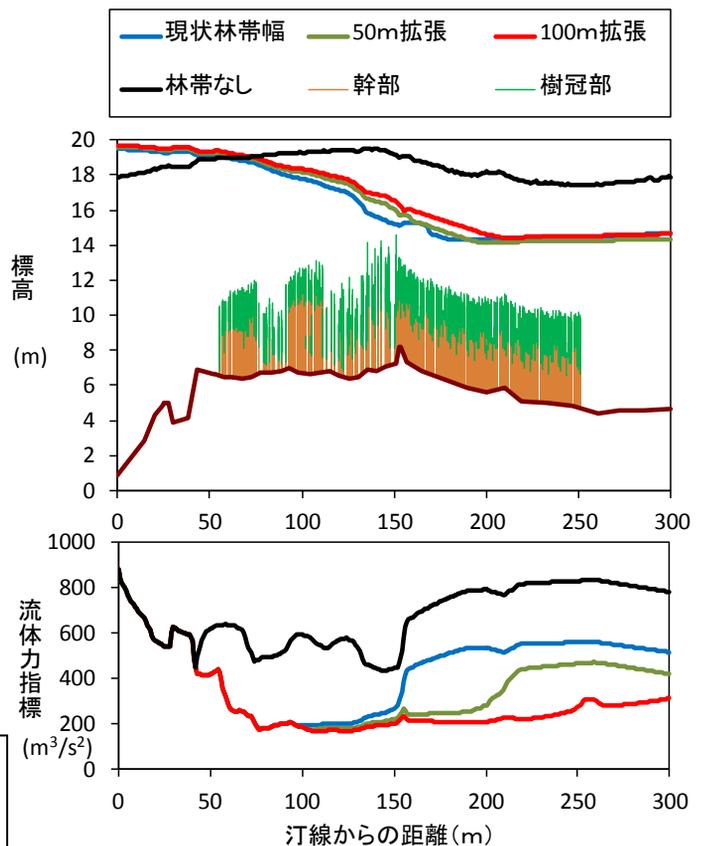


図-2 数値シミュレーションによる津波氾濫流の減衰効果

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

- ・佐藤創ほか（2014）第125回日本森林学会大会学術講演集、p.212
- ・鳥田宏行ほか（2014）第125回日本森林学会大会学術講演集、p.226

保安林に対する強度間伐の実証的研究

担当G：森林環境部環境G

研究期間：平成25年度～27年度

区分：経常研究

研究目的

本研究の目的は、①強度間伐の効果および風害への感受性を長期モニタリングで実証し、あわせて②事例数の少ない樹種については調査事例を増やして本研究課題以降の試験研究に資することである。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査方法：

①既設試験地における長期的な間伐効果

現実的な間伐間隔を模した状況における強度間伐および現行程度の間伐強度の効果の検証、およびクロマツ林における気象害への感受性についての検討。

②新規間伐試験地の設定

間伐試験地数を拡充し、樹形と気象害抵抗性の関係を評価する次回の研究に供する。

研究成果

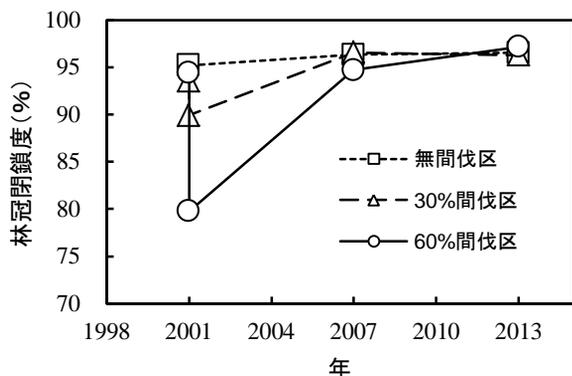


図1. 全天写真から推定したエゾイタヤ林における間伐後12年間の林冠閉鎖の推移(羽幌町天売)

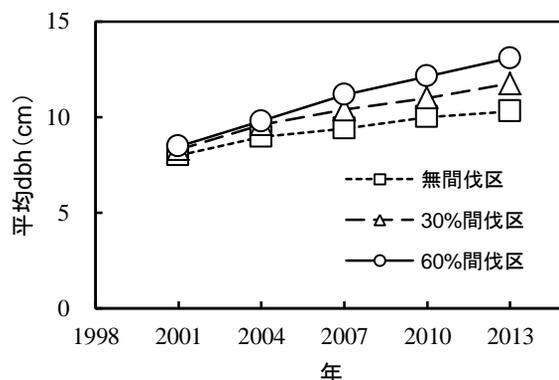


図2. エゾイタヤ林における間伐後12年間の平均胸高直径(dbh)の推移. 2013年時に生残していた個体を対象(羽幌町天売)

