

北海道における カワシンジュガイの生息環境保全に関する研究

担当科名：企画課・流域保全科（東北大）

研究期間：平成19年度～20年度

区分：外部資金（公益信託増進会）

研究目的

カワシンジュガイ（環境省RDB, VU種）は、かつては北海道～本州の里地里山の河川で見られた大型の淡水産二枚貝だが、急速に生息数が減少している。この貝は、幼生がサクラマス幼魚に寄生しないと生存できないため、その保全には宿主となる溪流魚も生息できる良好な森林溪流が必要である。本研究では、カワシンジュガイの生息環境条件を明らかにするとともに、安定同位体分析によりカワシンジュガイの食性を明らかにし、その生息に関わる河畔林の貢献度について明らかにする。

研究方法（調査地概要や調査方法）

●調査地

道央圏域におけるカワシンジュガイ生息河川として以下の2河川で調査を実施した。

A川：流域面積561km²（生息危険河川）

B川：流域面積72km²（安定生息河川）

●調査項目・分析方法

1. 分布密度調査

調査対象河川内の生息地点において生息密度とサイズ構成を計測した。

2. 生息環境調査

①流速、②水深、③水温、④河床礫組成、⑤植生カバー、⑥植生の根系の有無、⑦倒木ダムの有無、⑧宿主（サクラマス）密度を調査し、同一区間におけるカワシンジュガイ生息密度との対応関係を解析した。

3. カワシンジュガイの餌資源の解明

各河川の調査地点において、貝、礫上の付着藻類、流下粒状有機物を採取し、炭素・窒素安定同位体を測定した。

4. 道内の生息情報の把握

アンケート調査により過去の生息情報を整理した。

研究成果

道央圏の生息地におけるカワシンジュガイ分布密度の実態

表1. 各調査地点におけるカワシンジュガイ生息状況

河川名	地点	貝総数	密度	
			(/m)	(/m ²)
A	A	0	0	0
	B	3	0.06	0.02
	C	9	0.18	0.04
	D	133	2.66	0.56
	E	78	0.87	0.21
B	A	208	4.2	0.57
	B	945	18.9	6.5
	C	6161	123.2	20.5
	D	844	16.9	5.7

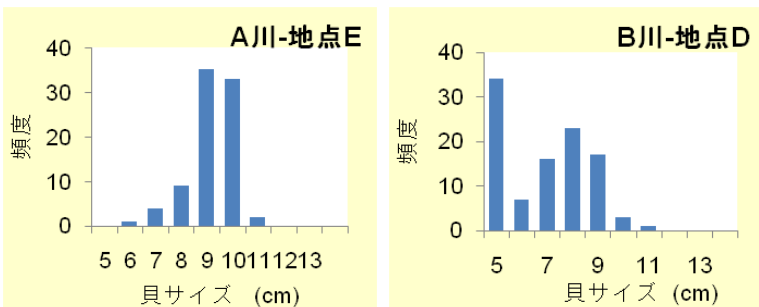
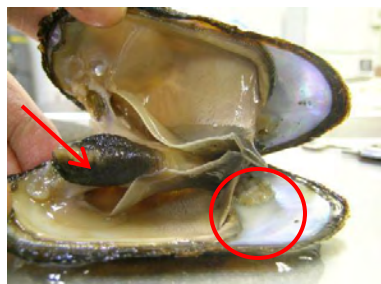


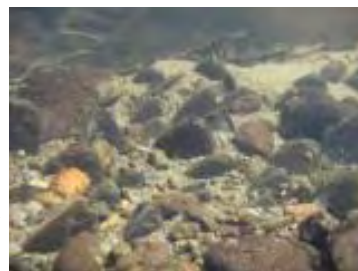
図. 各河川調査最上流地点における貝サイズの頻度分

A川では最も生息密度の高い地点で0.56個/m²に留まったのに対し、B川では20.5個/m²が確認された。貝サイズの分布も、A川では殻長9～10cmに集中し、若齢個体がほとんど見られなかったのに対し、B川ではほぼ正規分布を示し、若齢個体の存在が確認された。またB川で確認された5cm程度の個体は、殻の形態からアメマス寄生型の「コガタカワシンジュガイ」である可能性が示唆された。



←写真1. 同位体分析に用いた部位。
丸で囲んだ範囲が閉殻筋(貝柱), 矢印で示した部位が足。

写真2. 現地の生息状況→



(引用等の著作権法上認められた行為を除き、林業試験場の許可なく引用、転載及び複製はできない)。

安定生息河川と生息危惧河川における生息環境の特徴

GLM（一般化線形モデル）解析：

①流速，②水深，③水温，④河床礫組成，⑤植生カバー，⑥植生の根系の有無，⑦倒木ダムの有無，と，カワシンジュガイ生息密度との対応関係を解析した。

安定生息河川

変数	係数	SE	P値
切片	66.228	8.087	<0.0001
根系(ない場合に)	-51.797	8.690	<0.0001
カバー(ない場合に)	20.551	6.886	0.003
シルト%	5.128	1.273	<0.0001
砂%	3.655	0.520	<0.0001
大礫%	-0.306	0.067	<0.0001
川岸からの距離	-5.855	2.357	0.013

生息危惧河川

変数	係数	SE	P値
切片	0.378	0.271	0.163
カバー(ない場合に)	-0.321	0.098	0.001
倒木(ない場合に)	-0.936	0.100	<0.0001
水深	0.023	0.004	<0.0001
流速	0.005	0.003	0.065
岩盤%	0.004	0.003	0.113
砂%	0.004	0.002	0.033
小礫%	0.006	0.002	0.008

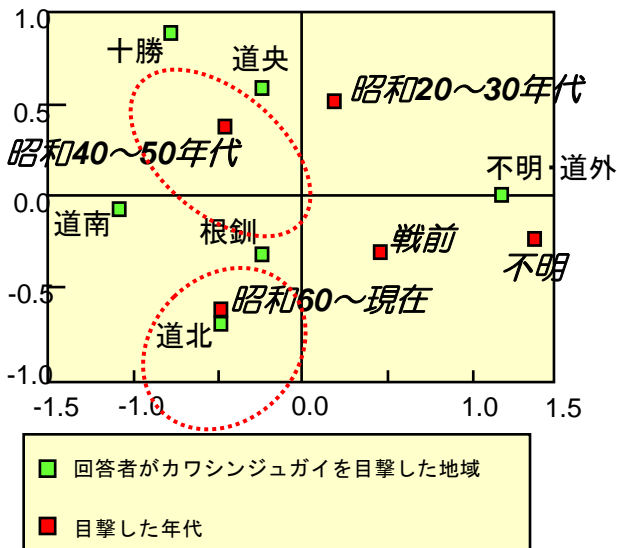
カワシンジュガイの生息には、

●根系（プラス効果），カバー（±あり），倒木（プラス効果），などの
河畔植生がつくる生息場
との対応関係がみられた。

既存事例では底質に明瞭な選好性はみられない、

との報告もあったが（酒井ほか），
●砂（%）との対応関係が示唆された。

アンケートで得られた北海道におけるカワシンジュガイの生息情報



- ・会場アンケート法により調査を行った。
- ・合計30回の調査で現在までに513名から回答を回収した。
- ・301名（回収総数の59%）が「カワシンジュガイを知っている」と回答，うち239名（47%）が「見たことがある」，さらに159名（31%）が「採ったことがある」と回答した。
- ・目撃経験のある239名からカワシンジュガイ生息地と目撃年代の情報を得た。

・全道各圏域で確認情報を得たが，目撃年代には地域差があり，道央・十勝圏域では昭和20～50年代以前と古いのに対し，根釧・道北圏域では昭和60年代以降現在も目撃しているという回答が多く見られた。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

○長坂晶子・長坂 有（2009）淡水産2枚貝カワシンジュガイはどのような生息環境を必要とするか，第56回日本生態学会。

ヒグマとのあつれき回避のための研究 ーヒグマ出没ハザードマップ作成に関する研究ー

担当科名：資源解析科・企画課・防災林科・道南支場（環境科学研究センター）
研究期間：平成20年度～22年度 区分：重点領域（環境研主管）

研究目的

ヒグマは北海道の豊かな自然環境を象徴する野生動物であるが、人間とのあつれきは増加の一途をたどっており、ヒグマの捕殺数も増加している。現状ではあつれきを減らせなければならず、健全なヒグマ個体群を維持することも困難になる恐れがある。効果的な防除法の確立と普及のためには、ヒグマの出没と被害の発生に關与する環境要因を明らかにする必要がある。本研究では、北海道におけるヒグマの保護管理施策を効果的に実施する上で必要な、モニタリング及びあつれき回避の効果的な実施手法を明らかにすることを目的とする。

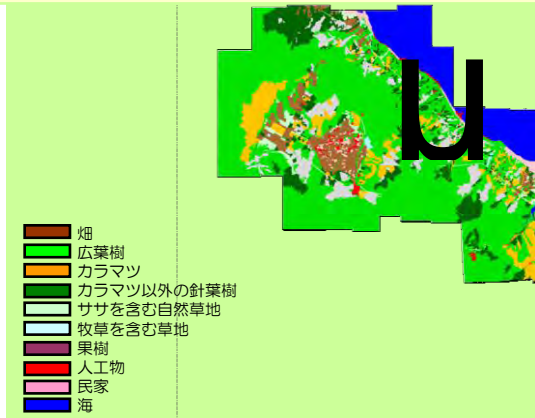
研究方法（調査地概要や調査方法）

- 高精度土地利用データの整備
 - ・渡島支庁管内森町を調査対象地とし、空中写真判読と現地調査により、森林・農地域の詳細な植生図レイヤーを作成する。
- ミズナラ堅果豊凶予測技術の確立
 - ・渡島半島20カ所において結実豊凶調査（H14年～継続中）を行う。

- 結実調査と豊凶予測の実践活動
 - ・参加団体（NPO法人北の森と川・環境ネットワーク、NPO法人森の仲間たち、黒松内プナセンター）の活動地域内でモニタリング地を選定し、豊凶予測の技術指導を行う。

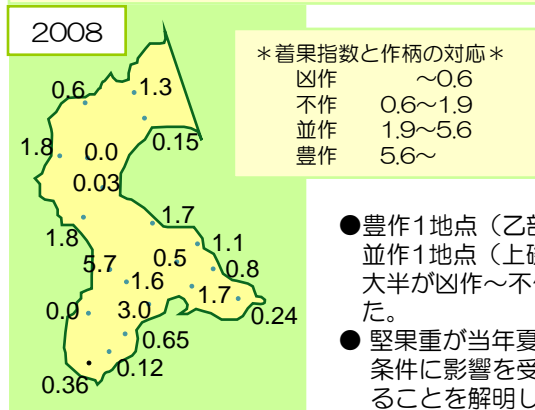
平成20年度の研究成果

高精度土地利用データの整備



- 森町の約3分の2の範囲について植生図を作成した。

ミズナラ堅果豊凶調査（2008年）



- 豊作1地点（乙部）、並作1地点（上磯）で大半が凶作～不作だった。
- 堅果重が当年夏の気象条件に影響を受けていることを解明した。

結実調査と豊凶調査の実践活動



- 函館市内のプナ林・ミズナラ林にシードトラップを設置し調査手法について指導した。

- 試料回収後、道南支場において試料処理とデータ整理について指導し、平成20年度の作柄を判定した。（写真はNPO法人北の森と川・環境ネットワークHPより転載）

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

○長坂晶子ほか（2008）ヒグマの生息地利用解析を目的とした植生図作成の試み、2008年写真測量学会北海道支部学術講演会。
○今 博計ほか（2009）ミズナラ豊凶を引き起こす気象トリガーの検証、第56回日本生態学会。
ONPO法人北の森と川・環境ネットワークHP：<http://www2.odn.ne.jp/grnet/monitoringmenu.htm>

