

リン化亜鉛殺そ剤のカラマツとトドマツに対する薬害試験

中田圭亮¹・対馬俊之²・南野一博¹

Effects of soil treatment with zinc phosphide on growth and form of Japanese larch and Todo-fir seedlings: field tests of phytotoxicity

Keisuke NAKATA¹, Toshiyuki TSUSHIMA², and Kazuhiro MINAMINO¹

要旨

リン化亜鉛1%粒剤を対象に薬害試験として、カラマツとトドマツの2年生造林地において、規定の2倍量にあたるha当たり2kgの粒剤を配置し、造林木に対する当該粒剤の薬害発生の有無を1成長期にわたって調査した。カラマツとトドマツの造林木の樹高成長では配置区と無配置区の間で有意差は観察されなかった。また葉の変色等（クロロシス、縮葉）のほか、頭梢部や側枝の凋萎は両樹種共に観察されなかった。今回の処理条件下では、リン化亜鉛1%粒剤のカラマツとトドマツの造林木に対する薬害症状は認められないと判定された。

キーワード：殺そ剤，薬害，リン化亜鉛1%粒剤，カラマツ造林地，トドマツ造林地

はじめに

リン化亜鉛剤は、わが国では1956（昭和31）年から実用に供されている殺そ剤であり、北海道では現在その1%粒剤が広範に林野で使用されている（中田2015）。当該殺そ剤の製剤の形状をはじめ、生活環境や自然環境に及ぼす影響については多くの試験が行われ（cf. 中田1988, 2013ほか）、使用基準を遵守して散布事業が実施されてきた。

植物に対しては、これまで3%粒剤を施用して牧草への亜鉛の移行などが調べられたが（cf. 中田1988）、主要造林樹種であるカラマツとトドマツに対する影響評価は行われていなかった。当該殺そ剤の農薬登録を更新するにあたって、ここではそれらの造林木に対する1%粒剤を用いた薬害試験を実施したので報告する。

試験地と方法

1. 試験地

カラマツ (*Larix kaempferi*) とトドマツ (*Abies sachalinensis*) を対象に、標準的な施業によって植栽された造林地において

2013年に試験を実施した。両樹種は北海道で広く植栽され、資源量が多い主要造林樹種である。

カラマツ試験地は北海道深川市湯内に位置する造林地（6.89ha）に設定した（北緯43度47.33分，東経142度8.44分，標高120～130m）。林齢は2年生であり，全刈りによる地拵えの後，春季に事業用2号苗が植栽された。植栽本数密度はha当たり2,222本であり，試験開始時の樹高は68.7±16.8（平均±標準偏差，調査本数200本）cmであった。当該地の前生樹は天然生広葉樹である。

トドマツ試験地は北海道沼田町字幌内に位置する造林地（4.62ha）に設定した（北緯43度51.87分，東経141度53.26分，標高82～100m）。林齢は2年生であり，全刈りによる地拵えの後，秋季に事業用2号苗が植栽された。植栽本数密度はha当たり2,500本であり，試験開始時の樹高は25.3±3.8（平均±標準偏差，調査本数200本）cmであった。当該地の前生樹は天然生広葉樹である。

両造林地ともレーキ装着のクローラトラクタによる全刈り地拵えが行われたので，試験区では表面土壌がほとんど剥がされ，地表の土壌は黄褐色の植壤土となっている。

*¹ 北海道立総合研究機構林業試験場 Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, Bibai, Hokkaido 079-0198

*² 北海道立総合研究機構林業試験場道北支場

Dohoku Station, Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, Nakagawa, Hokkaido 098-2805

[北海道林業試験場研究報告 第54号 2017年3月 Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No. 54, March 2017]

なお試験時6月から10月の月平均気温は9.8°C~21.7°C、月降水量は26.0mm~249.5mmであり、異常値は観測されなかった(最寄りの気象観測施設である深川(試験地から直線距離で南南西に約9.5km、標高55m)と石狩沼田(試験地から直線距離で南南東に約6km、標高63m)における気象データ(気象庁: <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>: 2016年12月確認)による)。

