HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	エゾマツ，アカエゾマツ，トドマツ及びカラマツ種子・稚苗の暗色雪腐病菌に対する感受性
Author(s)	程, 東昇; 五十嵐, 恒夫
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 47(1), 125-136
Issue Date	1990-02
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21316
Type	bulletin (article)
File Information	47(1)_P125-136.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

エゾマツ，アカエゾマツ，トドマツ及びカラマツ種子・稚苗の暗色雪腐病菌に対する感受性

程　東昇*　五十嵐恒夫*

Comparison of Susceptibility to *Racodium therryanum* Infection of Seeds and Seedlings of Four Coniferous Species

By

Dongsheng CHENG* and Tsuneo IGARASHI*

要　旨

針葉樹4種の種子・稚苗の暗色雪腐病（病原菌 *Racodium therryanum* THUEM.）の発病過程を追跡調査し，罹病状況及び菌感染率に基づきこれら樹種の暗色雪腐病菌に対する感受性を比較検討した。本菌に対する種子の感受性は，アカエゾマツがエゾマツ，トドマツ，カラマツ3種のどれに比べても顕著に高い。一方，本菌を初め多種菌による複合感染に対する感受性は，エゾマツ，アカエゾマツ両者とも高い方に属する。また，トドマツの種子は温度条件によって暗色雪腐病に対しある程度耐性的になりうることと，その稚苗も他3種稚苗のどれよりも菌害耐性が大きいことが認められた。エゾマツ，アカエゾマツの天然更新がトドマツに比べ非常に難しいことが知られているが，それは菌害耐性上の差異に由来するところが大きいと考えられる。

キーワード：　病害感受性，暗色雪腐病菌，種子・稚苗，天然更新。

はじめに

暗色雪腐病菌 *Racodium therryanum* THUEM.（以下，*Racodium* 菌と略記する）は，林床に落下した樹木種子を腐敗させ発芽を不能にし，北海道における森林の天然更新を阻害する

1989年9月30日受理　Received September 30, 1989

*北海道大学農学部林学科造林学講座

Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

重要な因子の一つとなっている[1,2,6,7,9]。*Racodium* 菌は，種子の地中腐敗を起こすだけではなく，針葉樹苗に対し暗色雪腐病を発生させ，針葉樹の養苗に大きな被害をもたらすことも知られている[14]。本菌は，また極めて多犯性であり，その種子腐敗の病原としての寄生範囲は，現在まで報告されたもの[2,4,13,16]をまとめると，エゾマツ，トドマツをはじめ16種類にも及び，さらに，稚苗が侵される樹木の寄主は6科，12属，28種類にも達している[14]。

本研究は，異なる寄主間の種子・稚苗の病害感受性の差異を知るために行ったもので，北海道の重要な針葉樹であるエゾマツ，アカエゾマツ，トドマツ及びカラマツの種子・稚苗の *Racodium* 菌に対する感受性について比較検討するとともに，これら4種樹種の天然更新の現状と結びつけて考察した。

1. 試験方法

1.1 室内における種子の感染試験

供試した *Racodium* 菌は，林地土壌で自然感染したエゾマツ種子から分離された[2]もので（以下の他の試験においても同じ），試験が始まるまでにポテト蔗糖寒天（PSA）斜面培地上で5℃16カ月間継代培養されていた。この菌株を滅菌したフスマ培地に移植し，15℃で1カ月間培養したものを土壌接種に用いた。供試したエゾマツ，アカエゾマツ及びトドマツ種子は，北海道大学天塩地方演習林内の天然林から，カラマツ種子は，士別市附近の人工林から採取されたもので，試験に供する前に水によるシイナ除去の選別を行い，その後再び自然乾燥させた。選別後の還元法[5]による種子の健全率は，エゾマツが91%，アカエゾマツが96%，トドマツが71%，カラマツが76%であった。

排水孔を開けたふた付きポリエチレンカップ（直径8 cm，高さ6 cm）に市販の園芸用土壌をカップ6分目量入れ高圧殺菌した後，土壌の表層に前述のフスマ培養 *Racodium* 菌を1カップにつき約1 g混入した。これらの試料を15℃の温度に保ち，土壌の表面に均一に菌糸がのびるまで静置した（菌の接種）。