海岸流木のリサイクルに向けたシステム提案

担当科名：森林環境部主任研究員（林産試験場）

研究期間：平成19年度～21年度

区分：外部資金

（林産試主管，環境省科学研究費）

研究目的

海岸における流木のゴミ問題の解決のためには、海岸流木の発生のパターンを明らかにし、リサイクルシステム構築する必要がある。そこで、本研究では①流木の発生メカニズムを解明し、流木発生量の推定方法を明らかにし、②塩分を含む流木の処理技術を開発し、③リサイクルフローを促進するための法的整理と政策提言を行なう。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地：広尾川，十勝川，沙流川，石崎川

調査項目や分析方法について

・河道内の流木把握と移動量調査（広尾川，石崎川）

・ダムにおける流木捕捉量に及ぼす影響調査（十勝ダム，札内川ダム，二風谷ダム）

平成20年度の研究成果

表-1. マーキングした流木の概要と移動パターン。（）は河口に達した流木を除いた値

調査区間	調査本数	流木の平均長さ	流木の平均直径	流木の移動要因の24時間降水量	移動した流木の割合	移動先が確認された流木の平均移動距離
広尾川	332	7.7m	22cm	146mm	32%	1610m(887m)
石崎川	254	5.3m	22cm	159mm	60%	1586m

表-2. ロジスティック回帰分析により得られた流木の移動確率に影響を及ぼす説明要因の係数（値が小さくなるほど移動しにくいことを意味する）

	広尾川	石崎川
流木の長さ	-0.083*	-0.319*
流木の直径	-0.04*	—
腐朽度	ほとんど	-1.351*
	半分	—
	わずか	—
	なし	0*
根の有無	—	—
水面からの比高	-1.303**	—
水際からの距離	-0.073*	-0.117**
定数	2.296**	3.607**

* : P<0.05, ** : P<0.01, — : NS

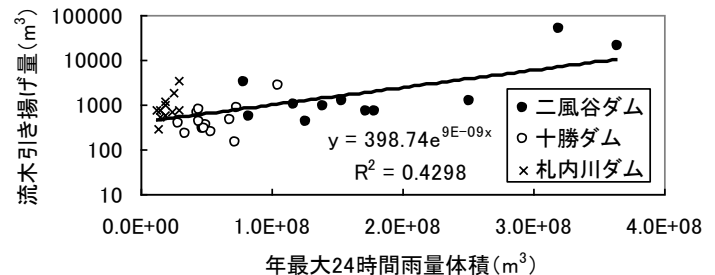


図-1. 各年の降水量とダムでの流木捕捉量の関係

1. 流木の発生メカニズムの解明

石崎川では大雨により移動した流木の割合，移動距離ともに広尾川に比べて大きかった（表-1）。両河川とも，流木の長さ，水際からの距離が小さくなり，腐朽がないほど流木が移動しやすかった（表-2）。

2. 流木発生量の推定方法の解明

各ダムの流域に降った雨量と流木の捕捉量の関係はダムにより異なったが，全体を込みになると一定の関係で表すことが出来た（図-1）。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

○斎藤直人ほか（2008）平成19年度廃棄物処理等科学研究報告書，162pp

樹木根系を利用した道路のり面の崩壊防止技術の開発

担当科名：森林環境部主任研究員（株）北海道技術コンサルタント、北海道三祐株式会社
研究期間：平成20年度～22年度 区分：民間共研

研究目的

道路法面では大雨や土壌の凍結融解などにより、表層崩壊がしばしば発生している。現状では浸食防止のため張り芝や牧草の吹き付けなどが行なわれているが、それらの草本のみでは浸食防止には役立ってても、表層崩壊の防止には効果が小さい。さらに、周囲の自然景観との違和感も大きい。そこで、樹木を導入し、根系の表層崩壊防止効果を発揮させ、景観性の向上を図ることが期待される。本研究では道路法面への樹木の導入方法を明らかにし、根系による崩壊防止効果を定量化することを目的とする。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

切土法面試験地（光珠内実験林）
盛土法面試験地（当別町）
道路法面植栽試験地（土幌町）
斜面吹き付け試験地（新十津川町、浜中町）

調査項目や分析方法について

植栽後の活着状況調査（土幌町）
斜面吹き付け試験地での根系分布調査（新十津川町、浜中町）

平成20年度の研究成果

1. 法面の造成試験

表－1. 法面造成試験と木本種子吹き付け試験の概要

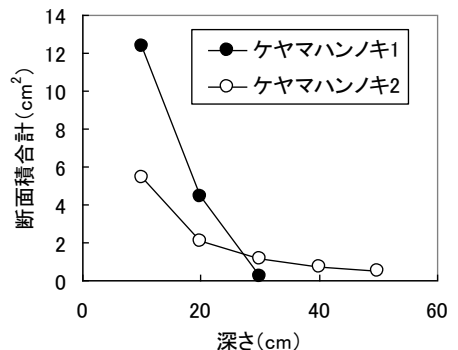
試験地名	場所	斜面方位	傾斜	吹付厚	設置試験区
切土	美唄市	南南東～南東	40°	5cm	森林表土、心土、心土&土壌改良剤、1年草混合
盛土	当別町	南南東	35°	3cm	森林表土、心土、心土&土壌改良剤、種子のみ

2008年11月に切土法面（美唄市）、盛土法面（当別町）の2箇所試験吹き付けを行った（表－1）。両試験地ともタニウツギ、クロミサンザシ、ヤマハマナス、カラコギカエデ、オオカメノキ、ヒメヤシャブシ、ミヤマハンノキの混合種子を吹き付けの基盤材に混合した。基盤材には林床表土（埋土種子からの発芽を期待）、心土（表土に対するコントロール）、心土+ファインピート（保水力向上）を用いた。切土試験地では早期緑化と2年目以降の衰退を期待する1年生牧草種子を混合する処理、盛土試験地では基盤材を用いず種子のみを吹き付ける処理も行った。

2. 法面への樹木導入試験

表－2. 道路法面へのポット苗造成試験の概要

	カラコギカエデ	ハマナス
植栽本数(11月)	60	120
生残数(12月)	60	106
生残率(12月)	1	0.883
平均樹高(cm; 12月)	6.2	6.8



図－1. 吹き付け後5年経過後の根系分布

2008年11月に土幌町内に造成中の道路法面にカラコギカエデとハマナスのポット苗植栽試験地を造成した（表－2）。新十津川町内の急傾斜地の治山施工地に吹き付けと同時に侵入したケヤマハンノキでは、深さ30cm～50cmまで根の分布が確認され（図－1）、崩壊防止効果を発揮しつつあった。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

台風による森林被害（風害）を軽減するための 森林整備技術の開発

担当科名：防災林科・森林環境部主任研究員・資源解析科・道南支場
（北方建築総合研究所・北海道大学）
研究期間：平成18年度～20年度 区分：重点領域

研究目的

北海道においては、過去3年の間に台風による大規模な森林被害が頻発したが、地球温暖化など気候変動に伴う台風の大型化、上陸頻度の増加傾向など気象環境の変化によって、森林の強風被害が頻発する恐れも生じており、森林の強風被害を軽減するための要素技術が必要とされている。そこで本研究では、台風による森林被害を軽減するため、主要造林樹種（カラマツ、トドマツ）および都市林について、風害リスクの低減を目指した要素技術（密度管理図、ハザードマップなど）を開発する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

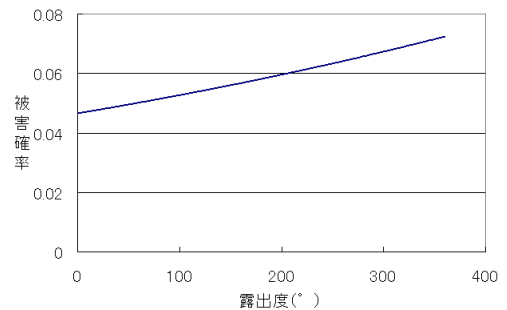
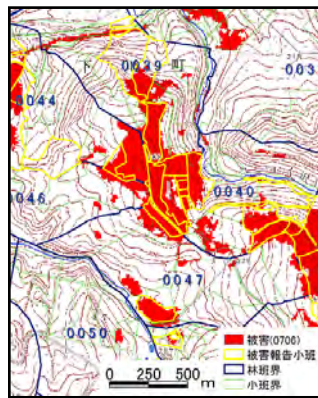
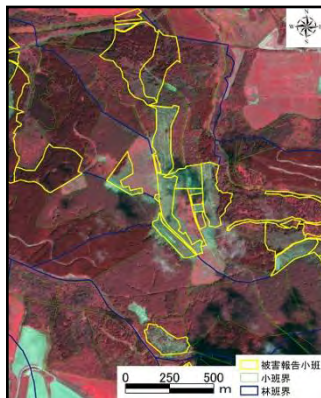
- ・衛星画像による被害林分の把握
- ・立木の引き倒し試験
- ・地形モデル風洞実験
- ・林分調査

調査項目や分析方法について

- ・衛星画像を利用した被害林分抽出のための画像解析を行った。
- ・立木に荷重を加え、幹の傾きと根返った時の最大荷重を記録する。
- ・地形モデルを用いて、台風時の風況を再現した。
- ・被害林や無被害林の調査を実施した。

研究成果

1. 森林立地環境および被害要因の解析



図－1. 衛星写真（下川町）からの森林被害域の抽出例.

図－2. 露出度と被害確率の関係.

森林被害域（図－1）とGISから得られる情報を用いて要因を解析を行った結果、露出度が高く、主風向に面した斜面で被害を受けやすい傾向が示された。図－2に露出度の解析例を示す。この図では、相対的な被害の受けやすさ（被害確率が高い方が被害を受けやすい）を縦軸に、露出度が横軸に示してある。

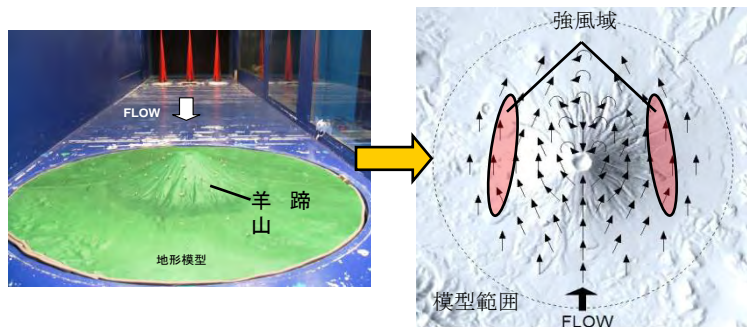


図-3a. 地形モデルも用いた風洞実験.

