

北海道研究林標茶区におけるフェノロジー観測のまとめ —2000年から2011年までの12年間の変化—

北海道研究林標茶区 勝山智憲

1. はじめに

1980年代以降、地球温暖化が社会的な問題となり、二酸化炭素削減の動きが各国で見られるようになってきている。その中で、森林は木材資源生産という重要な機能を持ち、かつ環境保全に寄与する機能も持っており、自然環境保全にとって重要な存在となっている。森林が環境保全に果たす役割を明らかにするという意味で森林のモニタリングは重要である。全国大学演習林協議会（以下全演協）のネットワークにおいて、森林のモニタリングの一つとしてフェノロジー調査が1993年頃から開始されている（門松 1999）。北海道研究林標茶区では、1992年の北海道地方演習林協議会（以下道演協）にて、道内各大学間共同研究として主にミズナラを対象に調査を実施することが決まり、1993年4月からミズナラ・ヤチダモ・ハルニレ・カラマツ・トドマツ・シラカンバの6樹種について観測を開始した。翌年1994年からはポプラのフェノロジー観察も始まった。1993年より1999年まではポプラを含めた7樹種について観測が行われてきたが、2000年より全演協共通レベルでの樹木フェノロジー観測に参加し、この年からミズナラについてのみ観測が行われ現在も継続されている。北海道研究林のデータは全演協に報告されているものの、経年的な変化などの報告はこれまで行われていない。

そこで、全演協共通レベルでの樹木フェノロジー観察に参加して以降の2000年から2011年までの12年間の観測データから、ミズナラの開葉、紅葉、落葉フェノロジーの経年的な変化についてまとめた結果を報告する。

2. 調査地の概要と調査方法

北海道研究林標茶区は北緯 $43^{\circ} 19'$ 、東経 $144^{\circ} 37'$ 海拔 25m に位置する。釧路市の北40kmの内陸部に位置し、夏は最高気温が 36°C に達し、冬は -30°C に達することもあり、北海道の中でも気象条件の厳しい地域である。

調査は標茶区1林班（北緯 $43^{\circ} 19' 58''$ 東経 $144^{\circ} 38' 26''$ ）に自生するミズナラ3個体について行った。NO.1は樹高21.4m、胸高直径94.6cm、NO.2は樹高21.2m、胸高直径81.5cm NO.3は樹高14.9m、胸高直径55.2cmである。

調査方法は、全演協共通レベルでの樹木フェノロジー観察の方法に従った。観察木の開葉・紅葉（黄葉）・落葉フェノロジーについて、各進行程度を目測で計測し、%で野帳に記入した（図1）。また、観測者の個人差によるばらつきを少なくするため、一個体につき、全景の写真と枝先の部分写真をそれぞれ撮影した。実際に観測者によってどの程度ばらつきがあるかを開葉、紅葉（黄葉）、落葉に関して、異なる観測者が撮影した全体写真と判定した進行程度について示す（図2, 3, 4）。観察頻度は各時期の月曜日と金曜日の週2回（無理な場合はどちらか一方の曜日の週1回）として、台風や虫害による落葉など、著しい変化が認められた場合は適宜観察を行なった。

京都大学北海道研究林（標茶区） 観察木：ミズナラ-3（自生）
 胸高直径：55.2cm 樹高：14.9m （2006年11月 胸高直径計測）
 位置：北緯 43° 19' 58" 東経 144° 38' 26" 標高：120m

