



Title	名寄林木育種試験地における病害虫発生とその対処 (2017 ~ 2020年)
Author(s)	高橋, 太郎
Citation	北方森林保全技術, 39, 6-18
Issue Date	2021-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/83340
Type	bulletin (article)
File Information	01-2.pdf



[Instructions for use](#)

I-2 名寄林木育種試験地における病虫害発生とその対処 (2017～2020年)

高橋 太郎

南管理部

はじめに

名寄市郊外に位置する名寄林木育種試験地は雨龍研究林に所属し、総面積約 19ha のうち 7.9ha が苗木育成用の苗床に当てられている。ここでは林木育苗技術の確立と継承、更なる発展を目的として、アカエゾマツ、トドマツおよびエゾマツの苗木が育成され、また天塩・中川・雨龍の各研究林に植林用の苗木を供給している。



農薬による防除と林木育苗

針葉樹の苗床は、特定の限られた種の植物が密生する、極度に多様性が低い人工的な植生であり、このような環境はやはり特定の種の病原菌や害虫が大発生しうる条件が潜在的に整っている。安定確実な苗木生産のためには人為的な保護が必要となり、この点で水田や畑作地等と同様の「農地」と言える。

病害や害虫による被害から苗木を保護するには、農薬の使用が有効かつ重要な手段となる。国内で市販されている全ての農薬には、使用が許される作物（植物）、1シーズンあたりの使用回数制限、また農作物の場合は収穫前の休薬期間が、使用登録（以下「登録」と呼ぶ）によって定められている。この登録は、2003年にそれまでのネガティブリスト制からポジティブリスト制に移行したため、以後は登録で許可されていない撒布・使用は、市場への出荷の有無を問わず全てが農薬取締法違反となった。

農薬メーカーが新薬を開発する際、登録の取得を申請する作物ごと個別に効果試験、安全試験、残留試験を実施する義務が有る。これらの時間的・費用的な負担から、水田稲作など市場も栽培規模も大きな作物とは対照的に、市場の小さなマイナー作物についてはメーカーが登録の新規取得を敬遠する、あるいは既存の登録を放棄する事例が多い。2021年現在、林木苗木の苗畑も国内での栽培規模は微々たるものであり、このため苗木に登録を有する薬剤は殺虫剤・殺菌剤等を問わずごく少数にとどまっている。

名寄林木育種試験地における薬剤選択

2016年度まで、名寄林木育種試験地の苗床では、経験的に有効性が確信された薬剤が選択され使用されてきた。これはかつてのネガティブリスト制では問題とならないが、現行のポジティブリスト制下では、個々の薬剤の登録内容によっては違法となる可能性がある。

「明らかに有効であり、安全性の懸念も無い薬剤を、登録外のため使用できない」ジレンマに対し、育種試験地とともに名寄市の本学敷地内に位置し、またこれら敷地を管理する北管理部で議論を重ねた結果、国立大学法人としてのコンプライアンスを遵守し、登録を厳守した薬剤選択によって病虫害防除を実施する方針を固め、雨龍研究林担当者からも了解を得た。

2017年度より、前任部署の耕地圏ステーションから森林圏ステーション北管理部に異動した筆者が、当年度以降育種試験地で使用する薬剤の選択を担当することとなったが、それまで針葉樹の苗木栽培に関する経験が無かった筆者が、教科書的・一般論的な知識から始めて試行錯誤を繰り返す中、たびたびの病虫害発生と苗木への被害に悩まされることとなった。

以下、筆者が名寄林木育種試験地に関与した2017年から2020年の4年間に発生した病虫害およびそれらへの対処の記録を報告するとともに、今後の予防策を提案、更に背景となる気候と気象について考察する。

なお本報告で紹介する画像は、一部インターネット上で得たフリーライセンスのものを除き、筆者が撮影または作成したものおよび、浪花 技術専門職員（北管理部）が撮影したものを採用した。特に根気を要する定点観測・撮影を続けた浪花氏に対し、敬意と感謝を表す。