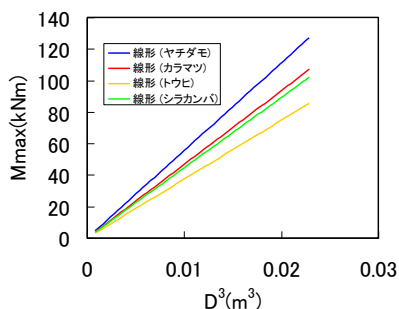
模型の縮尺は1/9000, 山の側面に強風域が発生する。台風時には, 台風の通過にともなう風向の変化により, この強風域も変化する。



図-3b. 都市林の環境に関する風洞実験

実験結果から, 街路内の風が強くなる条件は, 建坪率が小さく建物密度が低い場合, 建物の高さが低層が高層で一定の場合であることが示された。

2. 森林の耐風性に関する検討



根返りが発生するときの回転（倒伏）モーメントは, ほぼ胸高直径Dの3乗に比例した。直径の肥大成長を促すことで, 強風に対する根返り抵抗力が急激に増加することが示唆された。また, その抵抗力は, 樹種により差違があり, 大きい順にヤチダモ>カラマツ>シラカンバ>ヨーロッパトウヒとなった。

図-4. 立木の引き倒し試験における回転（倒伏）モーメントと胸高直径D3乗の関係。

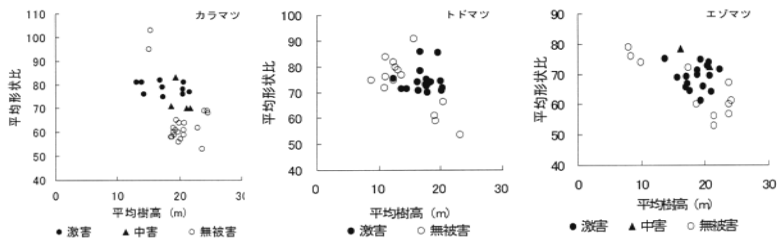


図-5. 形状比と被害林分および無被害林分の関係。

樹高が低い林分は, 風害抵抗性が高いため, 平均樹高の低い林分を除くと, 無被害林の平均形状比（樹高/胸高直径）は, カラマツでは70未満, トドマツでは67以下, エゾマツでは61以下となった。

3. 風害リスクの低減を目指した技術指針の作成

形状比の上限の目安として, カラマツとトドマツでは70, エゾマツは60を設定し, それぞれこの上限を超えないような林分管理指針を作成した。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 菅野正人ら(2005)衛星データを利用した2004年台風18号による民有林の風倒木被害把握, 日林学術講 116:442.
- 阿部友幸ら(2006)台風18号(2004)により北海道の森林が受けた被害(風倒害)~被害把握と要因解析~, 日林北支論 54:151-155.
- 阿部友幸(2006)2004年台風18号による森林風倒被害に関する調査研究, 第39回林業技術シンポジウム講演集, 20-29.
- 佐藤創(2006)2004年台風18号による風倒木被害の要因, 光珠内季報 143
- 菅野正人(2007)ALOS衛星による下川町民有林の風倒被害解析と被害把握への活用, 日林学術講 118:9.
- 阿部友幸(2007)北日本における暴風の再来周期と風向, 日林講118:561.
- 菅野正人(2008)ALOS衛星による下川町民有林の風倒被害の再把握, 日林学術講 119:58.
- 鳥田宏行(2008)強風による森林被害の危険度予測, 第57回日本森林学会北海道支部大会発表.
- 浦田格ら(2008)風害を軽減するための針葉樹人工林の林分管理指針, 第57回日本森林学会北海道支部大会発表.
- 堤拓哉ら(2008)2004年台風18号における羊蹄山麓の強風発生特性について, 日本建築学会北海道支部論文集 81:31-34.
- 鳥田宏行(2009)カラマツの風害に関する力学的評価, 日本林学会誌 91:120-124.

外来種ニセアカシアの管理技術の開発

担当科名：防災林科・保健機能科・育林科・資源解析科（北海道工業大学）
 研究期間：平成20年度～22年度 区分：重点領域

研究目的

北海道に広くみられる外来種ニセアカシアは、最近、環境省によって要注意外来生物に指定され、北海道の外来種リストでもカテゴリーAにランクされた。ところがニセアカシアは養蜂業の主要蜜源植物であり、そのミツバチは農作物の受粉にも大きく寄与だけでなく、北海道民にも広く親しまれている。しかし、ニセアカシアの管理方法や取り扱い指針は現在のところない。そのため、駆除方法だけでなく、合意形成を図る場合に必要となる基礎情報や、ゾーニング方法に関する研究が必要とされている。

研究方法（調査方法）

調査地と調査方法

1. 管理方法の検討

萌芽能力（幌向川・空知川），埋土種子（林試構内での埋土試験等），分布域と土地利用を調査（札幌市三角山・旭山・円山・藻岩山地域）

2. 合意形成のための基礎情報収集

人工林の種組成調査（日高地域），水生生物への給餌試験と河川生態系調査（余市町畚部川）

3. ゾーニング方法の検討

養蜂業者へのアンケート調査（北蜂協を通して会員へ調査票を送付），フェノロジーを利用した分布域の推定（札幌市旭山・円山・藻岩山地域），パラグライダーによる航空写真判読（余市町畚部川）

平成20年度の研究成果

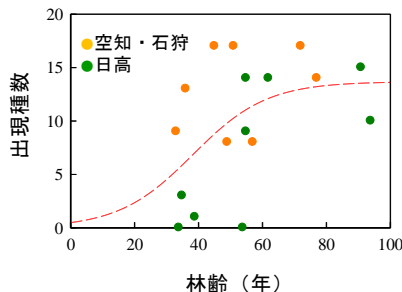


図-1 ニセアカシア人工林における下層植物の出現傾向

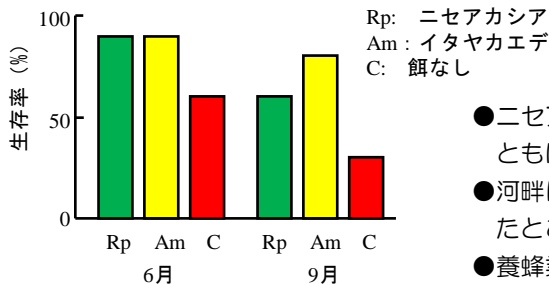


図-2 餌によるトビケラの生存率の比較

6月採取と9月採取の葉をトビケラに与えた結果

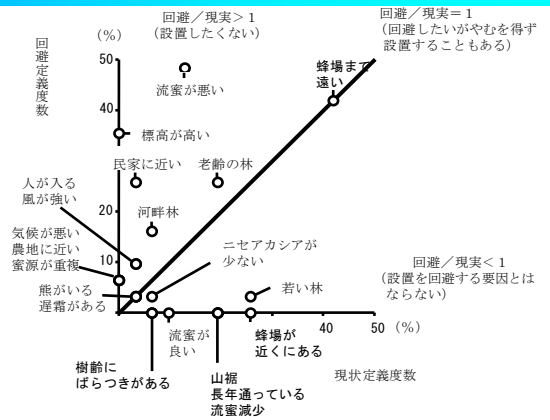


図-3 蜂場の回避条件

- ニセアカシア人工林内には多様な在来植物が生育し、林齢の増加とともに出現種数が多くなる傾向が認められた（図-1）。
- 河畔における落葉の供給が水生生物に与える影響を給餌試験で確認したところ、季節によって生存率が異なることが分かった（図-2）。
- 養蜂業者へのアンケートを集計したところ、蜂場の回避条件として、農地・民家に近い、蜜源が重複する、河畔林などの要因があげられた（図-3）。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 5th International NEOBIOOTA Conference on Biological Invasions in Prague (2008)
- 第57回日本森林学会北海道支部会
- 第56回日本生態学会盛岡大会
- 森林立地50巻125-132p,
- 日本森林学会誌91巻42-45p,
- 『ニセアカシアの生態学（文一総合出版）』（分担執筆）
- 光珠内季報 154（印刷中）
- Journal of Forest Research 14巻（印刷中）

土石流に対する樹木根系の抵抗作用に関する研究

担当科名：防災林科（明治コンサルタント株式会社）
研究期間：平成 20 年度 区分：民間共研

研究目的

土石流に対する森林の緩衝機能を評価するため、樹木根系の支持力を明らかにする。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地：函館市富浦町番屋川流域内の森林
対象樹種：スギとシラカンバ

調査項目や分析方法について

試験方法：立木の引き倒し試験

研究成果

立木の引き倒し試験は、ワイヤーを立木に掛け、重機で牽引して行われた（写真－1，2）。主な試験結果を以下に示す。①立木の回転モーメントは、急激に上昇して根元の傾きが 10° 前後で最大値に達することが示された（図－1）。②最大回転モーメントは、胸高直径DBHの2～3乗に比例する（図－2，3）。



写真－1. スギの引き倒し試験。

幹の撓みが根系の抵抗力の評価に与える影響を回避するため、ワイヤーをかける位置は、高さ1mとした。



写真－2. シラカンバの引き倒し試験。

幹の撓みが根系の抵抗力の評価に与える影響を回避するため、ワイヤーをかける位置は、高さ1mとした。

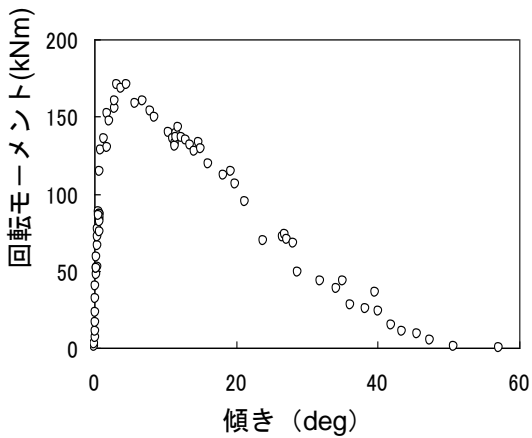


図-1. 根元の傾きと回転モーメントの関係.

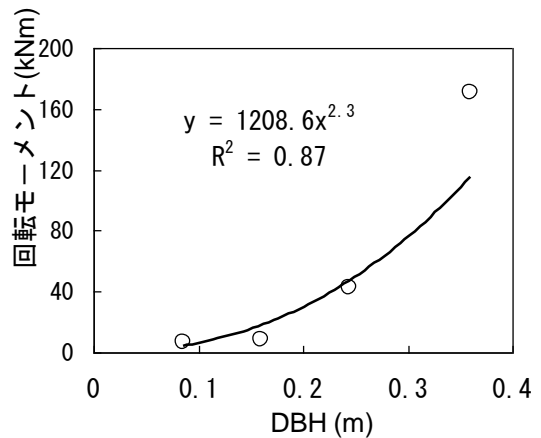


図-2. スギのDBHと回転モーメントの関係.

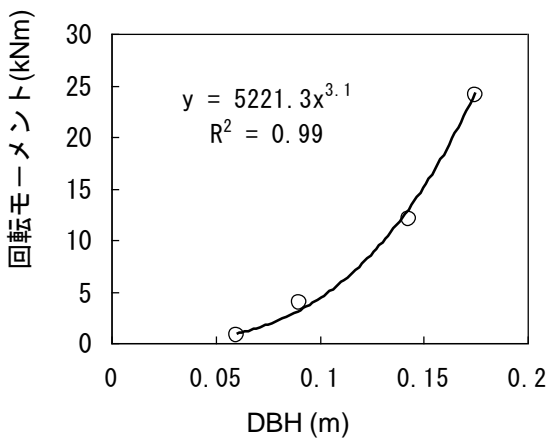


図-3. シラカンバのDBHと回転モーメントの関係.

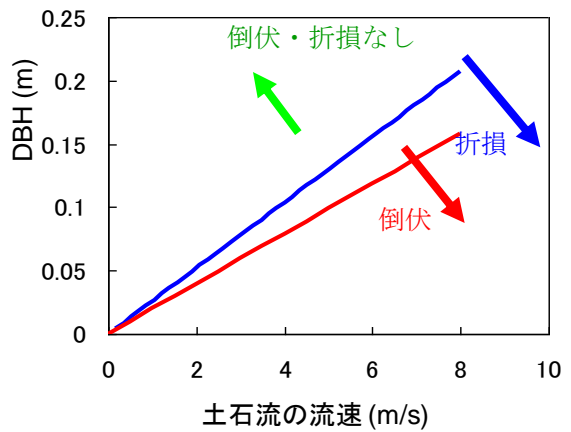


図-4. 土石流の流速に対して倒伏・折損が生じないためのスギ立木のDBH.