2. 試験区

試験地内に0.5haの試験区を2区画選定した。カラマツの試験地に選定した試験区の一つは平坦地であり(I区)、もう一つは斜度3°の北向きの緩傾斜地である(II区)。両区は直線距離で115m離れている。トドマツの試験地の中に選定した0.5ha区の一つは平坦地であり(I区)、もう一つは斜度11°の南西向き緩傾斜地である(II区)。両区は直線距離で84m離れている。

各試験地の植生状況は表-1のとおりである(7月2日計測)。なお、当該造林地では標準的な施業として草本類が植栽木の成長を妨げないように下刈りが行われた。カラマツ試験地では2013年には2回行われ、1回目は6月20日~21日、2回目は8月5日~6日であった。トドマツ試験地では7月29日~30日に1回だけ行われた。ともに試験地を含む造林地全体にわたって草本類等が刈られた。

試験区内は4つの調査区に細分した(図-1)。調査区は、供試薬剤を配置する2つの配置区と対照区としての2つの無配置区をラテン方格に準じて設定した。試験区数は2区画として反復してあるので、調査区数は配置区と無配置区ともに2調査区×2反復で、合計4調査区である。

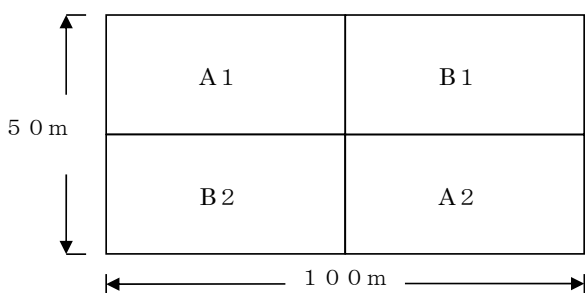


図-1 造林地における試験区の配置(面積はそれぞれ0.125ha)

Fig. 1 Design of test plots (each 0.125ha) laid out in plantations.

A =配置区, B=無配置区(対照区)

A=treated plot, B=untreated plot(control plot)

3. 試験薬剤と配置

当該試験についてはリン化亜鉛1%粒剤(商品名リンカS・1:一般財団法人北海道森林整備公社)の市販品を供試した。1%粒剤は普通物であり、6,000粒/kgで調製されて

いる。原体化学名(IUPAC)はTrizinc diphosphide (Zn_3P_2)であり、リン化亜鉛(1.0%)のほか穀粉、砂糖、トウガラシエキス、動物性油脂、接着剤、乾性油、染料及び防腐剤など(99.0%)を含んでいる。外観は灰黒色粒(直径約6.5mm)。試験品はホクサン株式会社において2013年5月14日に委託製造されたヘリコプター散布用のばら粒である。供試するまでは、林業試験場内の乾燥した冷暗所で保管した。

リン化亜鉛1%粒剤は、カラマツ試験地に6月6日、トドマツ試験地に6月7日に施用した。施用は空中散布を模して、各試験地の配置区内に0.913m間隔の格子状に人力で配置した。空中散布を1回行う場合の当該粒剤の使用量は農薬登録上1kg/haが最大量であるので、今回の配置量は2倍量となっている。作業は配置地点ごとに粒剤1粒を(薬剤量は0.8333m²ごとに1粒に相当し、換算すると2kg/ha)地面下5mmに埋設した。

4. 薬害調査

4分割した調査区において、周縁部分の植栽列を除く、中央部分に位置する造林木を対象に調査した。調査木は、コンピューターで発生させた乱数表を用いて無作為に調査区ごとに25本を選出し、番号標識(ナンバーテープ)を付けた。供試薬剤を配置後、樹木の応答を配置区と無配置区で調査して比較した。調査項目は以下の3項目とした:1)造林木の樹高成長量,2)葉の変色等(クロロシス,縮葉),3)害徴(葉以外の、頭梢部と側枝の凋萎,生育阻害等)。1)は測樹し,2),3)は目視観察によった。