1 mmメッシュの寒冷紗で作った袋（2 cm×2 cm）に100粒の同一樹種の種子を入れ，流水で48時間洗浄した後，菌糸の伸びたカップ入りの土壌上に1カップにつき4種種子のそれぞれ入った4つの袋を置いた。これらのカップを0℃（±1℃）の温度（暗黒状態）に保ち，30日間経過後から120日目までの間に，約7日置きに3つ（反復）のカップを取りだし，その中の種子について以下の試験を行った。即ち，各樹種の種子1袋（100粒）のうち50粒について種子の健全率を，残りの50粒について菌の感染状況を調べた。また，試験期間中にカップのふたを閉めており必要に応じて土壌へ滅菌水を噴霧することによって，カップ内の湿度を100%に維持した。0℃の低温と100%の湿度を試験条件としたのは野外条件即ち積雪下の条件に近似させるためである。種子の活力検定は，還元法[5]で行い健全率を算定した。還元法に用いた試薬は1%のテルル酸カリ（K_3TeO_3）であった。菌の検出は，シャーレに入れた石英砂の

上にろ紙を敷き適宜に水道水を加え，高圧滅菌し，20%アンチホルミンに5分間浸漬した種子をろ紙上にのせた。この試料を15℃で培養し，*Racodium* 菌の菌叢がのびてきた種子を感染された種子と見なし，各50粒種子に対する感染率を求めた。なお，*Racodium* 菌以外の雑菌もまれに出現したが，*Racodium* 菌との判別は実体顕微鏡で観察した菌叢の特徴によって行った。以上得られた種子の健全率と菌の感染率のデータに基づき樹種ごとの種子健全率と経過日数との回帰関係を求め，種子活力の低下速度を示す各回帰直線の回帰係数bを，種子感受性を各樹種間に比較するための指標とみなし分析・考察した。

1. 2 野外における種子の自然感染調査

調査地は，北海道大学農学部付属雨龍地方演習林の424林班内に設定した。この林班内で，*Racodium* 菌による種子の感染が多く発見された[1]針葉樹林床を，種子の播種床として選び，そこに，1987年10月17日に調査Plot(サイズ20 cm×20 cm)を設定した。反復は4回とし，即ち4箇所で計4つの調査Plotを設けた。供試した4種種子を，1 mmメッシュの寒冷紗で作った袋（3 cm×3 cm）に同一樹種の種子100粒を入れ，1つの調査Plotにつき4種種子のそれぞれ入った4つの袋を置いた。これら4種種子の試験発芽率は，エゾマツが65%，アカエゾマツが68%，トドマツが46%，カラマツが63%であった。なお，種子を袋に入れたのは，種子回収の便宜を図るためである。以上の処理が終った後，野ネズミなどの動物による採食を防止するために，名Plotに5 mmメッシュの金属網で作った籠(20 cm×20 cm×20 cm)をかぶせた。

融雪直後の1988年6月3日に，これら袋入りの種子を回収して以下の実験を行った。即ち，一袋100粒の同種種子のうち，50粒について菌の検出試験により *Racodium* 菌による種子の感染状況を調べ，残りの50粒について種子の発芽率を検定した。菌の検出方法は前項と同じである。発芽率の検定方法は，種子を23℃の湿室中に28日間静置し，1 mm以上幼根を伸ばしたものを発芽種子とみなして，発芽率を求めた。以上，1種の種子につき，菌感染率と発芽率は，それぞれ，4調査Plotから4つの値が得られたが，これら4つの値の平均値を取って検討に供した。

1. 3 稚苗の発病試験

予め，フスマ培養 *Racodium* 菌を用いて接種したカップ入りの土壌を用意した(項1. 1を参照)。温度10℃で3カ月前後の貯蔵を経た4種針葉樹種子を流水で2時間洗浄した後，各カップ内の土壌表面に1種の樹種につき20粒播きつけた。1つのカップに，4種の種子を一緒に播きつけたので，後に稚苗発生数を調べる時の便宜を図るため，播きつける際に，同一のカップ内の土壌上において，異なる樹種の種子を相互に混ぜあわせずにそれぞれ異なる区画に入るように留意した。これらのカップを供試の各種温度に保ち，120日間にわたって7日～15日前後の間隔で，各カップ内の4種種子の発芽及び発芽後の幼苗の生存状況を観察記録し，各観察時点における発芽率及び稚苗の生存率を求めた。試験期間中は，カップのふたを閉めてお

り，必要に応じて土壌へ滅菌水を噴霧することによって，カップ内の湿度を100%に維持した。なお，反復は2回，即ち1種の温度につき2つのカップを設け，各観察時点における2つのカップの発芽率の平均値を求め検討に供した。

2. 結　　果

2.1 種子の腐敗速度

Racodium 菌を接種した土壌上における4種種子の健全率の変化をFig. 1に示す。試験開始後30日目までは，いずれの樹種も健全率の低下が現われず，37日目前後からは4種の種子とも健全率が低下し始めた。その後，時間の推移に伴って樹種間の違いが次第に顕著になり，75日目の時点を例に取ってみると，種子の健全率は，エゾマツが最初値91%の半分(46%)に，アカエゾマツが96%からほぼゼロ（2%）に，トドマツが最初値71%のほぼ1/3（25%）に，カラマツが最初値76%の1/3以下（22%）に低下した。これらの値からみる種子健全率の低下速度を早い方から示すと，アカエゾマツ，カラマツ，トドマツ，エゾマツの順となった。