土石流の流速に対して被害を受けないために必要なスギ立木のDBHの推定結果を図-4に示す。図-4の推定では、幹の形状を円柱（抵抗係数1.2）とし、土石流の流動深を2m、体積密度1650 kg/m³、曲げ強さ30MPaとして計算した。

研究成果の公表（文献紹介や特許など）



広葉樹林化のための更新予測及び誘導技術の開発

担当科名：防災林科，育林科，鳥獣科

研究期間：平成19年度～23年度

区分：外部資金（森林総研主管，
農林水産省「新たな農林水産政策

を

研究目的

一斉人工林における広葉樹林化の適地判定基準を策定するため，施業履歴，林分配置など条件が異なる一斉人工林において，広葉樹の天然更新の現状把握を行い，天然更新の適地に関する判定項目及びその基準値などを開発し，適地判定基準を明らかにする。また，天然更新を促進させるため，上木制御による更新樹の定着・成長促進技術や散布動物を活用した天然更新促進技術を開発する。こうした結果を整理し，更新検証システムの開発，誘導施業モデルの作成を行う。

研究方法（調査地概要や調査方法）

●広葉樹林からの距離の影響評価

トドマツ人工林と隣接する天然林に，種子トラップ100基を設置し種子散布量を測定するとともに，人工林内に分布するブナ科樹種の実生の位置を測定した。

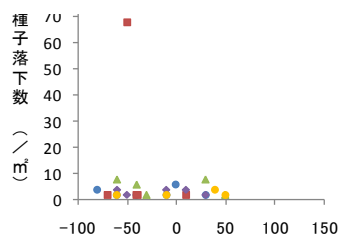
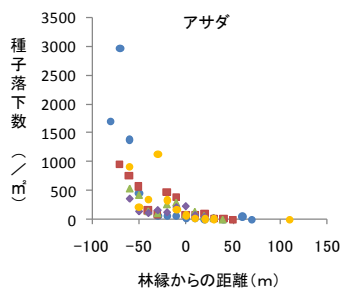
●樹高成長特性の評価

光環境に対する樹種ごとの樹高成長特性を評価するため，トドマツ人工林に更新した広葉樹6種の稚樹（235個体）を対象に，個体上の相対光量子束密度，当年伸長量を測定した。

平成20年度の研究成果

・人工林内の種子散布量および実生分布は，広葉樹林からの距離に影響を受けていたが，その傾向は種子散布型により異なっており，広葉樹林からの距離の評価は，散布型ごとに行う必要があることが示された。

・旺盛な伸長成長を示した相対光量子束密度の上限値は樹種間で異なり，イカリガテで10%，ハギリとツナギで15～20%，材片とミズナラで40%であった。したがって，稚樹の更新スピードを速めるためには，更新稚樹の種類に応じて林内の相対光量子束密度を調節することが必要である。



天然林 ← 林縁からの距離 (m) → トドマツ林
図1 林縁からの距離と種子散布数の関係

●ミズナラとカシワ母樹は境界域に分布，クリとコナラは母樹なし

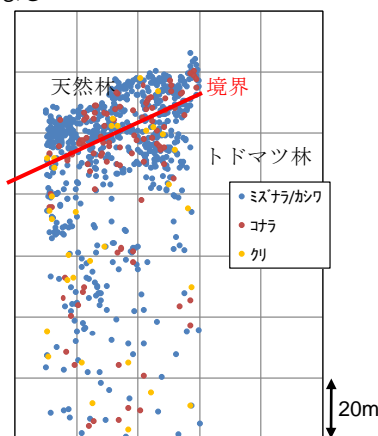


図2 人工林内のブナ科実生の分布

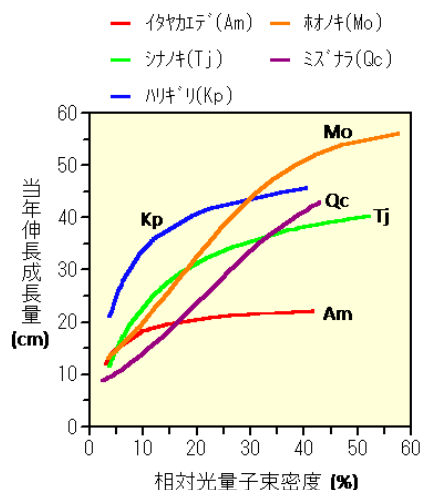


図3 相対光量子束密度に対する当年伸長成長量の予測値

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

成果の公表状況（論文，学会発表，その他）

<学会発表>

- 幼齢人工林におけるエゾシカ食害の発生状況とエゾシカ生息密度指標との関係，日本哺乳類学会2007年度大会
- 北海道中央部における二次林とこれに隣接するトドマツ人工林の埋土種子組成，第120回日本森林学会大会
- エゾアカネズミによるミズナラ堅果の分散，第120回日本森林学会大会

河畔林再生技術の改善と河畔整備マニュアルの開発

担当科名：流域保全科・企画課・資源解析科（水産孵化場）
 研究期間：平成19年度～20年度 区分：重点領域

研究目的

近年、河畔林の生態学的機能に関する理解が深まるにつれて各地で河畔林造成活動が展開され始め、地域特性や立地条件に応じた造成手法の確立が求められるようになった。また、河川生物への配慮から、河畔林造成と木製構造物のセットによる溪流環境整備等も実施されており、その効果検証や工法の改善も要望されはじめた。そこで本研究では、これまで道内各地で行われてきた河畔林造成事例や溪流工法の効果を再検証し、陸域と水域の連続性に配慮した河畔整備マニュアルを作成する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

- ・積丹川：1996～1997年河畔再生工事区間
- ・西別川：1994～2004年河畔林造成地
- ・当別川支流：1996～2002年河畔再生試験地

調査項目や分析方法について

- ・河畔林造成後約10年の生育状況と立地環境
- ・河畔再生区間における溪流魚の生息状況と環境変化
- ・空中写真、GISによる河畔変遷履歴の解析

研究成果

1. 河畔林造成事例の検証、更新方法の改善

●積丹川（植栽後11年経過）

- ・1996年に再改修した積丹川の堤防斜面、高水敷に混植された広葉樹8種のうち、ヤチダモ、ハルニレ、サワグルミは毎年数回の洪水をうける高水敷にも生残できることが確認された（図-1上段）。
- ・夏期に適潤～乾燥条件となる堤防斜面ではハルニレ、オニグルミが樹高4～5mに達し（図-1下段）良好な被陰を形成し始めているが、他種を被圧もしており、多様な樹種の混生する河畔林再生のためには、群状混植を試みる必要性が示唆された。

●西別川（植栽後8～10年）

- ・草地跡地に造成された植栽地において立地環境と生育状況を調べたところ、生育不良と土壌硬度の対応関係は不明瞭だったが、地下滞水をとともう過湿条件下では、ヤチダモやドロノキの生育が比較的良好だったのに対しハルニレが生育阻害を受ける例がみられた。排水不良を改善するためにも耕耘地ごしらせが必要と考えられた。

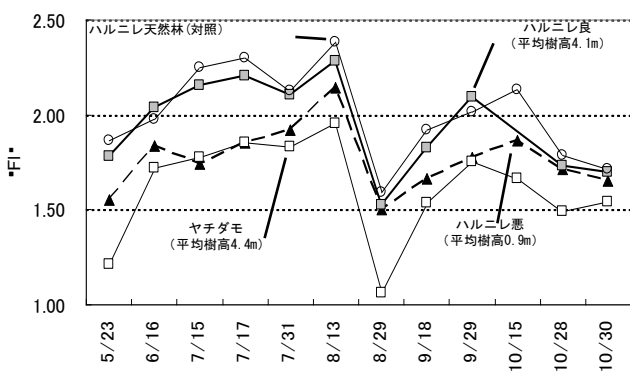


図-3 草地跡地に植栽された樹木の土壌水分環境生育期の土壌水分を示す。8/29は雨天時

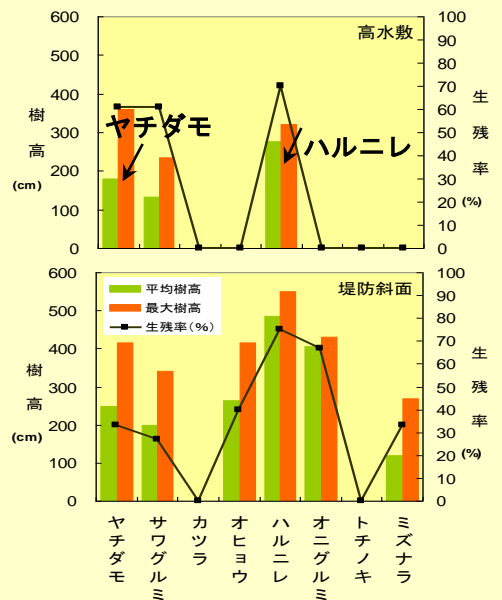
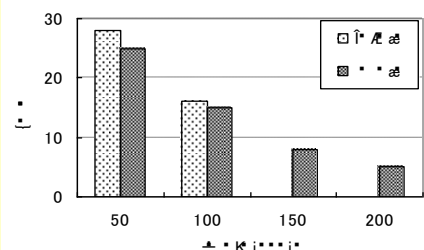


図-1 広葉樹8種の生育状況（植栽後11年目）

●一番川の天然更新事例（盛土試験）

- ・実生の発芽2年目から草刈を実施すると、天然更新したカツラは4～5年生時に草丈を脱し1.5～2mまで成長した。



図。盛土地に更新したカツラの樹高階別頻度分布

2. 水生生物に配慮した河川構造物の評価

◆積丹川の事例（1996年再改修）

・施工11年経って、河道内にはヤナギによるカバー（隠れ場）が形成され、改修前に比べて水温勾配（単位距離あたりの温度変化）が小さく抑えられていることが明らかになった。

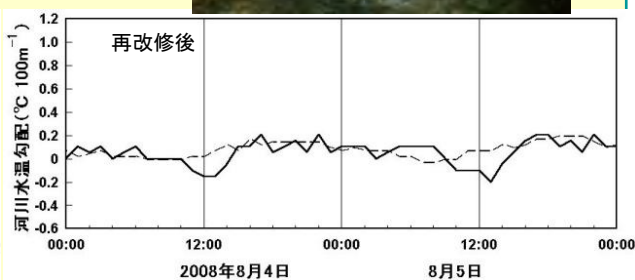
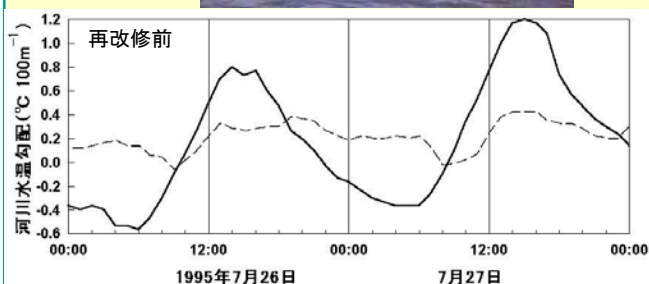
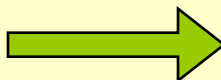
1995

（再改修前）



2007

施工11年後



夏季の最高気温時における再改修区間（実線）と天然林被陰区間（破線）の水温勾配

・ログダム造成区間において施工時に投入した砂礫は流出し産卵床は確認されなかったが、深い淵はサクラマス、アメマス親魚の生息場として機能した。ログダムの丸太は12年経過後もほとんど腐食しなかった。

◆一番川の事例（1997年再改修）

・木製工作物の設置により瀬一淵地形が形成された。また、ログダム設置箇所における倒流木の堆積により、溪流魚（サクラマス、ニジマスなど）の生息場となる複雑な淵ができるとともに、上流側では土砂が捕捉された。

1996年

2008年

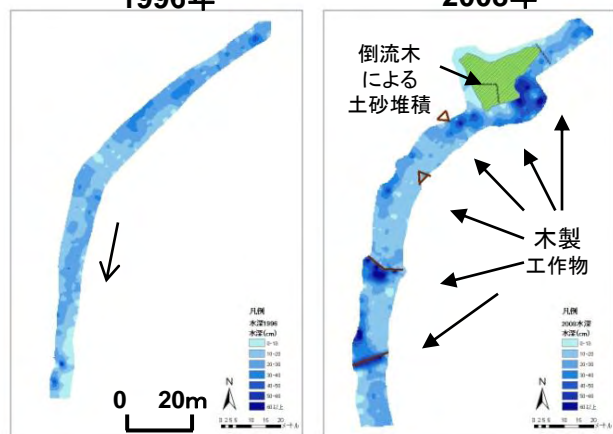
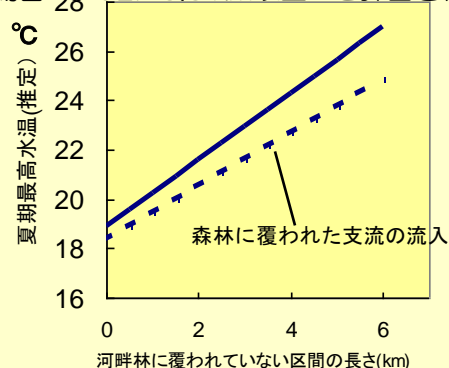