表1. 一般化線形モデル分析によるエゾイタヤ林における期首dbh-肥大成長量関係への間伐効果(羽幌町天売)

| 処理 | 期間 | | | |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 2001～2004 | 2004～2007 | 2007～2010 | 2010～2013 |
| 無間伐区 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a |
| 弱度間伐区 | 0.2616 ^b | 0.2339 ^b | 0 ^a | 0.3211 ^b |
| 強度間伐区 | 0.5170 ^c | 0.5313 ^c | 0.2262 ^b | |

補足：モデル式は期間中の肥大成長量 = 期首dbh + 処理. 異なるアルファベットはモデル選択においてAICが最小となった組み合わせを意味する. 無間伐区は「対照区」.

試験地設定から12年経たエゾイタヤ林(羽幌町天売：19年生)では、間伐によって発生した林冠ギャップの閉鎖速度は強度間伐(本数率60%)と弱度間伐(同30%)で大きな差はなく(図1)、6年でほぼ閉鎖した。平均胸高直径(dbh)は年々処理間で差が大きくなり(図2)、肥大成長量に対する間伐効果は、弱度間伐区では間伐後6年で無間伐区と有意な差がなくなった一方、強度間伐区では9年間持続した(表1)。同様な傾向は他の既設試験地でも得られている。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

なし

海岸生クロマツにおける水ストレス評価方法の開発

担当G：森林環境部環境G

協力機関：INRA Forest Research Station, Bordeaux, France

研究期間：平成23年度～25年度 区分：公募型研究

研究目的

これまで林業試験場では、海浜に植栽される代表的樹種のクロマツにおいても過湿によって衰退する事例を報告して来た。しかし、樹木側の生理学的な応答様式を評価するまでには至っていない。一般に水ストレスの応答様式については、蒸散速度やP-V曲線法、炭素安定同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ などが用いられているが、断片的な報告が多い。本研究では、クロマツの水ストレス応答様式について総合的に把握するため、形態的特徴と生理学的特徴を併せて評価を行う。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査方法：