さらにFig. 1から，健全率の変化は，4樹種とも低下し始めて（大抵37日目前後）からほぼゼロになるまでの間では，経過日数とほぼ直線関係にあることが認められた。そこで，各種

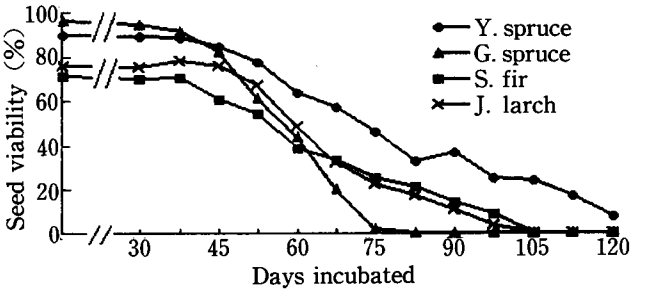

Fig. 1. Changes in viability of the seeds of four coniferous species incubated on *Racodium therryanum*-infested soil at 0℃.

Table 1. Regression analysis of the percent viability of seeds of four coniferous species incubated at 0℃ on *Racodium therryanum*-infested soil relative to incubation time (day)

Tree species	Time applicable to regression (day)	Y=a+bx*		Standard deviation of "b"	Coefficient of determination (r^2)
		a	b		
Y. spruce	37-120	125.4	−1.00	0.1549	0.88
G. spruce	37- 75	188.4	−2.47	0.3743	0.94
S. fir	37-105	105.5	−1.02	0.1503	0.90
J. larch	37-105	126.2	−1.27	0.1788	0.93

* Y=Estimated percent seed viability after a given incubation time;
X=Incubation time (day).

子につきこの間の回帰直線を算出し（Table 1），各直線の傾き即ち回帰係数b（b＝毎日の健全率低下量）が活力喪失の速度を示すので，このbをもって各種子間の感受性を比較してみた。アカエゾマツのb値は−2.47で絶対値にして他3種のb値のいずれに比べても2倍前後大きく，一方，エゾマツ，トドマツ及びカラマツ3種のb値はそれぞれ−1.00，−1.02，−1.27であり，相互間の違いが明らかではなかった。そこで，これら4樹種間におけるb値即ち活力の低下速度の違いについてF検定を行い，その有意性を検定した（Table 2）。その結果，b値の違いは，アカエゾマツと他の3種のいずれとの間においても高い水準で（1%）有意であり，他3種の相互間では，いずれも5%の水準で有意とは認められなかった。

Talbe 2. Result of F-test of the differences between regression coefficients (b) which signify the decrease speed of seed viability

Tree species	G. spruce	S. fir	J. larch
Y. spruce	＊＊	ns	ns
G. spruce	/	＊＊	＊＊
S. fir	＊＊	/	ns

＊＊: Significantly different at P=0.01;
ns: Not significantly different at p=0.05.

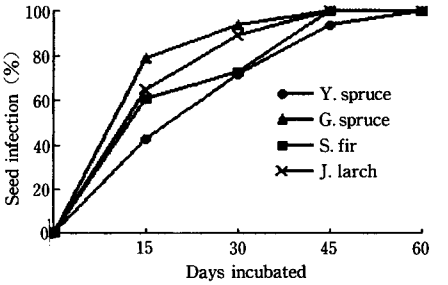

Fig. 2. Changes in *Racodium therryanum*-infection incidences on the seeds of four coniferous species incubated on *R. therryanum*-infested soil at 0℃.

Fig. 2には，4種種子の菌感染率の推移を示した。4樹種とも試験開始後45日目に90%以上の菌感染率が見られ，樹種間の菌感染率の差が前述の活力低下ほど顕著ではなかった。しかし，45日目までの菌感染率推移を見ればアカエゾマツの菌感染率が常に他3種より高く，また，種子から伸びている *Racodium* 菌の菌叢はアカエゾマツの方が最も旺盛な成長ぶりを示すことが観察された。これらの結果は，アカエゾマツの種子が *Racodium* 菌の侵入を最も受けやすいことを示しており，さきに述べたアカエゾマツ種子の活力の低下が最も激しい結果を裏付けている。