年	月	日	開葉(%)	黄葉(%)	落葉(%)	備考
				-	-	

図1 記入野帳例

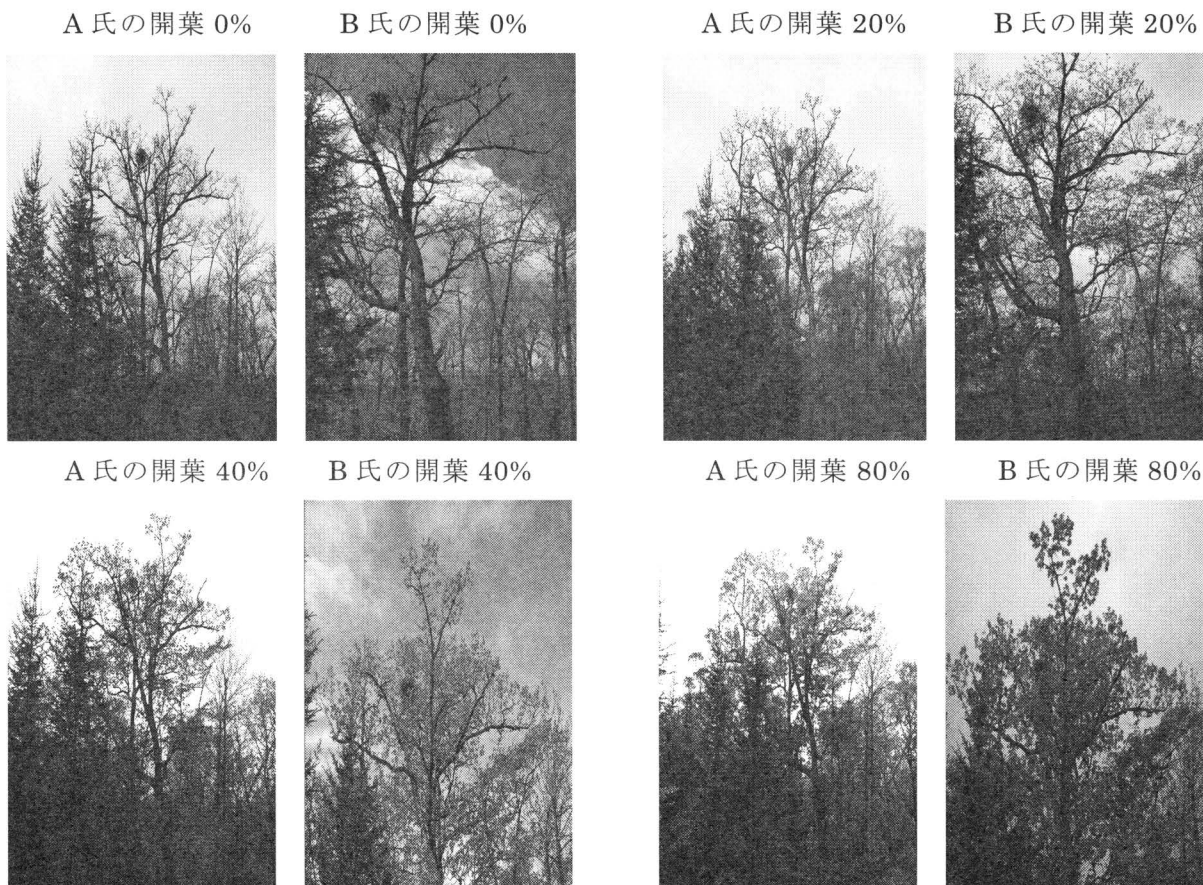
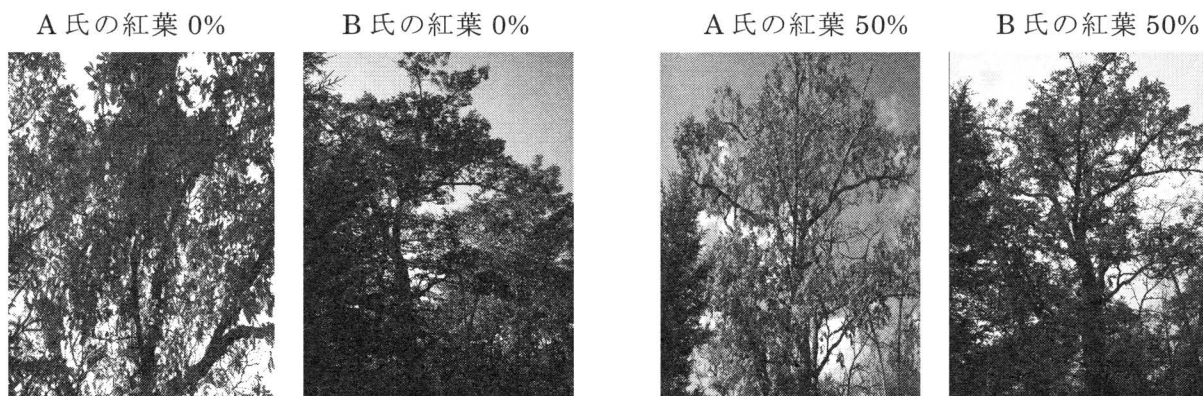