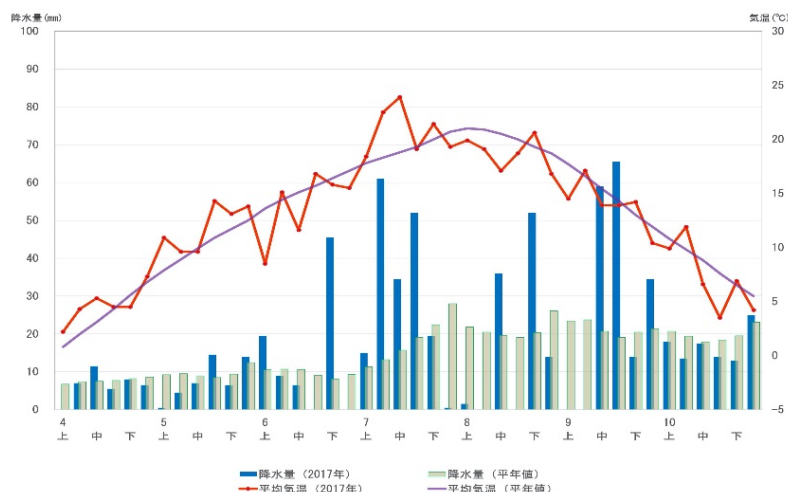
各年の気象条件

2017年は、4月1日から10月31日までの期間（以下、他の年次においても同期間）の平均気温が平年値の -0.1°C 、降水量は平年値の112%と、平均値を見れば特筆するものは無いが、7月前半は高温多雨、その後7月後半から8月前半にかけては乾燥傾向が見られた。

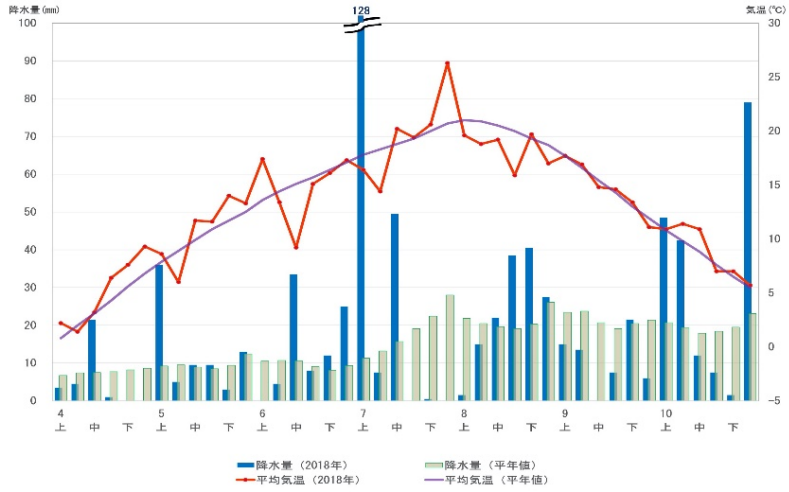
2018年は、4月から5月の高温に続き、6月中旬に道北一帯に晩霜が降り、各研究林の植生にも大きな影響を及ぼした。またその後6月下旬から7月上旬にかけては、平年値の11倍にも及ぶ大雨と連続降雨、そして半旬ごと平均気温が平年値を最大 8.3°C 下回る低温多雨となった。これは後述する灰色かび病を始め、カビ類に起因する多くの植物病害の好発条件である。一方、7月中旬から8月上旬にかけては一転して高温乾燥が続いた。

2019年は、期間内の平均気温が平年値 $+0.8^{\circ}\text{C}$ 、降水量は平年値の76%と、8月の低温多雨を除き、全体として高温乾燥に推移した。高温乾燥はハダニ類の好発条件であり、この年はダニ害、病害両方の高リスクに晒された年と言える。

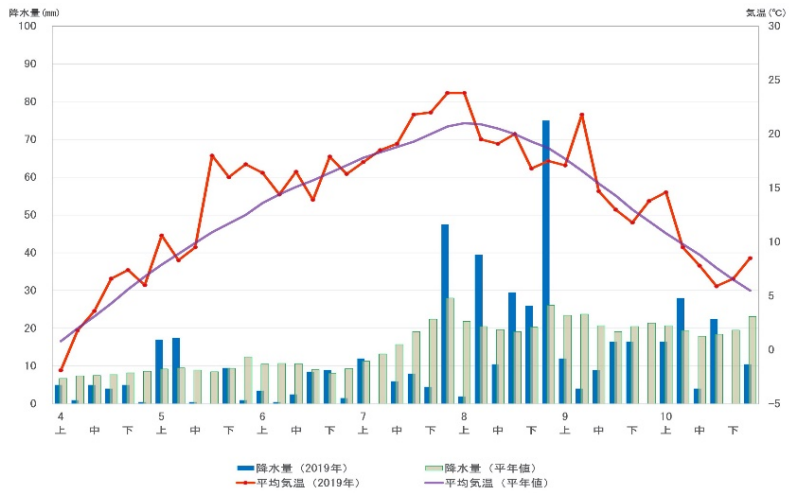
2020年は、期間内の平均気温が平年値 $+0.7^{\circ}\text{C}$ と全体的には高温傾向、降水量は平年並みだったが、各月半旬ごとに見ると、気温、降水量とも乱高下が激しい年となった。