造林木の樹高(植栽木の高さ)は、カラマツ試験地は6月5日、トドマツ試験地は6月6日にmm単位で計測した。それぞれ供試薬剤の施用日前日にあたる。その後、1成長期を経た10月30日と31日に各々の試験地で再度計測した。造林木の外観的徴候は各々7月3日と4日、8月27日と28日、10月30日と31日に調査した。造林木の樹高は、期首と1成長期後の個々の計測値を対象に、配置区と無配置区に区分して、反復測定の実験区二元配置分散分析を行った(Girden 1992; cf. von Ende 2001)。

なお、下刈り時に誤伐を受けて対象部位が調査できなかった造林木と、自然枯死した造林木は分析から除外した。

5. 野ネズミ類の捕獲

供試薬剤が野ネズミ類に喫食されないように、試験地においては野ネズミ類の捕獲作業を散布日直前と散布後1ヶ月後に実施した。捕獲方法は10m間隔の5行10列の碁盤目状にワナ点を配置し、1ワナ点当たり1個のシャーマン型生け捕りワナ(長さ×幅×高さ:288×62×93mm)を配置して3日間(ワナかけの日を入れると4日間)の捕獲作業を行った。餌には、生落花生2個を使用し、餌がワナの隙間から造林地にこぼれ出ないように配慮した。シャーマン型生け捕りワナ

表-1 試験地の植生状況¹⁾Table 1 Vegetation in test plots¹⁾.

試験地 Plot	平均被度 ²⁾ Average cover degree (% : min. - max.) ²⁾	下層植生の主要種 Major species of undergrowth	ササの平均本数 ²⁾ / ササの平均高 ³⁾ Average number of <i>Sasa bamboo</i> ²⁾ / Its average height (cm) ³⁾
カラマツ造林地 Plantation of <i>Larix kaempferi</i>			
試験区I Larch I	97(90 - 100)	スゲ類 <i>Carex</i> spp. アキタブキ <i>Petasites japonicus</i> subsp. <i>giganteus</i> ヨツバヒヨドリ <i>Eupatorium chinense</i> subsp. <i>sachalinense</i> オオヨモギ <i>Artemisia montana</i>	0/0
試験区II Larch II	80(50 - 95)	クマイザサ <i>Sasa senanensis</i> ウド <i>Aralia cordata</i> シラカンバ <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> ヤマブドウ <i>Vitis coignetiae</i>	97/52.7
トドマツ造林地 Plantation of <i>Abies sachalinensis</i>			
試験区I Todo-fir I	18(5 - 25)	クマイザサ <i>Sasa senanensis</i> ウド <i>Aralia cordata</i> シラカンバ <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> ヤマブドウ <i>Vitis coignetiae</i>	10/36.1
試験区II Todo-fir II	11(3 - 25)	クマイザサ <i>Sasa senanensis</i> ツタウルシ <i>Rhus ambigua</i> イネ科草本 <i>Poaceae</i> spp.	35/33.5

1) 7月2日測定 Data surveyed on 2 July.

2) 1 m × 1 m の 3 区画で測定 Measurements taken from three quadrats of 1-by-1 meter.

3) 3 区画の各 5 本を測定 Heights calculated using five stems per quadrat.

表-2 6月4日から6日(殺そ剤配置前)と7月2日から4日(殺そ剤配置後)におけるネズミ類等の捕獲状況

Table 2 Results of trappings from 4 June to 6 June (pre-treatment period) and from 2 July to 4 July (post-treatment period).

試験地 Plot	月日 Date			総捕獲数 Total number captured	
	6月 June	4	5 6		
カラマツ造林地 Plantation of <i>Larix kaempferi</i>					
試験区I Larch I					
エゾヤチネズミ <i>Myodes rufocanus bedfordiae</i>		2	3	0	5
オオアシトガリネズミ <i>Sorex unguiculatus</i>		0	0	1	1
試験区II Larch II					
捕獲なし No captured					
トドマツ造林地 Plantation of <i>Abies sachalinensis</i>					
試験区I Todo-fir I					
アオダイショウ (爬虫類) <i>Elaphe climacophora</i> (reptile)		0	1	0	1
試験区II Todo-fir II					
ヒメネズミ <i>Apodemus argenteus</i>		0	1	1	2
試験地 Plot	月日 Date			総捕獲数 Total number captured	
	7月 July	2	3 4		
カラマツ造林地 Plantation of <i>L. kaempferi</i>					
試験区I Larch I					
エゾアカネズミ <i>Apodemus speciosus ainu</i>		0	0	1	1
試験区II Larch II					
アオダイショウ (爬虫類) <i>E. climacophora</i> (reptile)		0	0	1	1
トドマツ造林地 Plantation of <i>A. sachalinensis</i>					
試験区I Todo-fir I					
ヒメネズミ <i>A. argenteus</i>		0	0	1	1
オオアシトガリネズミ <i>S. unguiculatus</i>		0	0	1	1
試験区II Todo-fir II					
ヒメネズミ <i>A. argenteus</i>		0	1	1	2