①クロマツ・ポット苗を用いた調査

人為的に強い水ストレスに曝したクロマツ・ポット苗を用い、クロマツ針葉の形態学的・生理学的特徴を調査・分析

②不成績造成地の生残クロマツ個体の調査

過湿害を受けているクロマツ海岸林を対象に、クロマツ針葉の形態学的・生理学的特徴を調査・分析

③個葉レベルでの蒸散速度測定方法の高度化

失水曲線への理論モデルを適用し、クチクラ蒸散速度と気孔蒸散速度を推定する

研究成果

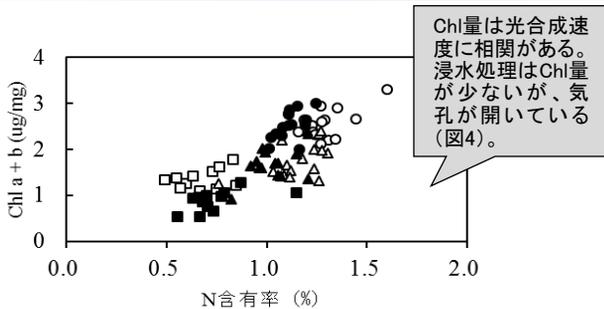


図1. 針葉の窒素含有率とクロロフィル(Chl)含有率。
丸：無処理、三角：乾燥処理、四角：浸水処理。
白抜き：2012年、黒塗り：2011年。

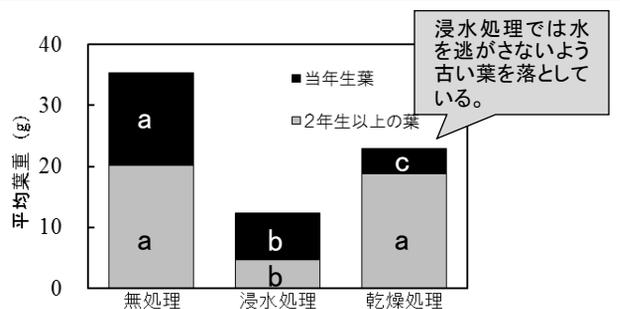


図2 葉保持量に対する処理の効果
異なるアルファベットはモデル選択においてAICが最小となった組み合わせを意味する(各n=6)。

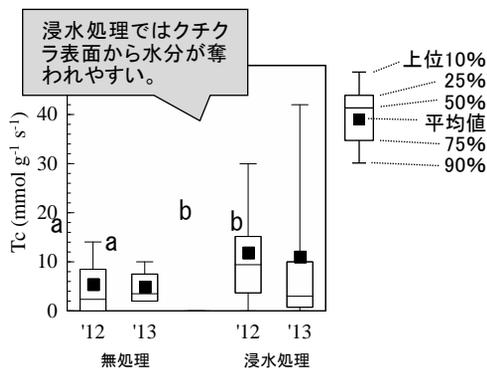


図3 クロマツ葉のクチクラ蒸散速度

8月に測定。乾燥処理の葉では蒸散速度はゼロ(各15個体)。

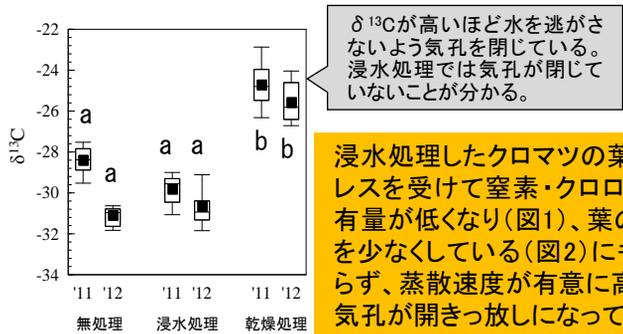


図4 針葉の $\delta^{13}\text{C}$

浸水処理したクロマツの葉は、ストレスを受けて窒素・クロロフィル含有量が低くなり(図1)、葉の保持量を少なくしている(図2)にもかかわらず、蒸散速度が有意に高く(図3)、気孔が開きっ放しになっていると考えられる(図4)。これが過湿・滞水環境で衰退を引き起こしている可能性が高い。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・真坂一彦・鳥田宏行 (2012) 強い水ストレスに曝されたクロマツの生理生態学的な応答。第61回北方森林学会大会 (ポスター発表)

防雪施設周辺における非平衡状態の 吹きだまり形成過程の解明

担当G：森林環境部環境G

研究期間：平成25年度～27年度

区分：公募型研究 等

研究目的

防雪柵や防雪林などの防風雪施設は、吹雪障害抑制において一定の効果が期待できるため、雪国の主要幹線道路を中心に整備が進められてきた。しかしながら、防風雪施設の効果についての知見は定性的にも十分とは言えず、設置位置の決定などについては試行錯誤的、あるいは土地利用状況から一意的に決まってしまうことも多い。近年、特に重要視されているのは、定量的な知見に基づく防雪施設の効果的な配置場所・構造に関する決定手法の確立である。この決定手法の確立には、防雪施設の効果及び効果の影響範囲等についての十分な定量的データが必要とされるところであるが、現在までに行われてきた研究の多くは、平衡状態での風洞実験・観測であった。そのため、非平衡状態での知見は少なく、今後の研究調査の進展が望まれている。そこで、本研究では防雪施設の定量的な検討に基づく効果的な決定手法の確立に資するため、本研究では、防雪施設の効果的・効率的な配置位置の検討において特に重要となる非平衡状態での吹きだまり発達過程を明らかにすることを目的とする。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地等
新得町の牧草地

調査方法等
防雪柵の周辺における吹きだまり分布
気温、風速、風向を観測

研究成果

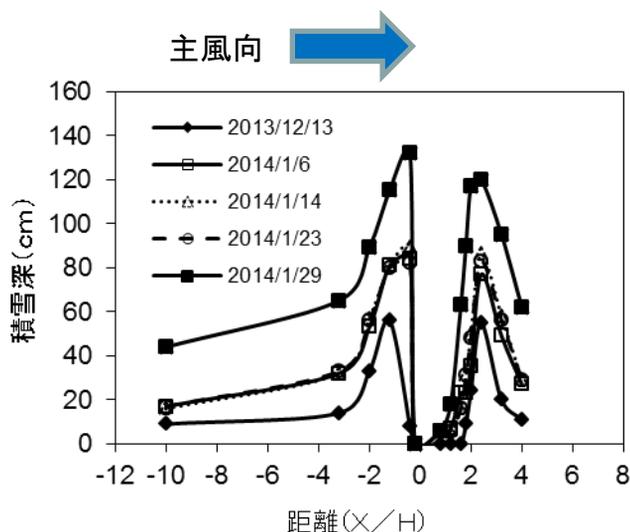


図1 防雪柵周辺の吹き溜まり分布

写真1 防雪柵周辺の吹き溜まり分布

横軸は、柵の位置を0として、-側を風上、+側を風下として表示

防雪柵周辺において、吹きだまり分布、気象観測を実施した。その結果、吹きだまりの形成は、初冬期から急激に発達する事が示された。特に降雪があった後に強風が続くと、著しい吹きだまりの発達を観測された。（図1、写真1）