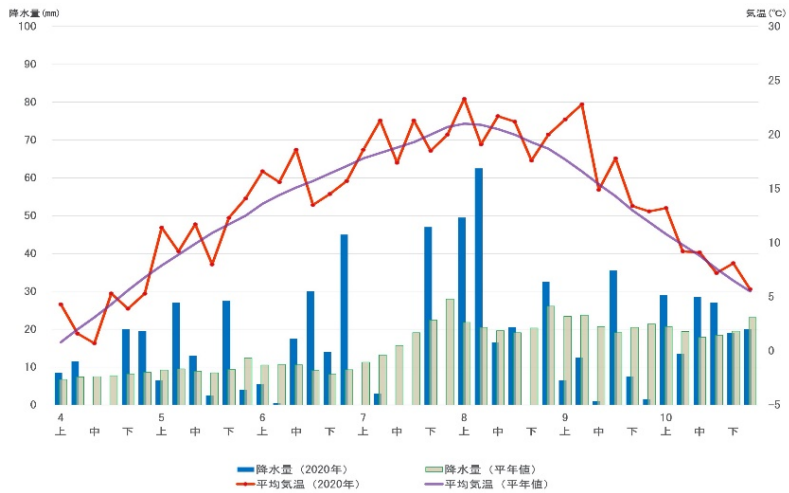
2017年の気温と降水量（平年値と比較）



2018年の気温と降水量 (平年値と比較)



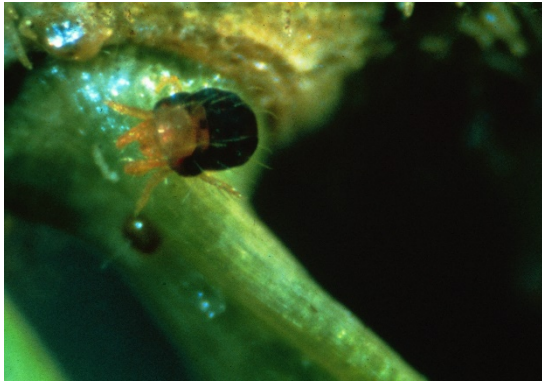
2019年の気温と降水量 (平年値と比較)



2020年の気温と降水量 (平年値と比較)

トドマツノハダニ

体長 0.3mm 前後のハダニで、学名 *Oligonychus ununguis*。エゾマツ、トドマツ、アカエゾマツなど針葉樹の他、広範な樹木に寄生する多犯性。北海道では年間約 6 世代を繰り返し、特に 6 月から 7 月にかけて第 2 世代が寄生を拡大するとされる。



トドマツノハダニ
(Wikimedia Commons よりフリー画像)



トドマツノハダニ
(Wikimedia Commons よりフリー画像)

2017 年、7 月初旬から当年払出予定の 7 年生苗を中心に葉が褪色・赤変した株が見つかり、日数の経過とともに異変が拡大した。赤変した葉はやがて枯死落葉し、また新梢や枝の先端が水気を失い萎れ気味となった。



2017/7/5 アカエゾマツ 7 年生苗



同 2017/7/19

当初は根腐れ等の病害の可能性も考えたが、7 月 19 日、野外にてルーペで観察したところ、苗木上を動き回る黒い点状の虫が発見され、ハダニの寄生を疑った。7 月 24 日、複数の畝からランダムにサンプルした短枝を実体顕微鏡で観察したところ、最も被害の大きな畝では短枝 1cm あたり 0.5 匹以上の本種生虫が発見された。一方、症状の出ていない畝では本種の生虫はほぼ皆無だった。

本種が主原因であるか否かは未確認だったが、ハダニの早急な駆除は必要であると判断し、翌 7 月 25 日、昆虫類害虫に加えてハダニ類にも登録のある有機リン殺虫剤「トクチオン乳剤」を、その他殺菌剤と混用して苗畑全面に撒布した。

以後、7 月 28 日、8 月 1 日、同 6 日、同 17 日、同 31 日の 5 回に渡って、7 月 24 日と同様に短枝の顕微鏡観察を行ったが、8 月 6 日までの観察では生虫は皆無、同 17 日の観察では、被害甚大畝でも短枝 1cm あたり生虫 0.01 匹であり、この年発生した本種はほぼ駆除できたものと判断した。被害を受けた株は、8 月以降は新たな葉の再生も見られたが、最終的にはこの年の成績調査の結果、アカエゾマツ苗の枯死率 23.8%、トドマツ苗の枯死率 41.3%の不成績となった。