2. 2　林地における種子の感染

林床で越冬した種子に対する菌の検出試験の結果，*Racodium* 菌のほか，もう一種の植物病原菌（*Rhizoctonia* sp. と同定。以下 *Rhizoctonia* 菌と呼ぶ）も頻繁に発見された。これら両種菌による種子の感染状況をFig. 3に示す。種子の感染率は，*Racodium* 菌について見ると，アカエゾマツが50%と最も高く，これに次いでエゾマツ（36%）であり，トドマツとカラマツが最も低くそれぞれ30%と31%であった。また，*Racodium* 菌と *Rhizoctonia* 菌両種を合計した複合感染率は，*Racodium* 菌のみの感染率の場合とほぼ同様であり，4種種子のうち，アカエゾマツが最も高く（79%），続いてエゾマツ（72%）であった。さらに，*Rhizoctonia* 菌による種子の感染は，エゾマツが最も多く，これに次いでアカエゾマツであり，トドマツとカラ

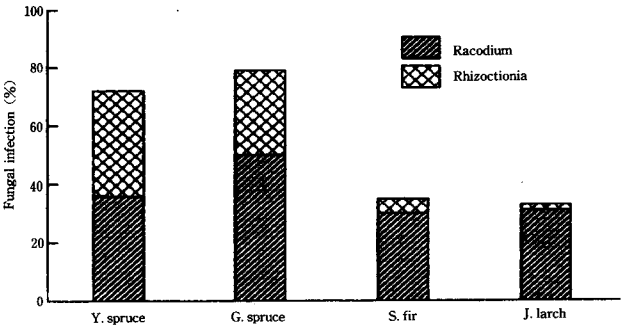

Fig. 3. Incidences of infection by *Racodium therryanum* and *Rhizoctonia* sp. on the seeds of four coniferous species which have overwintered on a conifer forest floor.

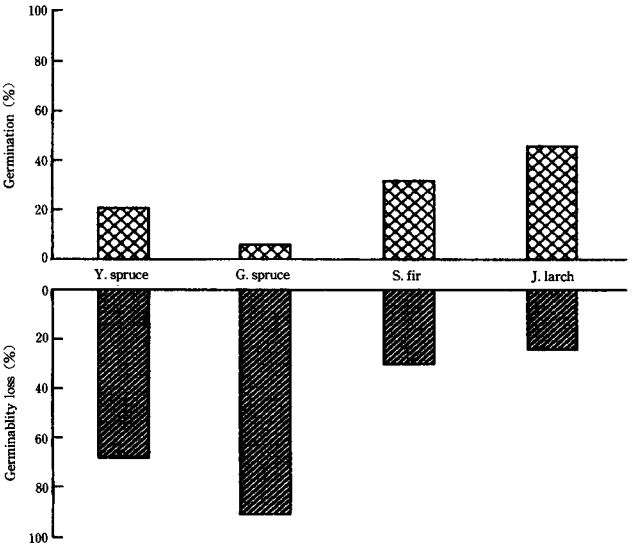

Fig. 4. Germinations and germinability losses of the seeds of four coniferous species which have overwintered on a conifer forest floor.

マツの両樹種は僅かであった。

Fig. 4 は，越冬後の 4 種種子の発芽率と，越冬前の試験発芽率に基づいて算出した発芽力の喪失率を示したものである。越冬後の，エゾマツ，アカエゾマツ，トドマツ及びカラマツ 4 種種子の発芽率は，それぞれ 21%，6%，32%，46%となっており，越冬前の発芽率を基準とした発芽力の喪失率は，アカエゾマツが 91%と最も高く，続いてエゾマツであり（68%），トドマツとカラマツ両樹種がそれぞれ 30%と 24%で，後 2 樹種の種子発芽力の喪失が前 2 樹種に比べ明らかに少なかった。

なお，林床越冬後の 4 種種子の発芽に関して，一つ注目すべき現象が観察された。試験方法の節にすでに述べたが，1987 年の秋（10 月 17 日）に林床に置いた袋入りの種子は翌年融雪

直後（6月3日）に回収した。種子を回収した時点で袋内の種子を観察したところ，エゾマツ，アカエゾマツ，カラマツ3種の種子には吸水による種子の膨れや種皮の破裂など発芽の徴候が全く認められなかったが，トドマツ種子にはすでに数多く（27%）発芽しているものが発見された（Fig. 4に示したトドマツ種子の発芽率にはこの回収時点ですでに発芽したものも含まれている）。

2. 3 稚苗の発病過程

異なる温度下での，*Racodium* 菌を接種した土壌上における4種種子の発芽及び発芽後の稚苗（芽生え）の生存推移（以下，発芽・生存推移と言う）を，Fig. 5に示す。発芽・生存推移は，エゾマツとアカエゾマツ両樹種間では顕著な差がなく，種子の発芽が，いずれも10℃，5℃，0℃では全く見られず，20℃，15℃においてのみ発生した。また，20℃での発芽が15℃