図-6 木製工作物設置による一番川の河道変化
色が濃いほど水深が深いことを示す

3. 連続性を考慮した河畔林配置指針

・道内6地域（全12水系）合計約80地点の水温観測データを用い、夏期最高水温の推定モデルを作成した。推定水温と河畔林に覆われていない河道区間の長さOCLとの関係を単回帰すると、森林に覆われた支流が流入した場合、傾きが小さくなり、冷却効果があることが示された。

・サクラマスの摂餌停滞を招く水温24℃に達するのは、①支流による冷却効果がない場合：OCL>4 km以上、②支流による冷却効果がある場合：OCL>5.5 km以上と算出された。



研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 長坂 有（2007）「川づくりのための河畔林ガイド」北海道建設技術センター
- 長坂 有（2009）河畔に植栽された広葉樹の10年間の生育状況,第120回日本森林学会。

木質廃材吹付け斜面における木本緑化技術の開発

担当科名：流域保全科・緑化樹センター主任研究員・管理技術科（有限会社フイーマ）
 研究期間：平成18年度～20年度 区分：民間共研

研究目的

現在、緑化施工の現場では環境への負荷を少なくする考え方が主流となってきており、施工現場から廃棄物を出さず、外来植物を可能な限り導入しない工法が取り入れられるようになってきている。
 本試験では、施工現場で発生した現地伐採木等の廃材を原料とした木材チップを吹付ける緑化工法を施工した斜面において、現場の周辺景観と調和した、北海道に自生する木本植物を導入する技術の開発を目的とする。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地 ポット育苗苗…林試構内
 植栽・吹付け…H18：上土幌町 H19：清水・乙部町 H20：岩見沢市
 材料 生分解性ポットと非分解性ポットを組み合わせた二重ポット、生分解性ポット単独
 使用樹種…H18：ケヤマハンノキ、タニウツギ
 H19・20：コバノヤマハンノキ、ミズナラ、イタヤカエデ

調査項目や分析方法について

- ・養成ポット苗の生育調査（樹高）
- ・植栽時のポットの耐久性
- ・現地に植栽したポット苗の生育調査（樹高・活着率）
- ・吹付けで導入した草本や木本の生育調査（高さ・本数・被度）

研究成果の要約

1. ポット苗の育苗

生分解性素材のポットでの育苗では、ポット素材（ジフィーポット、生分解性ポット、生分解性不織布）による樹高の差はなく、どのポットでも支障なく生育した（写真－1）。

半年の育苗を経た樹高は、コバノヤマハンノキが30cm、イタヤカエデ、ミズナラが5～10cmとなった。

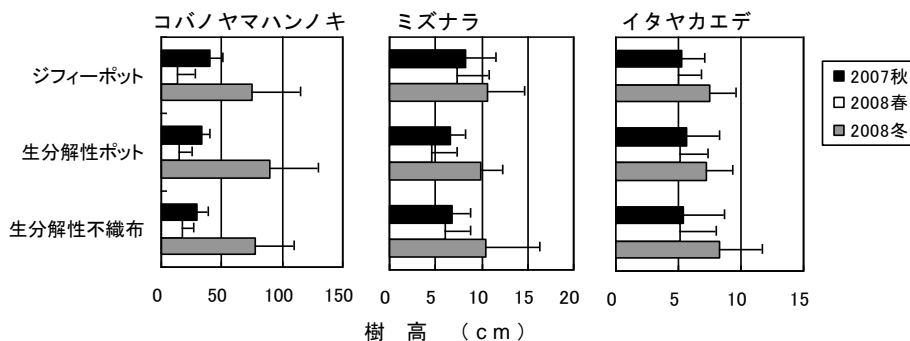


写真－1 二重ポットでの苗の生育状況
 A:コバノヤマハンノキ B:ミズナラ C:イタヤカエデ

2. ポット苗の植栽

生分解性ポットでも植栽時に破損等はほとんど見られず、施工性に問題はなかった。

用いたポットの素材（ジフィーポット、生分解性ポット、生分解性不織布）による樹高の差は各試験植栽地とも見られず（図－1），どの素材でも同程度に生育することが明らかになった。



図－1 乙部植栽地のポットの素材別の樹高（植栽：平成19年11月）

図中の棒は標準偏差

植栽2年後のケヤマハンノキの高さが2mを超えたことから（写真-2），生分解性素材のポットでも苗の根の生育の支障にはならないと思われた。実際に、植栽したポット苗数本の根元を掘って見たところ、ぼろぼろと崩れる程度に分解が進んでいた。

用いた樹種の中では、ハンノキ類（ケヤマハンノキ，コバノヤマハンノキ）では吹付け時に導入した草本類の高さを超えて成長したが，ミズナラやイタヤカエデは草本類の高さを超えられなかった。

3. 現地吹付け試験

導入した草本類は良好に成育し，2年経過した上土幌町では牧草類の本数，高さとも2年目は安定しており，被度もほぼ100%で変わらなかった（図-2）。

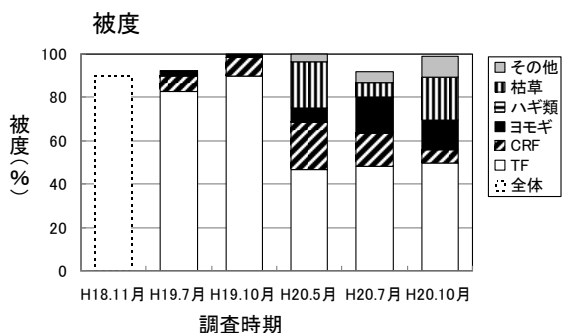
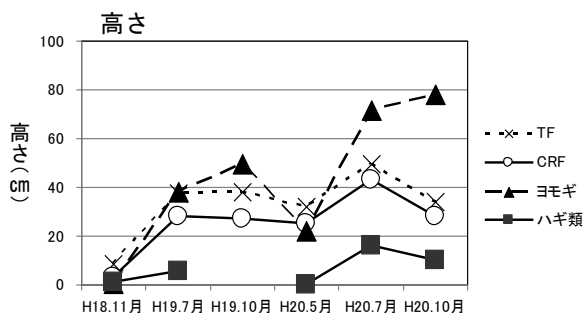
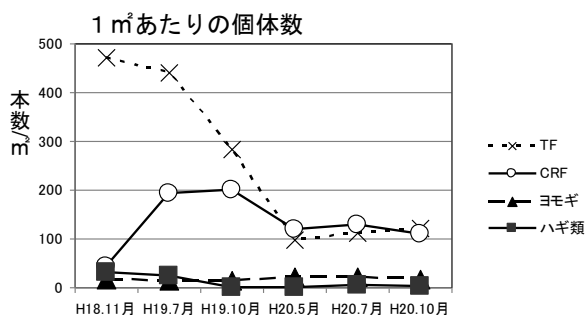


図-2 上土幌試験地の導入草本類の生育
TF：トールフェスク CRF：クリーピングレッドフェスク



写真-2 植栽2年後のケヤマハンノキ
（平成20年10月 上土幌試験地）

4. 播種施工試験

19年11月に乙部町で行った木本種子を混合した吹付けの結果，2区画とも種子からの発芽が見られた（写真-3）が，吹付けで導入した草本類に被圧され20年秋には本数が減少し，高さも数cmだった。



写真-3 発芽したコバノヤマハンノキ
（平成20年8月）

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 平成18年度民間共同研究報告書
- 平成19年度民間共同研究報告書

ハイリスク港指定解除に向けたマイマイガ 密度管理方法の開発

担当科名：森林保護部主任研究員・病虫害科（森林総研・東京薬科大）

研究期間：平成20年度～22年度

区分：外部資金（森林総研主管、
農林水産省「新たな農林水産政策を推進する
実用技術開発事業」）

研究目的

マイマイガは卵塊が船舶に付着し外国に侵入する恐れがあり、函館、八戸、広島などの港はアメリカ合衆国とカナダ両政府から、2007年にハイリスク港として指定され、輸出に障害をきたしている。

港周辺におけるマイマイガを低密度化するため、防除対象地域を確定するとともに、薬剤を使わない防除方法として天敵微生物の導入、物理的防除法の開発、マイマイガ幼虫の食害を受けにくい緑化樹に関する研究を行い、これらの総合化によりハイリスク港指定解除を目指す。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

美唄市林業試験場構内・上美唄

調査項目や分析方法について

- ・雌成虫飛翔距離
- ・フェロモントラップ誘殺範囲
- ・物理的防除方法の検討

平成20年度の研究成果

- ・雌成虫の飛翔距離は平均32m、最小0m、最大140mであった（図-1）。
- ・フェロモントラップによる雄成虫誘殺範囲はトラップからの距離が500～750mの範囲と推定された（図-2）。
- ・樹幹に麻布と不織布を取り付けることで卵塊数が増加した（図-3）。老齢幼虫と蛹でも同様な効果が認められた。

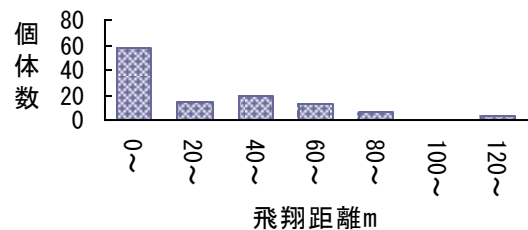


図-1 雌成虫飛翔距離

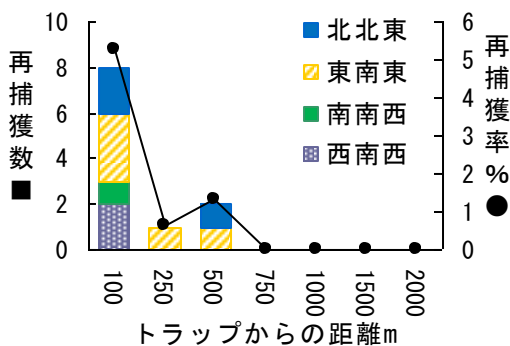


図-2 フェロモントラップの雄成虫誘殺範囲

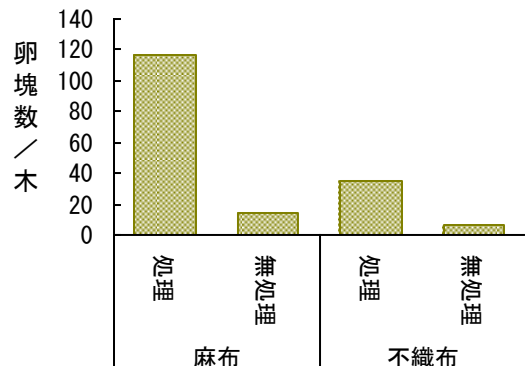


図-3 麻布・不織布処理の効果

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

北海道生物多様性保全モニタリングに関する研究

担当科名：林業経営部主任研究員，鳥獣科，経営科，育林科（環境科学研究センター）
研究期間：平成20年度～22年度 区分：重点領域（環境研主管）

研究目的

生物多様性保全の観点から、生態系のモニタリング手法を確立し、自然再生のための生態系の評価基準を明らかにする。また、一次産業との共生を図り、生態系の規模や構成、空間配置等広域的な自然環境の評価手法を確立する。林業試験場では、天然林や人工林における植生調査の実施に加え、既存の植生調査資料を活用することにより、森林の生物多様性の指標である植物多様性に係わる要因（立地条件、人工林の林齢、上木の疎密度、林床のササの優占度など）を解明する。これらの調査結果や既存の知見を踏まえて、生物多様性の保全を考慮した施業技術を開発する。また、環境科学研究センターとともに石狩低地帯のエゾシカ個体群の生息密度を明らかにするとともに、森林植生に与えるエゾシカの影響評価のためのモニタリング及び生態系評価手法を検討する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