被害苗
アカエゾマツ 4年生苗



同 短枝拡大写真



同 顕微鏡写真
画面右端に偶然生虫が写っていた



2017/8/16 アカエゾマツ 7年生苗



同 2017/9/23

2018 年は上述の通り全体として低温多雨な年となった。これはハダニ類の増殖に不適な気象条件であるが、7月13日、予防的に2017年と同じくトクチオン乳剤を撒布した。この年は本種による大きな被害は確認されていない。

2019 年は、8月の低温多雨を除いて、ハダニ類が好発する気象条件である高温乾燥に推移した。7月3日、殺菌剤であると同時に殺ダニ剤としての登録も有する「ポリベリン水和剤」を撒布したが、その後7月下旬、当年払出予定の台番1201（7年生アカエゾマツ）に、2017年と同様の赤枯れ症状を呈した株が発見された。7月31日、この台番1201の他、合計10の台番からランダムに採取した短枝を顕微鏡観察したところ、台番1201では最大で短枝1cmあたり0.4匹の生虫を発見したが、他の9台番では生虫は発見されなかった。

8月3日、既に被害が発生している台番1201に加え、新たに症状が見つかった台番1301（6年生アカエゾマツ）に、臨機処置としてトクチオン乳剤を人力撒布した。その後の追跡調査で、短枝1cmあたり生虫数が、8月6日は最大で0.18匹、同16日に最大0.19匹、同30日には最大0.78匹と、2017年と異なり撒布後にも全滅しておらず、むしろ再増殖が始まっている事が明らかとなった。これは、2017年、2018年と、本種防除を目的に同一の殺虫殺ダニ剤を連用したため、本種が抵抗性を獲得したものと推察された。

幸い8月末時点で、台番1201および1301以外には、目視できる被害も、また顕微鏡観察下での生虫発見も広がっていなかったため、被害拡大と翌年への影響を防止するため、このシーズン内での根絶を意図して追加撒布を検討した。

9月3日、即効性の合成ピレスロイド殺虫殺ダニ剤「テルスター水和剤」と、遅効性だが残効が長く、次世代増殖を強く抑制する殺ダニ専用剤「バロックフロアブル」を混合し、生虫が

発見されているこれら台番 1201 と 1301 にのみ人力で撒布を実施した。この年はその後の天候等により追跡調査を行えず、効果については確認していない。



2019/7/25 アカエゾマツ 7年生苗



同 2019/9/3

2020 年は全体としては高温傾向だが、気温、降水量とも、乱高下が激しい 1 年となった。

前年 2019 年の時点で、トクチオン乳剤および同系統の有機リン殺虫殺ダニ剤は本種に対して有効性を失ったと考えられた。一方、現場の栽培担当者達からは、2016 年まではハダニによる被害は問題となっていなかったとの声が寄せられた。

2016 年当時、育種試験地で苗木に用いられていた殺虫剤は、ネオニコチノイド系のモスピラン水溶剤のみであるが、これは昆虫類にのみ有効でハダニ類には効果が無い。またその他の夏季に撒布されていた殺菌剤も、殺ダニあるいは忌避効果は無いものであった。

一方、これら殺虫剤や殺菌剤が撒布される際、展着剤マイリノーが加用されていたことを再確認した。常用では本展着剤は 10,000 倍希釈になる様に添加するが、育種試験地ではこの 10 倍である 1,000 倍希釈で添加されており、本剤の主成分である界面活性剤の高濃度撒布がハダニ類の物理的窒息を引き起こしていた可能性が想起された。

7 月 16 日、殺菌剤と殺ダニ剤を兼ねてポリバリン水和剤と、殺ダニ専用剤バロックフロアブルを混用して全面撒布した。当日、撒布の直前に台番 1401 (アカエゾマツ) から採取したサンプルからは、短枝 1cm あたり生虫が平均 0.15 匹発見されたが、撒布 10 日後の 7 月 26 日の追跡調査では、台番 1401 からは生虫死虫ともに皆無だった。また同日、他の 4 台番からも計 20 サンプルを採取したが、平均で生虫 0.05 匹/短枝 1cm と、圃場全体のダニ密度が低く保たれていた。

ついで 7 月 28 日、殺菌剤フルピカフロアブル、殺虫剤モスピラン水溶剤の規定倍率希釈液に、展着剤マイリノーを常用の 10 倍である 1,000 倍希釈となる様に加用して撒布した。この撒布の後は顕微鏡観察を行っていないため経過は不明だが、その後この年はハダニの被害は報告されていない。