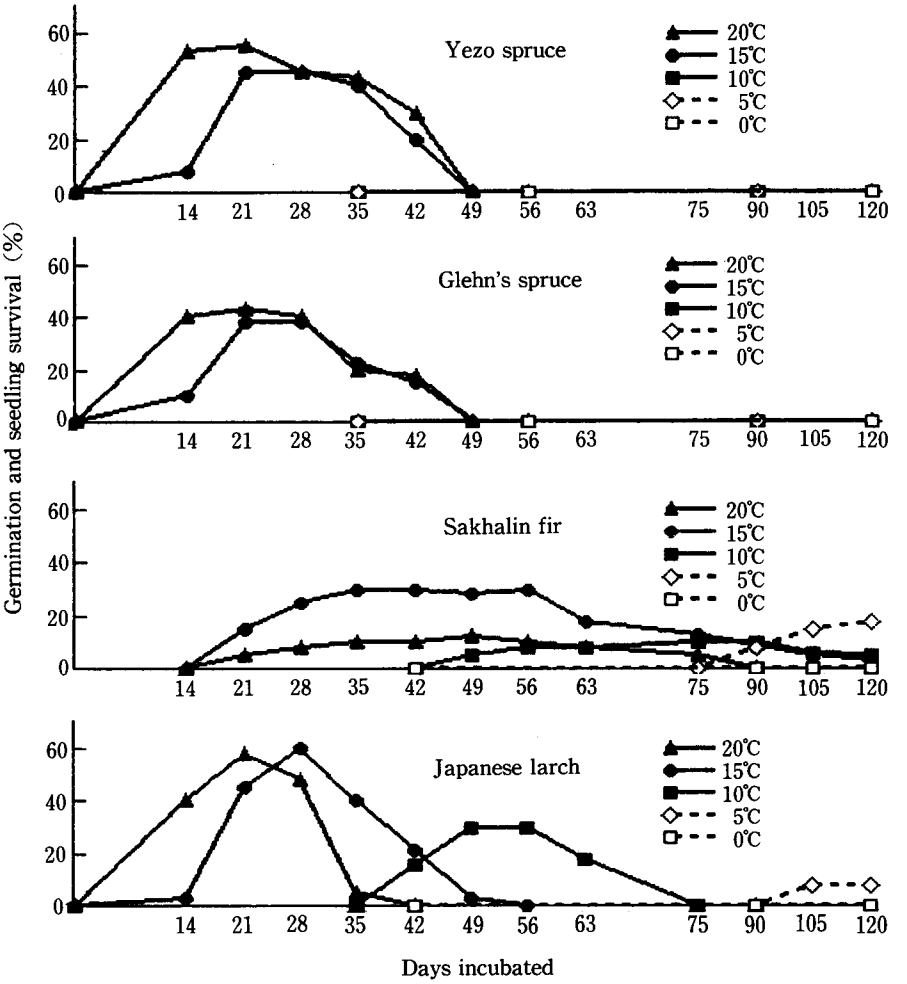

Fig. 5. Seed germination and seedling survival of four coniferous species on *Racodium therryanum* -infested soils under different temperature conditions.

より早く始まったが，試験開始後21日目以後は両者の推移曲線が互に近付いていき，49日目で両温度とも発生した稚苗が全部死亡してしまうに至った。

一方，トドマツとカラマツは，供試温度のうち，最低温度0℃を除いてすべての温度で発芽が見られた。まず，20℃と15℃の温度について見ると，カラマツの発芽・生存推移の曲線が同温度下のエゾマツ，アカエゾマツのそれとほぼ相似している。しかし，稚苗生存率の低下は，カラマツの方が特に20℃の場合，エゾマツ，アカエゾマツ以上に急速に進行する傾向にあった。同じ20℃と15℃の温度下においてトドマツは，前述した3樹種に比べ発芽生存推移曲線には顕著に時間的な遅れが見られ，かつ発芽過程における曲線の上昇と稚苗死亡過程における曲線の下降とも，非常に緩やかなカーブを呈した。15℃の曲線を例に取って見れば，トドマツ以外の3種は，いずれも試験開始後14日目に発芽が見られ，その後発芽・生存推移曲線が急速にピークに達した後また急速下降し，遅くとも試験開始後56日目で稚苗の生存率がゼロになってしまった。これに対し，同じ15℃の温度下において，トドマツは，試験開始後21日目に発芽が始まり，その後発芽・生存曲線が徐々に上昇しほぼ35日目にようやくピークの値に達し，このピーク値がほとんど低下しないまま56日目まで維持されていた。生存推移曲線の低下は56日目以後に始まり，試験を打切った120日目の時点でもなお少数の稚苗が生存していた。