表-3 2年生カラマツ造林木の樹高 (mm) (平均値±標準偏差, 標本数)^{1),2)}.
 Table 3 Initial and final height (mm) in larch seedlings (mean±1SD, number of sample)^{1),2)}.

試験区I Larch I	期首の樹高 Initial height	1成長期後の樹高 Final height
配置区Treated plot		
A1	711.8±211.8 (25)	1061.9±192.1 (25)
A2	623.8±129.4 (23)	990.9±226.8 (23)
無配置区Untreated plot		
B1	661.4±197.5 (24)	1009.4±290.9 (24)
B2	609.8±113.3 (24)	950.9±268.4 (24)
試験区II Larch II	期首の樹高 Initial height	1成長期後の樹高 Final height
配置区Treated plot		
A1	726.5±157.7 (24)	1239.0±238.5 (24)
A2	690.4±165.1 (25)	1194.2±236.9 (25)
無配置区Untreated plot		
B1	769.0±170.3 (25)	1207.1±217.9 (25)
B2	701.5±117.9 (24)	1161.5±174.9 (24)

- 1) 期首は6月5日測定, 1成長期後は10月30日測定
 Measurements on 5 June (=Initial) and on 30 October (=Final).
 2) 標本数が減少したのは下刈り時の誤伐による
 Sample size decreased owing to accidental cutting of shoots during weeding operation.

表-4 配置区と無配置区で個々のカラマツ造林木の樹高を反復測定した分散分析表
 Table 4 Repeated-measures analysis of variance for differences of heights after rodenticide application in larch plots.

試験区I Larch I				
要因	自由度	平均平方	F値	確率
Source of variation	df	MS ¹⁾	F _s	P
測定日Days of measurement	1	5928048	305.155	<0.001
交互作用 (処理×測定日) Interaction (treatment×days of measurement)	1	2248	0.116	0.734
誤差 Error	94	19426		
処理Treatments	1	80238	1.133	0.290
造林木 (誤差) Seedlings (Error)	94	70830		
合計Total	191			
試験区II Larch II				
要因	自由度	平均平方	F値	確率
Source of variation	df	MS ¹⁾	F _s	P
測定日Days of measurement	1	11215801	982.883	<0.001
交互作用 (処理×測定日) Interaction (treatment×days of measurement)	1	42967	3.765	0.055
誤差 Error	96	11411		
処理Treatments	1	151	0.003	0.960
造林木 (誤差) Seedlings (Error)	96	60053		
合計Total	195			

1) MS denotes mean square.

表-5 2年生トドマツ造林木の樹高 (mm) (平均値±標準偏差, 標本数)^{1),2)}.Table 5 Initial and final height (mm) in Todo-fir seedlings (mean±1SD, number of sample)^{1),2)}.

試験区I Todo-fir I	期首の樹高 Initial height	1成長期後の樹高 Final height
配置区Treated plot		
A1	263.1±29.5 (21)	296.0±28.8 (21)
A2	249.0±22.6 (24)	283.6±24.5 (24)
無配置区Untreated plot		
B1	257.6±51.3 (22)	298.0±51.9 (22)
B2	269.4±33.5 (20)	301.3±34.8 (20)
試験区II Todo-fir II	期首の樹高 Initial height	1成長期後の樹高 Final height
配置区Treated plot		
A1	255.9±38.4 (20)	294.4±39.2 (20)
A2	233.5±31.7 (21)	276.3±28.5 (21)
無配置区Untreated plot		
B1	253.0±34.8 (24)	293.9±41.3 (24)
B2	247.8±40.1 (24)	288.5±47.1 (24)

1) 期首は6月6日測定, 1成長期後は10月31日測定

Measurements on 6 June (=Initial) and on 31 October (=Final).