灰色かび病

カビの一種 *Botrytis cinerea* によって引き起こされる植物病害。葉菜類、果菜類、果樹類、花卉類など極めて広範な作物を犯す多犯性で、被害部位も葉、茎、花、果実と多岐に渡る。特に低温多湿条件で好発する。

2018 年は、6 月 10 日に上川以北の道北一帯に晩霜が発生して以降、7 月中旬に至るまで半月あたり平均気温が平年値を最大 8.3℃ 下回る低温が続き、同時に 7 月上旬の大雨を始め連日の降雨が続いていた。またこの悪天候により圃場および作業道が泥濘化し、予定していた農薬撒布を実施できずにいた。

6月20日以降、トドマツおよびエゾマツの苗木に、新梢および短枝の先端が褪色し、垂れ下がる異変が見られ始め、時間の経過とともに拡大した。7月3日に筆者が確認した時点では、トドマツおよびエゾマツの多くの苗木で新梢・短枝の先端が萎凋し、更に症状が進んだ株では水浸状に褐変枯死していた。一方、アカエゾマツ苗には目立った被害は見られなかった。



2018/5/18 トドマツ 7年生苗
(発病前)



同 2018/6/20 (発病後)

枯死した新梢の基部に灰白色の菌糸を認めた。この時点では病名および病原菌は特定できなかったが、カビ類による病害と判断し、7月4日、DMI剤のトリフミン水和剤、リゾクトニア属菌に特効のあるモンカットフロアブル40、耐性菌出現を予防するため有機銅乳剤のサンヨールの3剤を混合して全面機械撒布した。ついで同13日、殺菌剤トップジンM水和剤および有機銅剤キノンドー水和剤80を、殺虫剤と混合して全面機械撒布した。



同 2018/7/6



同 2018/7/6 被害苗新梢先端



同 2018/7/19



同 2018/8/2

これ以降は天候および気温が回復し、病勢の拡大は止まったが、当年払出予定であったトドマツ苗木の払出本数が8割減となる等、トドマツおよびエゾマツに壊滅的な被害を受けた。

後に、症状および発症時の気象条件から、「灰色かび病」によるものである事が判明した。

2019年の6月下旬は気温、降水量とも平年の同時期並みであったが、6月27日、エゾマツおよびトドマツの一部の畝に、本病害が発症した株を発見した。他の作業との兼ね合いから、トラクターを用いた全面機械撒布を待たずに、即日、トップジンM水和剤を被害畝および隣接する畝に人力撒布した。ついで翌週の7月3日、灰色かび病に登録を有する殺菌剤で、同時に殺ダニ作用も併せ持つ抗生物質配合剤ポリベリン水和剤を全面機械撒布した。これ以降この年の病勢拡大は止まった。



2019/6/27 エゾマツ 5年生苗



同 6/27 トドマツ 5年生苗

2020年には、本病害に加えハダニの予防対策として、ポリベリン水和剤を基幹防除剤として採用し、7月16日に殺ダニ剤とともに全面撒布した。また同28日には、やはり樹木類の灰色かび病に登録のあるフルピカフロアブルを、殺虫剤および展着剤とともに全面撒布した。

この年は気温降水量ともに日ごとの変動が極端だったが、本病害による被害は報告されていない。

暗色雪腐病

カビの一種 *Rhacodium therryanum* によって引き起こされる植物病害。積雪期から融雪期にかけて発症し、主に前年伸長した柔らかい組織や芽を犯す。多くの針葉樹ほか草本にも寄生する多犯性だが、特にエゾマツは本病害に弱く、天然更新および育苗・植林の難易度を上げている要因の一つでもある。

1960年代には有機硫黄系殺菌剤チウラム、更には有機水銀剤の、本病害に対する卓効が報告されていたが、後者は既に農薬として失効し使用が禁止されており、前者も2021年現在、針葉樹に対しては種子粉衣以外に登録が無い。

2016年、有機銅剤キノンドー水和剤80が、エゾマツ・トドマツ苗木の暗色雪腐病に対して新規に登録を取得した。本病害に対しては2017年当初から警戒し、登録を有する適法な薬剤として本剤を選択した。

上述の通り本病害は積雪下で発症するため、予防剤の散布時期は根雪の直前が理想である。一方、育種試験地で苗木栽培に従事する短期雇用職員の雇用期間は例年4月下旬から10月下旬であり、名寄市における平年の根雪降雪の2~3週間前には雇用を終了する。また、現在本病に登録を有する唯一の予防剤キノンドー水和剤は耐雨性に劣り、撒布後の苗木が根雪に覆われるまでに降雨に遭った場合は翌春の消雪まで十分な効果が持続しない恐れがある。