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

なし

防風林が設置された牧草地における微気象観測

担当G：森林環境部環境G

協力機関：独立行政法人家畜改良センター新冠牧場

研究期間：平成25年度

区分：目的積立金活用事業

研究目的

北海道では気象害からの農地の保護のために多くの防風林が造成されており、防風林による水稻や大麦、馬鈴薯などの増収効果が報告されているが、飼料作物の増収効果については詳しく調べられていない。防風林の収量効果を評価するためには、どのような気象要因によって収量に変化が生じているのかを明確にする必要がある。そこで、本課題では、平成26年度からの新規課題の予備調査として、新冠牧場内の牧草地とデントコーン圃場において収量調査を行うとともに、防風林からの距離に応じた微気象の変化を明らかにする。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地：新冠牧場（新ひだか町）内の牧草地
およびデントコーン圃場
両調査地ともに、南西方向からの海風を防ぐため、3列のカラマツ防風林が設置されている。

方法：風速観測、気温観測、収量調査、生育調査
測定項目：防風林風下の風速・気温
牧草・デントコーンの乾重
牧草の草丈、デントコーンの稈長

研究成果

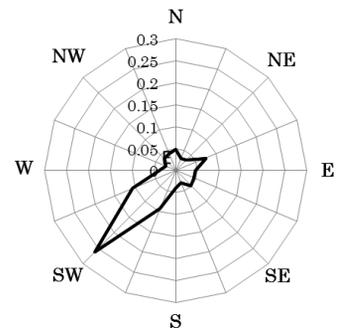
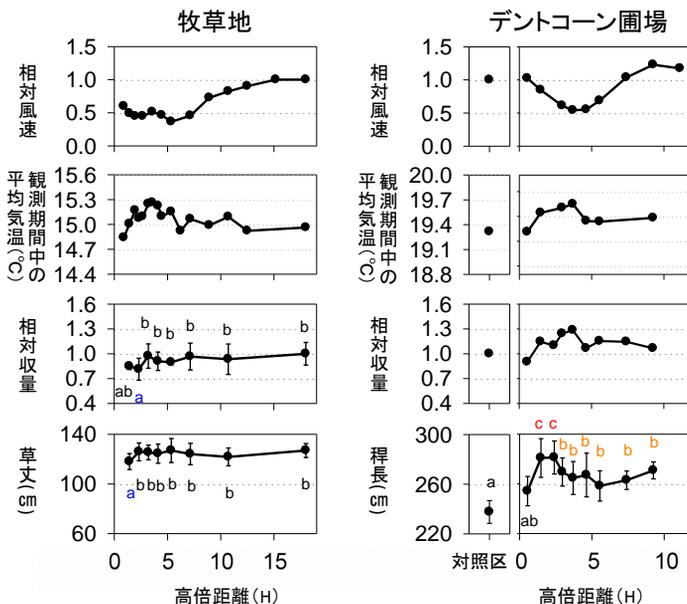


図2 観測期間中の1時間ごとの風配図

観測期間中、対象とした防風林と垂直な南西方向からの風が卓越しており、防風林は牧草地とデントコーン圃場の保護に役立っていることが確認された。

図1 相対収量、生長量、相対風速、平均気温の水平分布
異なるアルファベットは、一般化線形モデルを用いたモデル選択によって異なるグループに分類されたことを示す。牧草地では高倍距離18Hの地点を対照区として相対収量、相対風速を算出している。

牧草地では2～6 H、デントコーン圃場では3～4 Hにおいて、風速は約50%低下しており、観測期間中の平均気温は0.3℃上昇していた。この微気象変化は、デントコーンには約30%の増収をもたらしたが、牧草には収量変化を生じさせていなかった。

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

・岩崎健太・鳥田宏行・真坂一彦・阿部友幸・和田英雄（2013）：防風林帯風下における飼料作物収量および微気象環境の水平分布。第62回北方森林学会大会、札幌コンベンションセンター、11月