2) 標本数が減少したのは下刈り時の誤伐と自然枯死による。枯死した造林木は10月31日の測定時に標本から除外した: その本数は試験区IのA1で2本とB2で1本, 試験区IIのA1, A2, B2で各1本。対比すると, 試験区I外側の周辺では100本中16本, 試験区II外側の周辺では100本中21本が枯死していた

Sample size decreased owing to accidental cutting of shoots during weeding operation and/or death of seedlings occasioned by their autumn-planting. Dead seedlings were excluded from samples on 31 October, and its number were: 2 seedlings in A1 and 1 seedling in B2 of Todo-fir I; 1 seedling in A1, A2 and B2 of Todo-fir II, respectively. In contrast, on 31 October, dead seedlings numbered 16 and 21, respectively, of 100 seedlings observed outside the perimeters of Todo-fir I and Todo-fir II.

はパンチュウトラップなどの捕殺ワナに比べて捕獲効率が高いとされている(中田 1979; 富士・中田 1987)。ワナは1日1回見回り, 捕獲された野ネズミは試験地から除去した。

結果

1. 野ネズミの捕獲

捕獲作業の結果は表-2の通りであった。野ネズミの捕獲数は少なく, また粒剤配置後7月初旬の捕獲地点は, すべて無配置区(対照区)または配置区と無配置区の境界部分であった。

2. 樹高成長

カラマツ試験区における期首と1成長期を経て伸長した樹高の測定値, その標準偏差, 調査本数を表-3にそれぞれ示した。反復測定分散分析によると, 造林木の樹高は, I区では, 測定時期と粒剤処理との間に交互作用はなく($P=0.734$:表-4), さらに配置区と無配置区で有意な差はなかった($P=0.290$:表-4)。また, 反復測定分散分析の結果, II区では, 造林木の樹高は, 測定時期と粒剤処理との間に交互作用はなく($P=0.055$:表-4), さらに配置区と無配置区で有

意な差はなかった($P=0.960$:表-4)。

トドマツ試験区における期首と1成長期を経て伸長した樹高の測定値, その標準偏差, 調査本数は表-5にそれぞれ示した。反復測定分散分析によると, 造林木の樹高は, I区では, 測定時期と粒剤処理との間に交互作用はなく($P=0.367$:表-6), さらに配置区と無配置区で有意な差はなかった($P=0.245$:表-6)。また, 反復測定分散分析の結果, II区では, 造林木の樹高は, 測定期間と粒剤処理との間に交互作用はなく($P=0.992$:表-6), さらに配置区と無配置区で有意な差はなかった($P=0.451$:表-6)。

3. 葉の変色(クロロシス, 縮葉)と頭梢部の凋萎等

カラマツ試験区における造林木のクロロシス, 縮葉については表-7に示した。I, II区共に, 粒剤配置区と無配置区でこれらの症状は共に観察されなかった。トドマツ試験区における造林木のクロロシス, 縮葉については表-8に示した。I, II区共に, 粒剤配置区と無配置区でこれらの症状は共に観察されなかった。また, カラマツ試験区とトドマツ試験区で共に, そのほか葉に関して特に指摘すべき現象は観察されなかった。

表-6 配置区と無配置区で個々のトドマツ造林木の樹高を反復測定した分散分析表

Table 6 Repeated-measures analysis of variance for differences of heights after rodenticide application in Todo-fir plots.

試験区I Todo-fir I				
要因	自由度	平均平方	F値	確率
Source of variation	df	MS ¹⁾	F _s	P
測定日 Days of measurement	1	53462.6	641.331	<0.001
交互作用 (処理×測定日) Interaction(treatment×days of measurement)	1	68.6	0.823	0.367
誤差 Error	85	83.3		
処理 Treatments	1	3453.2	1.370	0.245
造林木(誤差) Seedlings (Error)	85	2521.0		
合計 Total	173			
試験区II Todo-fir II				
要因	自由度	平均平方	F値	確率
Source of variation	df	MS ¹⁾	F _s	P
測定日 Days of measurement	1	73905.2	493.941	<0.001
交互作用 (処理×測定日) Interaction(treatment×days of measurement)	1	0.02	0.0001	0.992
誤差 Error	87	149.6		
処理 Treatments	1	1614.7	0.574	0.451
造林木 (誤差) Seedlings (Error)	87	2812.8		
合計 Total	177			

1) MS denotes mean square.