このため、10月中旬に第1回撒布として全面機械撒布し、11月の根雪直前または直後に、

各畝ごとに人力で第2回撒布を実施する防除計画を立案した。

2017年は、10月16日にキノンドー水和剤80を全面機械撒布した。ただし当年播種した苗床に限っては、本剤が種子粉衣に用いるチウラム80と互いに拮抗・相殺する性質を持っているため除外した。また耐雨性を改善するため、パラフィン系固着剤を含む葉面散布液肥オアシス21αを加用した。



2017/10/16 第1回撒布
(全面機械撒布)



2017/11/17 第2回撒布
(根雪前後の人力撒布)

この年は11月15日から16日にかけての降雪が根雪となった。翌17日から18日にかけて、苗木を積雪下から掘り出し、同じくキノンドー水和剤80にオアシス21αを加用して人力撒布した。

翌年2018年の春、消雪後に圃場内を観察したところ、本病による被害は確認できなかった。



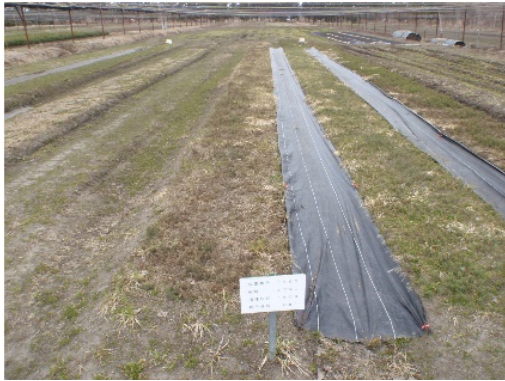
2018/4/22 露出したエゾマツ3年生苗



同 エゾマツ苗

2018年秋も、10月15日にキノンドー他を播種床を除き全面撒布したが、この年は夏季に灰色かび病対策として既にキノンドーを1回使用しており、この時点で登録に定められた1シーズン使用制限回数の2回に達したため、根雪期の人力撒布は断念した。

2019年4月22日、消雪後に露出した苗木を確認したところ、エゾマツ幼苗が暗色雪腐病により大きな被害を受けていることが判明した。



2019/4/22 露出したエゾマツ 3年生苗



同 4/22 被害の様子

これにより、本病害をキノンドー撒布により防除する場合は、根雪直前あるいは直後の人力撒布が必須であることが明らかとなった。この年は10月7日に全面機械撒布（播種床除く）の後、11月13日から18日にかけて、やはり根雪積雪下の苗木を掘り出して人力撒布を実施した。



2019/11/15 根雪から掘り上げる様子



同 掘り上げた苗にキノンドー撒布

2020年4月15日、消雪し露出した苗木を確認したところ、いずれの樹種においても本病の被害は確認されなかった。



2020/4/15 エゾマツ 3年生苗



同 エゾマツ 3年生苗

この年は10月8日に第1回の機械撒布、根雪積雪前の11月4日から5日にかけて第2回的人力撒布を実施した。

今後の病虫害防除について

名寄林木育種試験地における針葉樹苗木の育成には、上記の3病虫害が最大のリスク要因であり、これらへの対策を中心に据えた防除体系の必要性があらためて確認された。

ハダニ類、病原性カビ類とも、その増殖は指数関数的であり、棲息密度が高くなるほど被害は大きくなり、また根絶が困難となる。このため被害発生前または発生初期の早期防除が重要となる。なお4年間を通じた観察では、トドマツノハダニはアカエゾマツで、灰色かび病はトドマツ・エゾマツで、暗色雪腐病はエゾマツで、特に顕著な被害が見られた。これを念頭に置いて観察を行うことで、これら病虫害発生の早期発見につながる可能性がある。

また被害株を発見した場合は、全面撒布の機会を待たず、即座に人力で臨機撒布することが効果的と思われた。この場合は、基幹防除剤として毎年使用する薬剤とは別の、言わば「切り札」的薬剤を選択する必要がある。

2018年および2019年の灰色かび病発生時に臨機撒布したトップジンM水和剤は、植物体への浸透性に優れ感染後の治療効果も有するが、一方で耐性菌出現のリスクが高く、灰色かび病菌においても複数の耐性菌系統が報告されている。幸い名寄育種試験地で発生した灰色かび病は本剤に耐性を示さなかったが、本剤は万一発生した際の切り札剤に備えて常用は慎むべきである。また、作用機序の異なる殺菌剤との混用も検討すべきであろう。