10℃の温度下では，トドマツとカラマツ種子の発芽はそれぞれ49日目と42日目に始まった。その後，発芽率の推移はトドマツが全般的に低いが，120日目になっても15℃の場合と同じく，少数の稚苗の生存が依然認められる。一方，カラマツは，発芽が急速にピークの値に達した後すぐまた急速に稚苗死亡の過程を辿っていき，75日目で生存稚苗数がゼロになった。さらに，5℃でのトドマツとカラマツ両種種子の発芽は，それぞれ75日目と90日目以後に発生し始め，試験を打切った120日目には，トドマツが18%，カラマツが8%の発芽率（その時の稚苗がすべて活きているので稚苗生存率とも言える）に達した。

なお，本試験における稚苗の死亡について，一つ指摘すべきことがある。即ち，稚苗の死亡は，*Racodium* 菌の侵害のみによるものではなく，特に供試温度中の最高温度20℃の場合，死亡した稚苗から *Racodium* 菌以外の菌（主に *Cylindrocarpon* sp. と *Fusarium* sp.）もかなり頻繁に発見されたので，死亡した稚苗のうち，これらの菌の侵害（または *Racodium* 菌との複合侵害）によるものもあると思われる。

3. 考　　察

種子の腐敗速度を比較した結果（Fig. 1, Table 1～2）から，*Racodium* 菌の侵害に対する種子の感受性は，エゾマツ，トドマツ及びカラマツ3種間では大差はないが，アカエゾマツだけが前3種に比べ著しく高いことが判明した。さらに，林地の自然感染状況を調査した結果（Fig. 3）でも，*Racodium* 菌による種子の感染は，4樹種のうちアカエゾマツが最も多く，ア

カエゾマツの種子が *Racodium* 菌の侵害を最も受けやすいことが明らかである。エゾマツよりもアカエゾマツの方が *Racodium* 菌の侵害を受けやすいことは，腐敗種子の組織変化について病態解剖的手法で筆者らが比較検討した結果[3]によっても証明されている。また，岸田ら[10]は，*Racodium* 菌の菌叢上で長期保存したトドマツ，アカエゾマツ，エゾマツ種子の発芽状態を調べ，3種とも *Racodium* 菌の影響を強く受け発芽が阻害される傾向が認められたが，この傾向は特にアカエゾマツが非常に強いと指摘している。

林地で越冬した種子の発芽力の喪失は，越冬種子から *Racodium* 菌の他にもう一種の病原菌が発見された（Fig. 3）ので，これら両種病原菌の複合感染によるものと考えざるを得ない。両種病原菌の複合感染と，これに由来したと考えられる種子の発芽力の喪失のいずれも，4種種子のうちアカエゾマツが最も多く，アカエゾマツが，*Racodium* 菌による菌害のみでなく菌害全般に対し高い感受性を有すると考えられる。さらに，エゾマツ種子の菌複合感染及びその発芽力の喪失は，アカエゾマツより少なかったものの，トドマツとカラマツに比べると顕著に多かったことから，菌害全般に対し，エゾマツ種子の感受性は，アカエゾマツほど高くはないが，トドマツとカラマツに比較する場合，高い方に属すると言えよう。

また，積雪下条件に近似する温・湿度を維持した人為発病試験の結果（Fig. 1）では，4種種子のいずれも試験開始後120日目までに全部またはほぼ全部腐敗してしまったが，林地での自然発病の調査結果では，種子が少なくとも11月末から4月末までの間（約150日間）に積雪下に埋められていたにもかかわらず，その発芽力が，4種のどれも完全に喪失するには至らなかった（Fig. 4）。このことについては，人工接種の土壌に比べ，林地土壌内の *Racodium* 菌（他の種子病原菌が存在すればそれも含む）の密度が低いことと，林地では，積雪期前の *Racodium* 菌が休眠状態に置かれていると推察され，積雪期に入ってからその発病力を回復するには時間を要することによって，説明できると思われる。

異なる温度下の4樹種の種子・稚苗の発病過程（Fig. 5）を，0℃下の種子腐敗速度を比較した結果（Fig. 1）と合わせて考えると，まず，種子の腐敗について，供試温度のうち，高温側の20℃，15℃では4種樹種のどれも発病しないが，最低温度の0℃では4種のどれも激しく発病する。しかし，中間温度の10℃と5℃では，エゾマツとアカエゾマツ両樹種は，0℃と同じく激しく発病してしまうが，トドマツとカラマツ両樹種は少なくとも一部の種子が罹病することなく発芽するまでに至ることが可能である。さらに，*Racodium* 菌に侵される危険に晒された発芽後の稚苗（芽生え）は，エゾマツ，アカエゾマツ，カラマツ3種のいずれも，温度条件とほとんど関係せずに急速な死亡過程で辿っていくのに対し，トドマツの死亡推移過程が非常に緩やかであり，稚苗の生存しうる期間が前3種に比べ著しく長くなっている。このことは，*Racodium* 菌（または他の有害菌も含む）の侵害への耐性はトドマツ稚苗がほかの3種の稚苗に比べ明らかに大きいことを意味すると考えられる。なお，*Racodium* 菌に対しトドマツがエゾマツに比べ耐病性であることを，佐保・高橋[12]も指摘している。