カラマツ試験区における頭梢部の凋萎、側枝の凋萎については表-7に示した。I, II区共に、粒剤配置区と無配置区で共にこれらの症状は観察されなかった。トドマツ試験区における頭梢部の凋萎、側枝の変色と凋萎については表-8に示した。I, II区共に、粒剤配置区と無配置区で共にこれらの症状は観察されなかった。また、カラマツ試験区とトドマツ試験区で共に、そのほか頭梢部や側枝について指摘すべき現象は観察されなかった。

なお、カラマツ試験区とトドマツ試験区で造林木以外に草本植生を目視観察したところ、I, II区共に、配置区と無配置区でそれらの生育状況等に差違は観察されなかった。

考 察

カラマツとトドマツの2つの試験地において野ネズミの捕獲数は少なく、またそれらの捕獲地点は無配置区ないし配置区と無配置区の境界部分に位置していた。このため配置した粒剤が野ネズミに喫食された可能性はほとんどなかったとみられる。捕獲数が少なかったことは、春季の試験地では地面が見えるほどに下層植生が少なく、ネズミ類の生息場所として不適であったためと考えられる。なお、土壌中の粒剤は配置後にその形状を失って失っていくので、配置後1カ月以

上たったときには野ネズミ類が埋設した粒剤を掘り出して喫食することはないと推測される。

カラマツにおいて、1成長期を経た樹高は粒剤の配置区と無配置区の間で統計的に有意ではなかった。さらにクロロシスや縮葉、頭梢部や側枝の凋萎等も観察されなかった。以上の結果から、今回の処理条件下では1%粒剤を2kg/haの薬剤量で配置してもカラマツに対する供試粒剤の薬害は認められないと判定された。

トドマツにおいて、1成長期を経た樹高は粒剤の配置区と無配置区の間で統計的に有意ではなかった。さらにクロロシスや縮葉、頭梢部や側枝の凋萎等も観察されなかった。なお試験区内の配置区と無配置区共に自然枯死により調査本数が減少したことは、苗木を植栽したのが前年の秋季であったため根の活着が不十分であったことによると考えられる。こうした枯死木は造林地全体にわたって出現していた。トドマツの結果からは、今回の処理条件下では1%粒剤を2kg/haの薬剤量で配置してもトドマツに対する供試粒剤の薬害は認められないと判定された。

表-7 カラマツ試験区I, IIにおける葉のクロロシスと縮葉, 頭梢部と側枝の凋萎の出現状況
Table 7 Chlorosis, rugose of needles and withering of shoots in larch plots (Larch I, II).

	試験区I Larch I			試験区II Larch II		
	7月3日	8月27日	10月30日	7月3日	8月27日	10月30日
	3 July	27 August	30 October	3 July	27 August	30 October
クロロシス Chlorosis						
配置区Treated plot						
A1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
A2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
無配置区Untreated plot						
B1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
B2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
縮葉 Rugose						
配置区Treated plot						
A1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
A2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
無配置区Untreated plot						
B1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
B2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
頭梢部の凋萎 Withering of leading shoot						
配置区Treated plot						
A1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
A2	0/25	0/23 ¹⁾	0/23 ¹⁾	0/25	0/25	0/25
無配置区Untreated plot						
B1	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾	0/25	0/25	0/25
B2	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
側枝の凋萎 Withering of lateral shoots						
配置区Treated plot						
A1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
A2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
無配置区Untreated plot						
B1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
B2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25

1) 標本数(分母)は下刈り時の誤伐によって頭梢部が切断されて8月以降減少した
Sample size, as denominator, decreased in August owing to accidental cutting of shoots during weeding operation.