ハダニ類は非常に増殖が早く、病原菌以上に薬剤抵抗性が発現しやすい。また樹木類に登録を有する殺ダニ剤は殺菌剤以上に少ないため、薬剤の選択が難しくなる。2019年にダニ被害が発生した際に臨機撒布したテルスター水和剤は有効であったが、これも毎年の連用は禁忌であろう。一方、物理的窒息による殺虫殺ダニ効果には抵抗性が発現することが無いため、2020年に再評価したマイリノー展着剤の利用は今後も有効であると思われる。ただし界面活性剤の常用濃度を超えた高濃度撒布は薬害のリスクが懸念されるため、有効濃度についてはより検討が必要であろう。

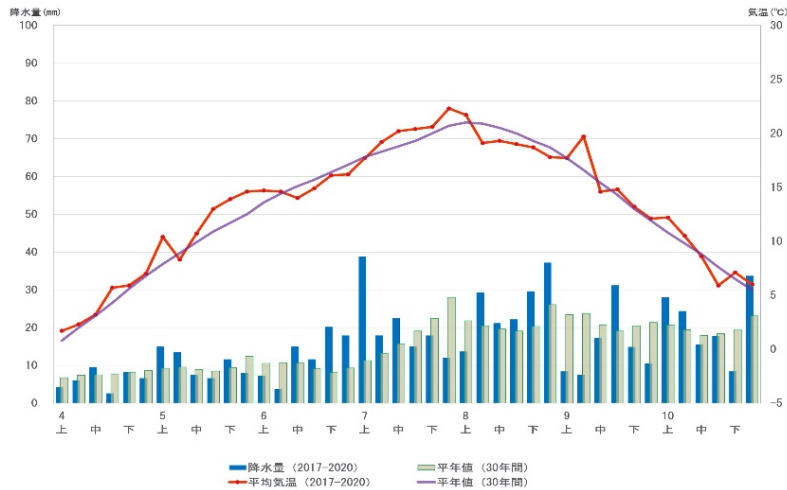
また、有機銅による殺菌効果と、界面活性剤による殺虫殺ダニ効果を併せ持つ薬剤として、乳剤サンヨールがある。有機銅剤もまた耐性発現のリスクが極めて小さいことが知られており、この1剤で灰色かび病、ハダニの双方を同時防除できる可能性がある。本剤は「樹木類」で一括登録されており、針葉樹苗木への使用も適法だが、個々の樹種に用いた際の効果および薬害の有無は使用者の判断と責任に任せられている。また夏季高温時の使用では薬害発生の可能性がある旨メーカー側も公表しており、基幹防除剤として採用の可否、また安全な使用方法については、十分な検討を加える必要があるだろう。

暗色雪腐病については、現時点ではキノンドー80水和剤の根雪期撒布が唯一かつ必須の防除法である。だが実際に年ごとの「根雪初日」を事前に見極めるのは非常に難しく、また積雪した根雪から掘り出しての撒布は労力的に非常に負担が大きい。

農薬の登録内容はメーカーによって随時更新されており、新規に登録拡大することも、また現在の登録が失効することもあり得る。より残効性・耐雨性に優れる殺菌剤が、新規に「樹木類」「針葉樹」などに登録拡大される機会を見逃さない様、常に情報収集に努める必要があるだろう。

気候変動に関する考察

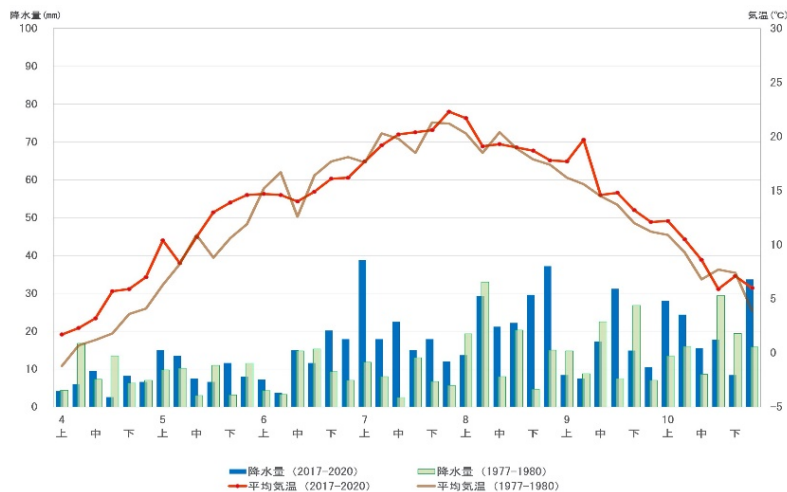
名寄市における2017年から2020年までの4年間、4月1日から10月31までの平均気温は平年値プラス0.4℃、同じく降水量は平年値の103.5%となった。