既存の植生調査資料242林分
道有林空知管理区トドマツ人工林22林分
空知支庁管内広葉樹天然林9林分

調査項目や分析方法について

- 1 天然林における植物多様性に関わる要因の解析
- 2 人工林における植物多様性に関わる要因の解析
- 3 エゾシカ個体群の評価及び植物との相互作用に関する研究

平成20年度の研究成果

1 天然林における植物多様性に関わる要因の解析

天然林における樹木および草本の植物多様性に及ぼす気象、地形、林況などの影響について検討するため、今年度は既存の植生調査資料（242林分）を整理した。出現した種子植物の数は638におよび、階層ごとの数は草本層で最も多く、全体の60%以上を占めていた。このことから、森林の種の豊富さという点においては、草本層が重要な役割を担っていることが示唆された。出現した植物のうち43種がレッドデータブックに記載されていた。草本層における植物数と希少種の出現確率の関係について分析を行った結果、林分当たりの草本層の種数が増えると希少種の出現確率が上昇することがわかった（図-1）。

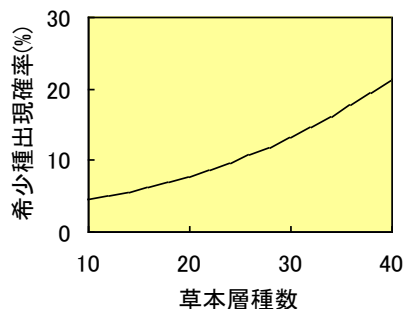


図-1 草本層種数と希少種出現確率との関係（面積400㎡）

2 人工林における植物多様性に関わる要因の解析

空知支庁管内月形町と石狩支庁管内当別町にまたがる道有林空知管理区の一部20.3km²の範囲にあるトドマツ人工林に、20×20mの調査区22箇所（林齢3～75年生）を設定し、毎木調査を行うとともに、道有林の記録から施業履歴を整理した。胸高断面積は30年前後まで増加した後、約40～50m²/haでほぼ横ばいとなっていたが、蓄積は30年生以降も林齢とともにゆるやかに増加していた。初回間伐は24～35年生の林分が多かった。

3 エゾシカ個体群の評価及び植物との相互作用に関する研究

空知支庁管内の広葉樹天然林に20×20mの調査区9箇所を設定し、樹木の枝葉、萌芽、稚樹のエゾシカ食痕及び林床植生の被度を調査した。エゾシカの食痕が観察される割合は、ササの密度が低い調査地では小さな稚樹ほど高く、ササの被度が高い調査地では小さな稚樹ほど低くなっていた（図-2）。

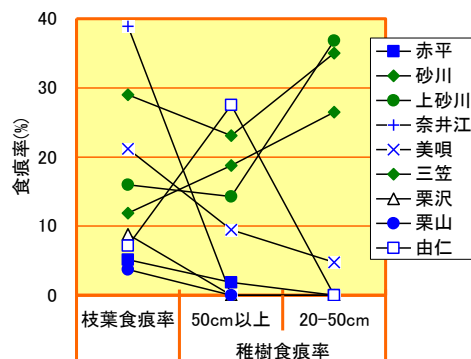


図-2 樹木の枝葉と稚樹のエゾシカ食痕率
緑色の3箇所はササ被度10%以下、他は20%以上

道内カラマツ資源の循環利用促進のための 林業システムの開発

担当科名：林業経営部主任研究員，育林科，育種科，道北支場，道東支場
（森林総研，林産試）

研究期間：平成19年度～22年度 区分：外部資金（森林総研主管，農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」）

研究目的

これまでカラマツ人工林施業においては低コスト化，加工利用技術の向上等の取組がなされてきたが，それぞれ個別の目標の下に実施されてきたため，川上・川下一体型のシステムの確立には至っていない。そのため，立木・原木段階での強度性能の評価技術を確認し，用途（生産目標）に適した家系および効率的施業モデル（川上），カラマツの利用適性を踏まえた効率的利用モデル（川下）を提案するとともに，これらを合わせた収益性の高い林業システムを確立する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

- 1,000林分の下刈り実施状況資料
- グイマツ雑種F₁枝打ち試験地
- 訓子府検定林グイマツ雑種F₁43家系・カラマツの54家系

調査項目や分析方法について

- 1 施業タイプごとの収穫量・育林コストの比較検討
- 2 建築用材に適した家系の選抜

平成20年度の研究成果

1 施業タイプごとの収穫量・育林コストの比較検討

道内の民有林における下刈りの実施年数の資料を整備し，14支庁で約1,000林分でのデータを用い解析した結果，下刈り年数には地位指数と積雪量が影響しており，積雪が多く地位が低い場所で長く，積雪が少なく地位が高い場所で短くなる傾向があった（図-1）。これら下刈り年数など施業方法の違いを反映したコスト評価が可能な計算シートを作成した。

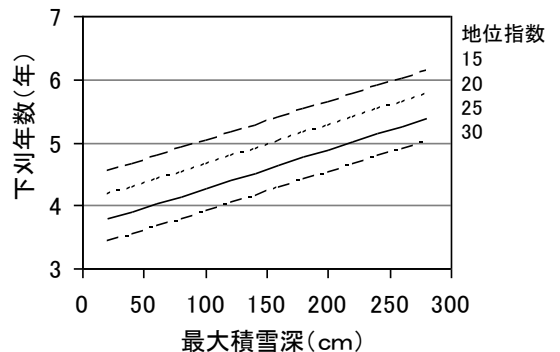


図-1 下刈り実施年数に及ぼす積雪深および地位指数の影響

2 建築用材に適した家系の選抜

グイマツ雑種F₁の家系別丸太ヤング係数（強度指標）は11.9～14.9GPaで（図-2）、母樹の遺伝率が高かった。

カラマツの家系別丸太ヤング係数の家系平均値は9.4～13.7で片親を選抜すればいい場合と両方の親を選抜したほうがいい場合があった。

グイマツ雑種F₁、カラマツともに胸高直径と丸太ヤング係数の間にはそれぞれ有意な相関は認められず，成長量，材の強度の両方に優れた家系が選抜可能であることがわかった。

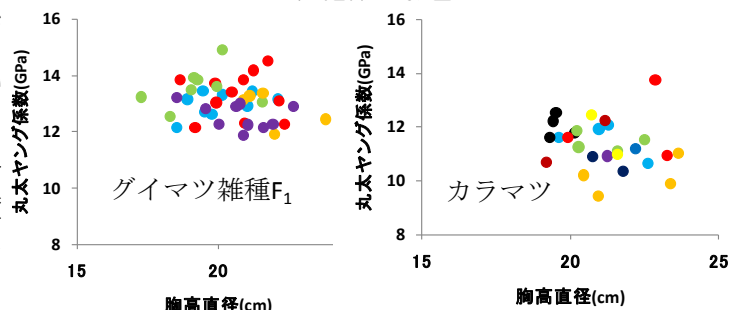


図-2 家系平均値による胸高直径と丸太ヤング係数の関係

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 八坂通泰ほか（2009）日林北支論57:89-91
- 山田健四ほか（2009）日林北支論57:85-87
- 滝谷美香ほか，第50回日本森林学会北海道支部大会（H20,11札幌市）
- 市村ほか，第49回日本森林学会北海道支部大会（H19,11札幌市）
- 市村ほか，第119回日本森林学会大会（H19,3東京都）
- 市村ほか，第120回日本森林学会大会（H20,3京都市）

腐朽を原因とした緑化樹折損危険木診断技術の開発

担当科名：緑化樹センター主任研究員・管理技術科・病虫科（林産試験場）
研究期間：平成18年度～20年度 区分：重点領域

研究目的

都市に植栽された緑化樹は、高齢化、劣悪な立地環境、除雪や車両接触による傷害によって衰弱し、腐朽が拡大してきている。平成16年の台風18号による強風では、全道各地の公園樹と街路樹合わせて6500本以上の幹折れ、大枝折れ被害木が発生したが、折れた緑化樹木には腐朽している事例が数多く見られ、樹木の腐朽が被害を助長していた。そのため、本研究では、都市に植栽された緑化樹を対象に、樹木の腐朽がどの程度進んだら折れ被害の発生しやすい危険木となるか判断できる腐朽木危険度判定技術を開発する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地：札幌市、ほか自治体の街路樹、公園樹道有林、林業試験場各支場構内
材 料：各種広葉樹のうち、幹折れ被害発生木、腐朽被害発生木を対象

調査項目や分析方法について

調査項目：樹木内部の腐朽と表面の傷、折損被害、木材強度との関係
分析方法：腐朽状況の目視、機械測定並びに木材強度試験

平成20年度の研究成果

1. 樹木表面の傷、腐朽と内部腐朽状況の関係把握

(1) 文献による腐朽事例とりまとめ

腐朽のきっかけおよび、損傷部の状態と腐朽の広がり、ほかについてとりまとめを行った。

(2) 現地調査

ナナカマド、ニセアカシア、イタヤカエデ、シダレヤナギ、イヌエンジュ、イチョウ、プラタナス、エゾヤマザクラの8樹種について傷害及び腐朽の発生しやすさと特徴的な外部損傷を類型化した。あわせて直径と樹冠大きさの関係も明らかにした。除排雪による傷害の発生数を時期別、地域別に差のあることを明らかにした。街路樹植栽枡内の土壌は、ほとんどが工事残土等の背悪な土砂であった。

(3) 表面腐朽や傷害と内部腐朽の関係調査

腐朽木並びに健全木について腐朽状況を測定した結果、ニセアカシアは根腐れが多く、根元付近の傷やキノコの発生が腐朽を見分ける一つのポイントとなっていた。外部損傷と内部の欠点は相関が見られたが、腐朽の進み方は一様ではなかった。ナナカマドは幹上部の損傷等から変色が生じているものが多いが、枝下部にできた外傷から腐朽が進行することも多く、外部損傷が見られるものは腐朽が進んでいた。また、両樹種とも変色域では必ずしも強度が低下しているとは限らなかった。



図一 ニセアカシアの根腐れ木（腐朽率：約50%）



図二 ナナカマドの外傷からの腐朽木（腐朽率：約40%）

表 樹種別外傷特徴

シダレヤナギ	根株からの溝状腐朽、縦方向に1m以上
イヌエンジュ	縦方向のがんしゅ状異常
イチョウ	剪定跡多く巻き込み悪いものは異常が見られる
プラタナス	大枝剪定多く、コブあり
エゾヤマザクラ	樹幹の異常、ヤニの流出、樹皮の異常
ナナカマド	胴枯れ状の異常
イタヤカエデ	縦長で入り皮状の異常
ニセアカシア	根株からの溝状腐朽、縦方向に1m以上

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 腐朽を伴った広葉樹丸太の曲げ強度と有効断面の評価 第58回日本木材学会大会
- 街路樹ニセアカシアの外部損傷と内部腐朽について 平成19年度日本造園学会北海道支部大会
- 街路樹ニセアカシアの外部損傷と内部腐朽について（2）. 平成20年度日本造園学会北海道支部大会