表一 8 トドマツ試験区I, IIにおける葉のクロロシスと縮葉, 頭梢部と側枝の凋萎の出現状況
 Table 8 Chlorosis, rugose of needles and withering of shoots in Todo-fir plots (Todo-fir I, II).

	試験区I Todo-fir I			試験区II Todo-fir II		
	7月4日	8月28日	10月31日	7月4日	8月28日	10月31日
	4 July	28 August	31 October	4 July	28 August	31 October
クロロシス Chlorosis						
配置区Treated plot						
A1	0/25	0/25	0/23 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
A2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
無配置区Untreated plot						
B1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
B2	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
縮葉 Rugose						
配置区Treated plot						
A1	0/25	0/25	0/23 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
A2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
無配置区Untreated plot						
B1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
B2	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
頭梢部の凋萎 Withering of leading shoot						
配置区Treated plot						
A1	0/25	0/23 ¹⁾	0/21 ¹⁾	0/25	0/20 ¹⁾	0/20 ¹⁾
A2	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾	0/25	0/21 ¹⁾	0/21 ¹⁾
無配置区Untreated plot						
B1	0/25	0/22 ¹⁾	0/22 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
B2	0/25	0/20 ¹⁾	0/20 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
側枝の凋萎 Withering of lateral shoots						
配置区Treated plot						
A1	0/25	0/25	0/23 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
A2	0/25	0/25	0/25	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾
無配置区Untreated plot						
B1	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25	0/25
B2	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾	0/25	0/24 ¹⁾	0/24 ¹⁾

1) 標本数(分母)は下刈り時の誤伐と自然枯死(枯死本数は表-5)によって8月以降減少した
 Sample size, as denominator, decreased in/from August owing to accidental cutting of shoots during weeding operation and/or death of seedlings (cf. Table 5) occasioned by their autumn-planting.

謝 辞

本試験は一般社団法人残留農薬研究所からの受託試験として実施した。試験にあたっては北海道林業・木材産業対策協議会，北海道民有林保護事業推進対策協議会，一般財団法人森林整備公社から協力をいただき，またホクサン株式会社からは試験薬剤を提供いただいた。さらに薬剤を配置する作業では北海道立総合研究機構林業試験場企画調整部企画課企画グループ大箭敏雄氏，早坂一文氏ほか多数の契約職員の方々の助力を得た。お礼申し上げます。

引用文献

- 中田圭亮 (1979) 3種のわなの捕獲効率試験. 野ねずみ153: 20-21.
- 福士利彦・中田圭亮 (1987) ネズミわな4種類の捕獲効率. 森林防疫 36: 3-6.
- 中田圭亮 (1988) 野ネズミ防除事業に使われるリン化亜鉛殺そ剤の性質と取扱い. 23pp. 北海道森林保全協会, 札幌
- 中田圭亮 (2013) リン化亜鉛殺そ剤の鳥類と哺乳類に対する経口毒性. 森林保護 331: 17-22.
- 中田圭亮 (2015) 野ネズミの予察調査と防除の手引 (第3版). 77pp. 北海道森林整備公社, 札幌
- GIRDEN, E. R. (1992) ANOVA: Repeated measures. 77pp. Newburg Park, CA: Sage.
- von ENDE, C. N. (2001) Repeated-measures analysis: growth and other time-dependent measures. 134-157. (SCHEINER, S. M. and GUREVITCH, J. eds.) Design and analysis of ecological experiments. 2nd ed. Oxford Univ. Press, New York.

Summary

Chemical injury effects of 1% zinc phosphide, a rodenticide, on Japanese larch and Todo-fir seedlings were investigated in their 2 year-old plantations, using a volume of 2 kg/ha of its baits (6000 baits per kg) as a test volume, from June to October 2013. There was no significant difference in shoot growth between treated and untreated plots of the two tree species, respectively. Furthermore no symptoms such as chlorosis and rugose of needles nor withering of shoots were observed on seedlings in their treated and untreated plots. The results from this field observation indicated no phytotoxic effects due to the treatment.

Key words

rodenticide, phytotoxicity, zinc phosphide 1% baits, *Larix kaempferi*, *Abies sachalinensis*.