2017年～2020年の平均値と「平年値」の比較

気象庁発表の「平年値」は、西暦1の位が「1」の年から始まる直近30年間の平均値で、本報告の2017年から2020年の期間であれば1981年から2010年までの、2021年現在は1991年から2020年までの平均値が採用されている。このため比較的最近の観測値を含めて平均されており、単年を評価するには向くが、長期的かつ漸進的な気候の変化を知るには必ずしも適していない。

過去の国内各観測地点の気象データは、気象庁ホームページで一般公開されている。名寄市の場合、1977年から1980年までの4年間平均値と比較すると、40年後である2017年から2020年までの同期間の平均気温は1.0°C上昇していた。これは、この同じ213日間の積算気温が、当時から213.0°C上昇していることを意味する。



1977年～1980年と2017年～2020年の比較

植物や菌類、昆虫類、ダニ類等、多くの生物の生育は、それぞれの種に固有の温度を生育ゼロ点とし、このゼロ点を超過した積算温度（有効積算温度）に支配されている。本報告の主題のひとつトドマツノハダニの場合、約11°Cを生育ゼロ点として、産みつけられた卵から繁殖可能な成虫まで成長するには約187°Cの有効積算温度を必要とする。

2019年の4月1日から10月31日までの213日間で、日平均気温が11℃を超えたのは延べ148日で、有効積算温度は967.7℃であった。これは、1977年から1980年の同期間平均値に比べ、延べ日数で21日、有効積算温度では198.3℃上回っていた。この温度上昇幅は、1世代交代するのに十分な数値である。

1971年の報告では、本種は北海道では年間約6世代出現するとされているが、上述の通り2019年には更に1世代多く、7世代が出現していた可能性がある。本種の野生状態の性比は雄：雌が1：3.75であり、雌成虫は約20日間にわたり平均1日1個を産卵するため、年間世代数が1世代増えた場合、その年の秋に雌が産み残す越冬卵が最大で15倍以上に増える可能性がある。

同様の变化は、他の害虫や病原菌の生態にも生じている可能性を考慮すべきであろう。

毎年の様に日本各地で「危険な暑さ」と警戒される猛暑が観測され、また、前例に無い規模の気象災害が頻発する近年。気候の変動は個人個人の「体感」「実感」のみならず、数字の上からも明らかである。農業の様々な分野でも、これまでの経験則に基づく栽培暦・防除暦が通用しにくくなっている事例が多数報告されている。

林木苗木の生産現場においても、今後は過去の記録や経験だけでは予測できない異変が生じうる。日頃からのより一層頻繁で慎重な観察とともに、問題を発見した場合は先送りしない、また拙速を恐れない臨機即応的な対処が必要となるであろう。

引用 URL

- ・ ウィキメディア・コモンズ（トドマツノハダニ該当ページ）
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oligonychus_ununguis.jpg>
- ・ 気象庁ホームページ（過去の気象データ検索）
<<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>>

参考文献・URL

- ・ 厚生労働省ホームページ（食品に残留する農薬等に関する新しい制度について）
<<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/zanryu2/dl/060516-1.pdf>>
- ・ ネオニコチノイド研究会（2017）日本の農薬登録制度—その仕組みと背景、問題点、一般社団法人アクト・ビヨンド・トラスト
- ・ 秋田米治（1971）北海道におけるトドマツノハダニの生態、林業試験場研究報告 236：1-25
- ・ 農林水産省林業試験場北海道支場保護部（1985）北海道樹木病害虫獣図鑑、北方林業会
<<http://www.ffpri-hkd.affrc.go.jp/group/konchu/Zukan/Index.html>>
- ・ 徳田佐和子（2008）エゾマツ造林に関する研究資料(4)、北海道林業試験場研究報告 45：47-55
- ・ 小口健夫（1970）トドマツ、エゾマツに激害を与える暗色雪腐病について、光珠内季報 6：2-7
- ・ 桐谷圭治（1997）日本産昆虫、ダニ、線虫の発育零点と有効積算温度、農業環境技術研究資料 21：1-71
- ・ 桐谷圭治（2012）日本産昆虫、ダニの発育零点と有効積算温度定数（2）、農業環境技術研究所報告 31：1-74
- ・ 北島博, 松本和馬, 尾崎研一（2012）温暖化により被害拡大が危惧される森林・林業害虫について、日本森林学会大会発表データベース(123)
<https://www.jstage.jst.go.jp/pub/pdfpreview/jfsc/123/0_123_0_H28.jpg>