平成20年度の研究成果

2. 倒木、折損被害と腐朽の関係解明

(1) 文献による倒木等の腐朽事例とりまとめ

倒木が関与する被害事例、潜在的な危険性としての樹木腐朽としての認識、樹木腐朽の発生機構、状況についてとりまとめた。

(2) 被害発生樹木の腐朽状況調査

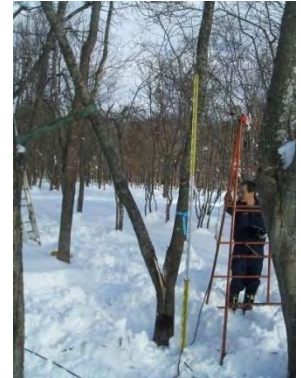
折損被害が発生した広葉樹では、79%の樹木で折損部位が腐朽していたが、心材と辺材両方または心材だけが腐朽しているものが多かった。腐朽していた折損木のうち84%で樹幹外部に枯れ枝、枝痕、損傷、キノコなどの形態的な目印が観察され、このうち枯れ枝、枝痕と二股に起因するものが多かった。折損高と目印の中心の間には正の相関がみられたが、折損位置（折損高/樹高）と形状比や樹冠率（樹高に占める樹冠部の割合）とは無関係であった。折損木腐朽部位が幹中心でない場合は、倒伏方位と腐朽部の方位は開く傾向（腐朽部位のほぼ反対側150°～180°に倒れていた）にあった。

(3) 腐朽木の野外幹破壊試験

野外幹破壊試験はウィンチを用いて加力することにより行った。折損により破壊したのは全体的に枯損していた個体で、他の個体は先に根返り被害が発生してしまった。しかし、人為的な傷をつけると折損が発生した。一方、二股で裂ける破壊は2.1から6.9kN・mと大きな力を要しなかった。



人為的につけた傷と加力試験



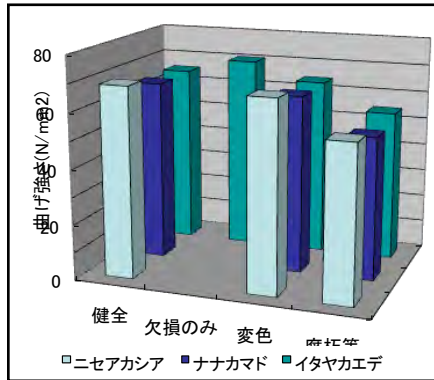
力を加えて裂けた二股木

3. 樹木腐朽率と木材強度の関係解明

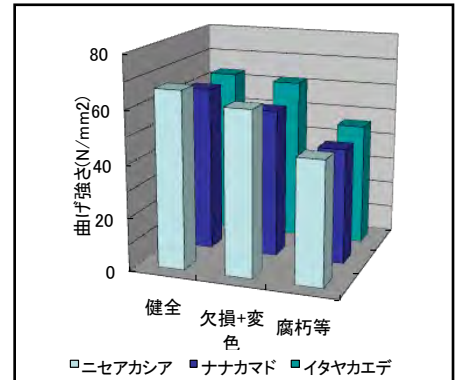
広葉樹幹の強度測定試験を表の樹種について行った。強度は残存断面に基づく曲げ強さでみると、欠損のみで腐朽のないものや変色にとどまっているものでは強度低下はほとんどなく、腐朽木での強度低下は16～20%であった。腐朽による強度低下が小さかった原因として、腐朽の発生部位が中立軸近くであれば、曲げ強度への影響が小さいことや著しい腐朽により欠損した部分があっても残存断面の断面係数には反映しないことが考えられる。そこで、推定した健全時断面に基づく曲げ強さを求めた。この場合、腐朽木の強度低下は27～30%となった。また、ナナカマドの変色木では外傷に由来する成長不良を起こしたものが多く、その強度低下は10%であった。



曲げ試験



残存断面で求めた曲げ強さ

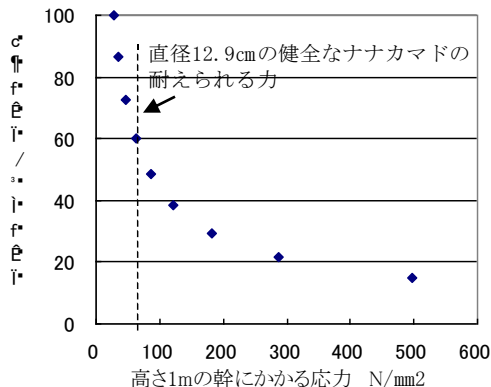


健全時推定断面で求めた曲げ強さ

4. 緑化樹の腐朽木危険度判定マニュアル作成

腐朽により特に折損被害が発生しやすい特徴を明らかにした。

二股片側の幹腐朽、上部損傷による幹表面の腐朽、根本付近で大きな傷やキノコの発生（ニセアカシア）樹木の大きさ、かかる力、耐えられる力、外部損傷と内部腐朽の関係を基に、大きさ別に危険な損傷判定基準を試算した。



→ 幹断面の約40%の面積が失われると折損しやすい状態になる

→ 外部から見て

約40%が損傷を受ける状態は？
直径12.9cmのナナカマドでは、幹周上に幅11cmの腐朽がある状態



石炭露天掘り跡地における樹林化技術の確立

担当科名：緑化樹センター主任研究員・防災林科・流域保全科（空知炭礦株式会社）
研究期間：平成20年度～24年度 区分：民間共研

研究目的

エネルギー需給の変化により今後も増加が予想される石炭露天掘り跡地は、養分の失われた理化学的の悪い土石が堆積しており、通常の植林方法では森林を再生することは困難な現状にある。しかし、新たな場所の採掘にあたっては、現存跡地の樹木による緑化が必要なため、石炭露天掘り跡地の確実な樹林化手法が求められている。そこで本研究では、樹種や植栽箇所の土壌改良等、石炭の露天掘り跡地を樹木により緑化する技術を確立する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

調査地：歌志内市にある空知炭礦の石炭露天掘り跡地

材 料：樹種の比較や土壌改良等の各種試験地を設け、苗木の植栽と播種を行う
ケヤマハンノキ、ミズナラ等4樹種を植栽予定

調査項目や分析方法について

調査項目：植栽木の活着、樹高
土壌の水分、温度の測定
分析方法：生育状況の目視調査、樹高測定機器による測定

平成20年度の研究成果

1. 露天掘り跡地で活着、成長の良好な樹種、植栽方法の確立

ポット苗を使用した時期別ねせ植え試験（4,5,7,8,9月）を林業試苗畑で行った。苗木の枯損は少なく、各月ともほぼ100%近い活着率を示した。10月に測定した苗高は、植栽後の生育期間が長かった4, 5, 7月植栽では植栽方法による差はなかったが、生育期間の短い8, 9月植栽のねせ植え植栽は普通植栽の半分しかなかった。根の太さ合計値は4月から7月植栽まではねせ植え植栽の方が大きく、根本数は8月植栽までねせ植え植栽の方が多かった。



7月ねせ植え植栽の苗木 右端円内が元の根（旧根）、他の根は幹からの不定根

2. 樹木生育に効果的な地ごしらえ方法の解明

既存整形斜面に重機を用いて土壌膨軟化試験地を設けた。既存法面の傾斜に沿った棒軟化作業は、等高線方向の段差作り作業の40%の経費であった。効果判定用樹木の植栽は次年度早春に実施予定。

3. 地剥ぎ表土の高度な活用方法の解明

露天掘り実施時の廃土石裸出地と、露天掘り前に剥ぎ取った表土2種類を別々に敷設した試験地を設けた。試験地内には播種からの森林造成を目指した現地播種試験を、廃土石堆積地、2種類の表土敷設地の計3箇所各3反復行った。播種した樹種は、コバノヤマハンノキ、タニウツギ、アキグミ等の荒廃土壌に適した樹種からイヌエンジュ、アオダモ、カスミザクラ等の森林に生育している種までの14種を使用した。



土壌棒軟化試験地



廃土石堆積地の播種試験地



露天掘り時に剥ぎ取った表土

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

音響振動を用いた樹木水分および内部欠陥の 非破壊・非侵襲測定法の開発

担当科名：生産技術科（広島大）

研究期間：平成19年度～21年度

区分：外部資金

（広島大主管，科学研究費補助金（基盤B））

研究目的

樹木体内の水分量や腐朽等の内部欠陥を把握することは樹木（果樹，緑化樹，林木）の生産・管理に，極めて重要である。しかし，樹木の水分量測定や内部欠陥の検出を現場において簡単に行うことは困難である。現在ある方法では，切り取った枝葉より水分の情報を得たり，センサーのついた釘あるいはドリルを幹に打ち込んだりして，内部欠陥の情報を得ており，非破壊的に水分や内部欠陥の情報を得るには至っていない。本研究では，音響振動を用いたまったく新しい原理の非破壊，非侵襲の音響測定器を開発し，果樹としてミカン，緑化樹としてカンパ類やイヌエンジュを用いて，現地における幹の水分量および腐朽等の内部欠陥の検出法の開発を行う。

研究方法（調査地概要や調査方法）

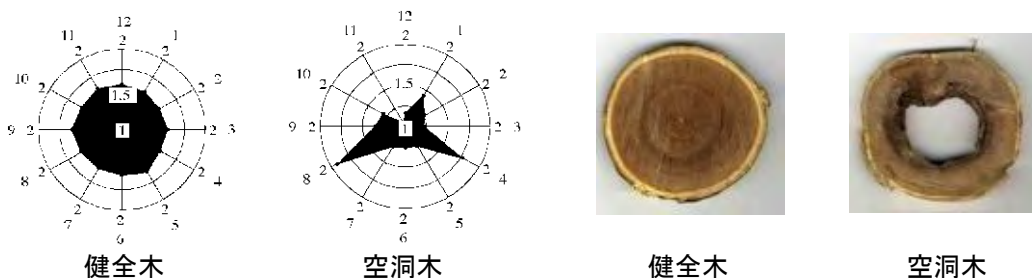
12月に伐採後，温室に2日置いたイヌエンジュ (*Maackia amurensis* var. *buergeri* C. K. Schn.) の原木丸太18本（直径5.7～18 cm，長さ2 m）をモデルとして用いた。それを片持ち張りで根元から50 cmの位置でスポンジにより支持した。加振器を根元から20 cmの位置に接触させ，加振器と受振器は常に点対称になるようにし，12方向からの加振，受振を行った。加振器には0.1～10 kHzの信号を10秒与え，受振信号を高速フーリエ変換して，円周振動モードの共振周波数を測定した。

材質が均一であれば，任意の円柱の円周振動で，第3共振周波数と第2共振周波数の比（ f_3/f_2 ）は近似的に1.5になることがわかったので，丸太を円柱とみなし円周振動の f_3/f_2 比を調べた。さらに第2共振の音速（ V_2 ）および第3共振の音速（ V_3 ）を算出した。

平成20年度の研究成果

f_3/f_2 比において，健全木では全方向でほぼ1.5であるのに対し，空洞木と節あり木では全方向で1.5よりずれる傾向が認められた（図—1）。また，健全木では直径が大きいほど音速 V_2 および V_3 が大きかった（それぞれ $r^2=0.977$ ， 0.947 ）が，空洞や節あり木では回帰直線より著しくはずれた。

これらの結果から，円周振動モードの共振周波数の比（ f_3/f_2 ）および音速測定がイヌエンジュ原木の内部欠陥の非破壊検出に有効であることが示唆された。



図—1 健全木と空洞木の f_3/f_2 比

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

・特許願 2008 - 124506
（北海道・広島大学「振動を用いた樹木の特性測定装置並びに特性測定方法」）

改質木材を利用した育苗培土の開発

担当科名：管理技術科（林産試験場）

研究期間：平成20年度～22年度

区分：重点領域（林産試主管）

研究目的

低質なために利用が進んでいない木質系廃棄物に改質処理（窒素添加処理）を施すことで植物栽培用培土（木質系培土）の開発をおこない、併せて木質系培土の実用的な生産技術の開発をおこなう。