一方，10℃と5℃の温度で，トドマツとカラマツの一部の種子が *Racodium* 菌の侵害を受けずに発芽したが，未発芽の種子は，試験を打切った時点で切断・観察した結果，すでにアカエゾマツ，エゾマツ種子と同じく激しく腐敗してしまい，さらに，腐敗の激しさ（胚乳，胚の変色程度）から，腐敗種子の多くは発芽に至った種子の発芽する以前にすでに *Racodium* 菌に侵されたと判断された。また，5℃における種子の発芽は，75日間静置後，始めて開始したものであり，このことは，5℃の温度下で発芽に成功した種子が，その発芽する前に75日間以上 *Racodium* 菌に侵される危険に晒されていても，この菌には侵されないことを意味している。ここで，なぜ，トドマツとカラマツの一部の種子は，*Racodium* 菌に侵される危険にかなり長時間晒されてもこの菌に侵されず発芽することができ，そのもう一部の種子は，アカエゾマツやエゾマツの種子と同様に早々とこの菌に侵されてしまうのかについて，説明することが困難であるが，おそらく種子の健康状態に関係があるだろう。

北海道における針葉樹の天然更新は，全般的に不良であり，更新の成立しうる立地は一般に限定されることが知られる。しかし，一方，更新立地の制限には樹種によって程度の差もあることが認められ，例えば，トドマツに比べ，エゾマツの更新立地制限がより厳しいことは周知の一例である。即ち，トドマツの場合は，倒木，鉱物質露出地など更新のよい場所ではもちろんのこと，一般林床においても，多少にかかわらず稚苗の発生が見られるが，エゾマツは，特殊な立地以外の一般林床では，ほとんど更新しないという，より厳しい現状にある[15]。

この現象について，夏目[11]は，エゾマツの上層植生による被圧への耐性がトドマツより小さいことに原因を帰している。一方，針葉樹更新阻害要因の一つである *Racodium* 菌による被害は，有機堆積腐植物に富む一般林床では多く発生し，倒木や，有機物質の乏しい特殊な立地ではほとんど発生しないことが知られている[1,2,9]。したがって，本研究の結果から，これら両樹種間の，*Racodium* 菌などの有害菌類に対する耐性上の差異も，上述現象の生じた重要原因の一つと考えられる。佐保・高橋[12]は，エゾマツとトドマツの天然分布には菌類による選択的加害が関与すると指摘しているが，本研究の結果から導かれた結論と同義のものと言えよう。

立地制限という更新上の性質が非常に顕著な樹種として，アカエゾマツも挙げられる。この樹種は，天然更新研究の中でエゾマツ，トドマツほど多く取り上げられていないが，北海道針葉樹種のうち，分布地域が最も限られ，かつ地表攪乱した裸地への一斉侵入に頼るしか成林がほとんど不可能な樹種であることが知られる[17,18,19]。立地が他樹種より一段と厳しく限定されるというアカエゾマツの更新特性は，その浅根性と土壌痩悪への耐性によるとの解釈が試みられている[17]が，本研究で示されたアカエゾマツの菌害耐性の極端な弱さも，この更新特性を作り出した要因の一つと考えられる。

また，カラマツは，北海道の在来樹種ではないが，その人工林に由来する天然更新において，基本的にエゾマツと同じ様な立地制限現象が認められ[8]，なおかつ，この現象の発生に

Racodium 菌害が関与していることも明らかにされている[7]。本研究の結果では，カラマツの種子は，エゾマツ，アカエゾマツほど高い *Racodium* 菌害感受性を見せていないが，その稚苗は，トドマツより遙かに菌害耐性が小さく，おそらくエゾマツ，アカエゾマツ以上に罹病しやすい可能性さえ示され，更新立地の制限に関して，カラマツの天然更新は，少なくともエゾマツと同様に強く菌害の影響を受けていると推測できよう。

引 用 文 献

1) 程　東昇：エゾマツの天然更新を阻害する暗色雪腐病菌による種子の地中腐敗病．北大演研報，**46**, 529-575, 1989

2) CHENG, D. and IGARASHI, T.: Fungi associated with the natural regeneration of *Picea jezoensis* CARR. in seed stage. Res. Bull. Exp. For. Hokkaido Univ. **44**, 175-188, 1987

3) CHENG, D. and IGARASHI, T.: Histopathology of Yezo spruce and Glehn's spruce seeds infected by the dark-snow blight causal fungus *Racodium therryanum*. J. Jpn. For. Soc. **70**, 344-351, 1988