研究方法（調査地概要や調査方法）

実験Ⅰ：改質木材の培土への添加量と栽培期間がムクゲの根系の発達に及ぼす効果について
方法：市販品の培土と改質処理（窒素添加処理）を施したカラマツ木粉（改質木材）を異なる量（10と30v/v%）を加えた培土（以下、改質10%、30%と略記）でムクゲ（挿し木）を60、90、120日間栽培した。栽培後に根の成長量（長さ・面積・体積・乾物重）と形態の複雑さの程度（フラクタル次元）を測定し、主成分分析により培土と根の発達の関係を定量化した。

実験Ⅱ：改質木材の大きさと培土への添加量がナナカマドの根系の発達に及ぼす効果について
方法：実験Ⅰで使用したカラマツ木粉の大きさを無分級、1mm以下、1-4mmの大きさにふるい分けした培土でナナカマド（組織培養苗）を120日間栽培し、実験Ⅰと同様の調査をおこなった。

平成20年度の研究成果

実験Ⅰ：改質木材の培土への添加量と栽培期間がムクゲの根系の発達に及ぼす効果について

1. 成長量は、改質培土10%区が対照区（市販品）と同等の値を呈した（写真1、図1）。
2. 根系形態の複雑さ程度の変異幅は、改質10% ≥ 対照 > 改質30% > 無処理30%となった（図1）。
3. 栽培期間に伴う成長量の増加は、改質10% ≥ 対照 > 改質30% ≥ 無処理30%となった。
4. 上記の結果は、改質処理を施した木粉は培土素材として有効であり、培土への添加量は30%以下に最適な混合量があることを示唆した。



写真1 異なる栽培用土で120日間栽培したムクゲ苗
（左から対照、無処理30%、改質10%、改質30%）

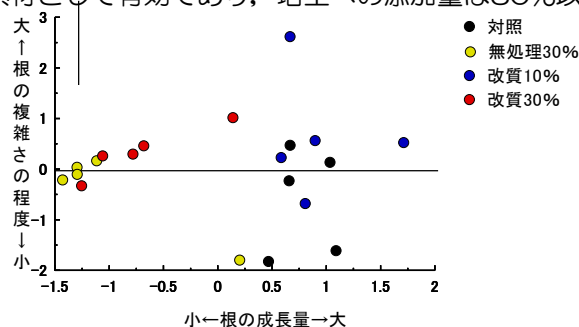


図1 改質木材の培土への添加量がムクゲの根系の発達に及ぼす効果（栽培120日間）

実験Ⅱ：改質木材の大きさと培土への添加量がナナカマドの根系の発達に及ぼす効果について

1. 成長量には、改質木材の大きさと培土への添加量の両方とも影響しなかった（図2）。
2. 根系形態の複雑さ程度には、改質木材の大きさと培土への添加量の両方とも影響しなかった（図2）。
3. 上記の結果は、木粉程度の大きさならば、ふるい分けは成長と形態の変化に影響しないことを示唆した。

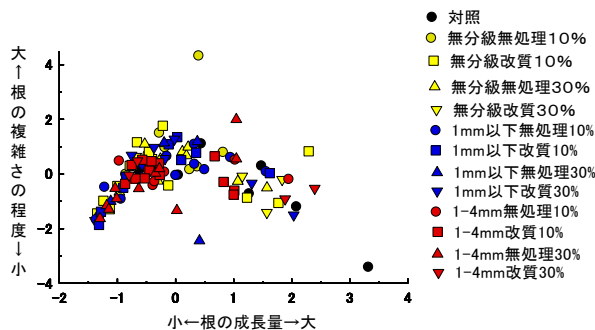


図2 改質木材の大きさと培土への添加量がナナカマドの根系の発達に及ぼす効果

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

高性能林業機械を活用した 風倒被害木処理システムの開発

担当科名：道南支場・資源解析科（森林総研・北大・イワフジ工業）

研究期間：平成20年度～22年度 区分：外部資金（森林総研主管，農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」）

研究目的

大型台風や爆弾低気圧により大規模な風倒被害が発生している。被害林分を放置するとCO₂の放出や虫害の発生など環境に深刻な影響を及ぼす恐れがあり，速やかに健全な森林へ再生させる必要がある。被害木の処理には高性能林業機械の活用が望まれるが，現行機種は倒木処理に適しておらず，間接的な活用にとどまっている。そのため機械化すべき最も困難な作業を手持ち式のチェーンソーで行っており，内部に反発力を蓄えた風倒木の鋸断で，人命が失われる労働災害が毎年繰り返されている。このため，風倒被害木の処理が可能な高性能林業機械を開発し，安全かつ効率的な風倒被害木処理システムを提示する。

研究方法（調査地概要や調査方法）

調査地や材料について

- ・既存機械による処理作業の問題点抽出
聞き取り調査（道内10件，道外3件）および処理作業の現地調査（支笏湖畔，2004年台風18号風倒被害林分）
- ・風倒処理計画のための効率的な情報取得技術の開発
支笏湖畔の2004年台風18号風倒被害箇所を対象に衛星画像及び空中写真で判読

調査項目や分析方法について

- ・既存機械による処理作業の問題点抽出
機械構造および作業方法に係る問題点の聞き取り調査，ならびに処理作業の生産性調査
- ・風倒処理計画のための効率的な情報取得技術の開発
中解像度から高解像度の衛星画像によるリモートセンシング解析や，空中写真等判読により風倒被害箇所や被害形態を判読可能性を調査

平成20年度の研究成果

処理作業の現地調査の結果，チェーンソーによる根株の切離し工程では目立て，作業段取り，移動が作業時間全体の50%を占め，平均処理時間は183秒/本で生産性が低いことを明らかにした。

支笏湖畔の2004年台風18号風倒被害箇所を対象にSPOT衛星，QuickBird衛星画像，カラー空中写真，航空機からの斜め写真を用いた判読を行った（図-1）。衛星画像は広範囲の被害の早期把握に適すること，空中写真は風倒方向や根返り等の被害形態の把握ができるなど，データソース毎の被害把握特性を解明した。

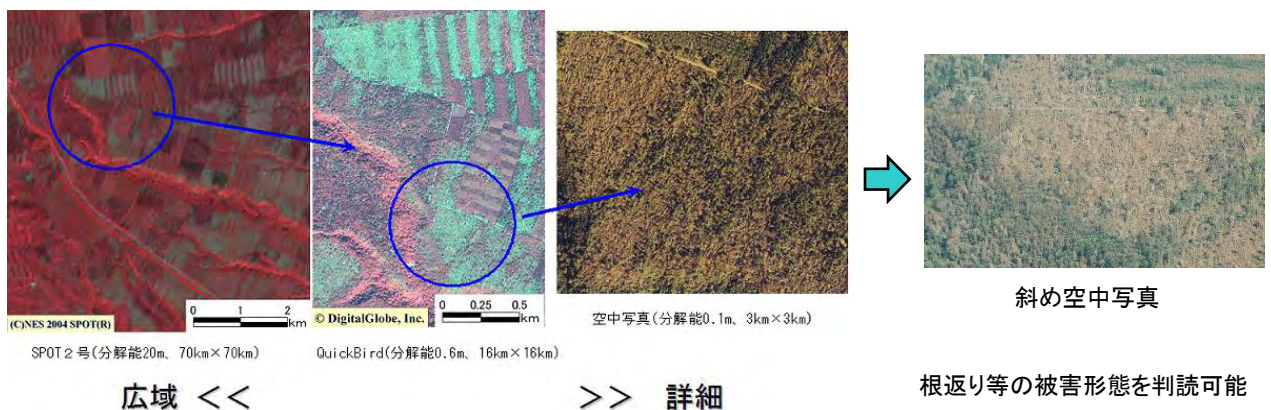


図-1 画像ソース毎の比較

研究成果の公表（文献紹介や特許など）

- 木幡靖夫ほか（2009）風倒木の処理作業に関する若干の考察，第120回日本森林学会大会。
- 佐々木尚三ほか（2008）クローラカート集材の可能性について，第15回森林利用学会学術研究発表会

針葉樹雑種種苗の分子識別と起源推定

担当科名：道北支場(森林総研, 名古屋大)

研究期間：平成19年度～21年度

区分：外部資金

(森林総研主管, 科学研究費補助金(基盤B))

研究目的

- ・カラマツ属の進化を考えるための、雑種形成の方向性やそのメカニズムが不明。
- ・カラマツは冷温帯域の主要な造林樹種となっているが、その人工林に植林された種苗の起源がどこであるか不明のまま、造林用の苗が供給されている。本州においては、このことが遺伝子汚染の原因になりかねない。
- ・グイマツ雑種F1苗木の増産に係わる基礎・応用情報を充実する必要がある。

研究方法(調査地概要や調査方法)

調査地や材料について

北海道のカラマツ精英樹268クローン, グイマツ精英樹98クローン, 天然カラマツ全国14集団, 採種園産グイマツ雑種種苗1000個体

調査項目や分析方法について

- ・精英樹クローン, 天然林由来個体, 採種園産種苗のDNA解析
- ・採種園産苗木の表現型測定

平成20年度の研究成果

1. カラマツ及びグイマツの種識別DNAマーカーの開発

グイマツとカラマツの精英樹40クローンおよび全国の天然集団由来のカラマツを用いて、グイマツとカラマツを識別するDNAマーカーを開発した

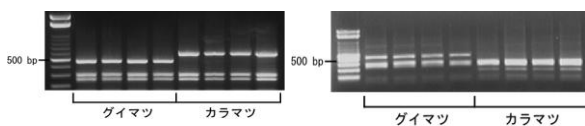


図-1 葉緑体(左)とミトコンドリアのPCR-RFLPマーカー(森口ほか, 2008)

2. 雑種形成に関わる要因の解明と新雑種採種園の雑種率の改善効果

従来型の混植型採種園は、年(豊凶の違い)、花粉親のカラマツとの位置関係より雑種率が1.2%～81.4%までばらついたが、単一クローン母樹採種園では雑種率が73.3%～100%と高い値を示した。

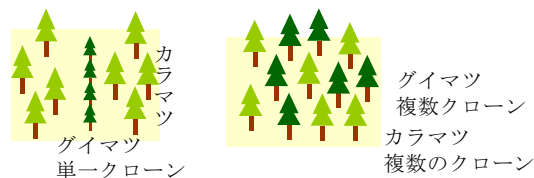


図-2 単一クローン母樹採種園(左)と混植型採種園(右)

3. 北海道カラマツ人工林及び全国のカラマツ精英樹の起源の探索

マイクロサテライトマーカーを用いて、北海道のほぼすべてのカラマツ精英樹268クローン調べたところ、甲斐駒ヶ岳や甲武信ヶ岳など長野県と山梨県の県境を起源とするものが多いと推定された。

4. 雑種個体識別のための簡易手法の確立と北海道カラマツ林業振興のための提言

DNA解析によると従来の雑種識別法(1年目苗長, 2年目根元径・苗長・枝数)の誤判別確率は約21%であり、判別分析によると分枝高や頂芽形成日を判定基準に加えることで精度が5～10%向上することがわかった。

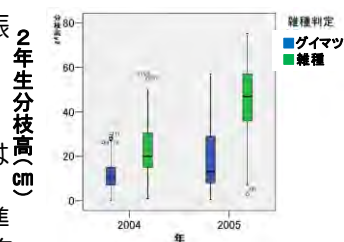


図-3 グイマツと雑種苗木の分枝高

研究成果の公表(文献紹介や特許など)

OMoriguchi et al.(2008) Enhanced hybridization rates in a *Larix gmelinii* var. *japonica* × *L. kaempferi* interspecific seed orchard with a single material clone revealed by cytoplasmic DNA markers. *Tree Genetics & Genomes* 4:637-645

○森口喜成ほか(2008) DNAマーカーを用いたグイマツ×カラマツ雑種採種園産種苗の雑種率. *林木の育種* 229:1-5

○Kita et al. *Larix* 2007 (2007.9 Canada)

○来田ほか. グイマツ雑種F1苗木の雑種率の年次変動と選苗精度. 第120回日本森林学会大会(2009.3 京都)