4) 遠藤克昭・岸田昭雄・真田　勝：天然更新に関与する菌害（III）広葉樹種子に対する暗色雪腐病菌の病原性．日林北支論，**34**, 104-105, 1985

5) HASEGAWA, K: On a method of determining seed vigor by a certain reagent. Jpn. J. Bot. **8**, 1-5, 1936

6) 林　敬太・遠藤克昭：トドマツ天然生稚苗の発生を左右する菌害と乾燥害．林試研報，**274**, 1-22, 1975

7) IGARASHI, T. and CHENG D.: Fungal damage caused by *Racodium therryanum* to regeneration of Japanese larch by natural seeding. Res. Bull. Exp. For. Hokkaido Univ. **45**, 213-219, 1988

8) 五十嵐恒夫・矢島　崇・松田　彊・夏目俊二・滝川貞夫：カラマツ人工林の天然下種更新．北大演研報，**44**, 1019-1040, 1987

9) 岸田昭雄・遠藤克昭・真田　勝：天然更新に関与する菌害（IV）各種樹冠下土壌における種子の発芽と菌害．日林北支論，**34**, 106-107, 1985

10) 岸田昭雄・遠藤克昭・真田　勝：天然更新に関与する菌害（V）暗色雪腐病菌菌叢上での長期保存が林木種子の発芽に及ぼす影響．日林北支論，**35**, 101-103, 1986

11) 夏目俊二：エゾマツ更新の立地条件と初期生長に関する研究．北大演研報，**42**, 47-108, 1985

12) 佐保春芳・高橋郁雄：エゾマツとトドマツの天然分布に関与する菌類．林業技術，**388**(7), 6-8, 1974

13) 佐藤邦彦：低温下における針葉樹苗の地中腐敗型立枯病（I）．日林誌，**46**(5), 171-177, 1964

14) 佐藤邦彦・庄司次男・太田　昇：針葉樹苗の雪腐病に関する研究II，暗色雪腐病．林試研報，**124**, 21-112, 1960

15) 高橋延清：林分施業法．pp. 117，全国林業改良普及協会，東京，1971

16) 田中　潔・遠藤克昭・松崎清一・佐々木克彦・林　康夫：昭和58年度・北海道に発生した樹木病害．北方林業，**36**(6), 19-22, 1984

17) 舘脇　操：アカエゾマツ林の群落学的研究．北大演研報，**13**(2), 1-181, 1943

18) TATEWAKI, M.: Forest ecology of the islands of the North Pacific Ocean. J. Agr. Hokkaido Univ. **50**, 371-486, 1958

19) 舘脇　操・森本伝男：アカエゾマツの群落生態的調査．北大演研報，**8**, 1-287, 1933

Summary

The susceptibility of seeds and seedlings of four coniferous species to dark snow-blight, caused by *Racodium therryanum* THUEM. was compared by examining the disease development.

In a seed inoculation test, the seed viability of Glehn's spruce (*Picea glehnii* MAST.) decreased much more quickly than that of the Yezo spruce (*P. jezoensis* CARR.), Sakhalin fir (*Abies sachalinensis* MAST.), and Japanese larch (*Larix kaempferi* CARR.), indicating that Glehn's spruce seeds are, of the four species, most susceptible to *Racodium therryanum* infection. In field testing, both Glehn's spruce seeds and Yezo spruce seeds were found to be markedly susceptible to the complex infections induced by plural pathogens including *R. therryanum*, more so than the Sakhalin fir and Japanese larch.

Temperature-disease relation test showed that at 0℃, the tested seeds were completely infected by *R. therryanum* in all four of the species; however, at 5℃ and 10℃, a portion of Sakhalin fir and Japanese larch seeds germinated without suffering any *R. therryanum* infection, while none of the Yezo spruce or Glehn's spruce seeds germinated. An explanation of this could be that Sakhalin fir and Japanese larch seeds may possess a partial tolerance to *R. therryanum* infection under 5℃ and 10℃.

On *R. therryanum*-infested soils, Sakhalin fir seedlings survived much longer than did either the Yezo spruce, Glehn's spruce, or Japanese larch seedlings. This indicates that Sakhalin fir seedlings have a greater tolerance to *R. therryanum* infection than seedlings of the other three species.

The natural regeneration of Yezo spruce does not occur as often as that of the Sakhalin fir. The remarkable difference in seed-seedling disease-tolerance between these two conifer species, as shown in this study, is likely an important factor responsible for the formation of this phenomenon. The occurrence of Glehn's spruce regeneration is, as is well-known, extremely restricted to the mineral soil-exposed sites which is usually pathogenic organism -free. Such a restriction of Glehn's spruce regeneration may have arisen, at least partially, from the extreme susceptibility of this species to *R. therryanum* infestation.