図2 開葉の進行程度



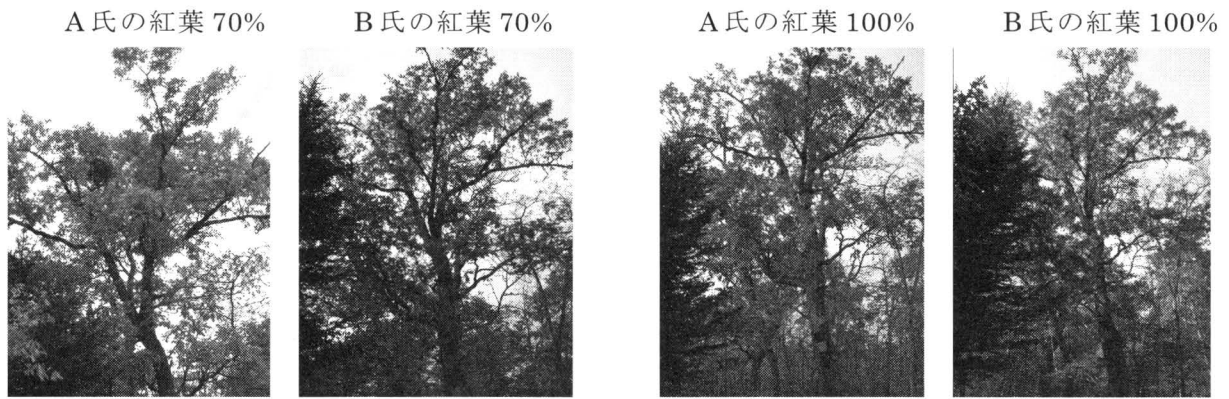


図3 紅葉（黄葉）の進行程度

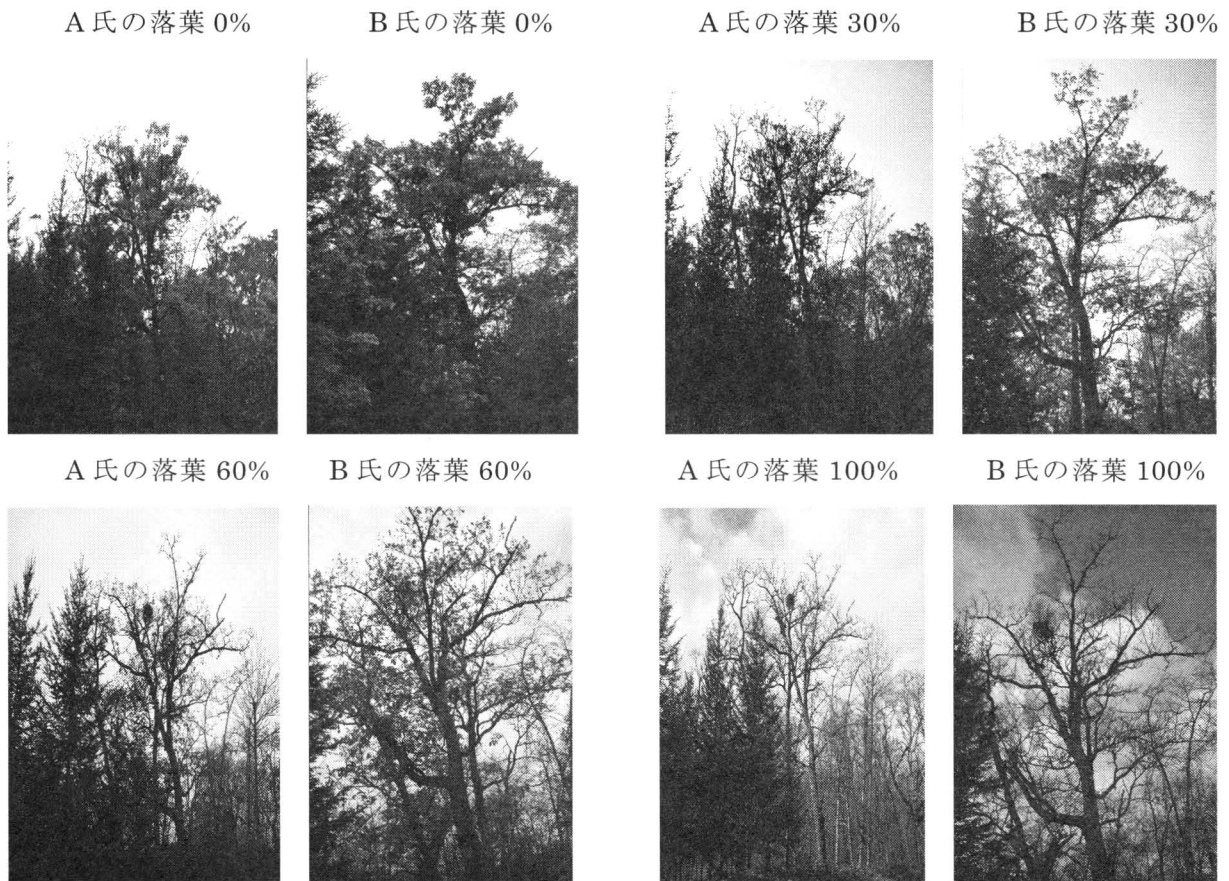


図4 落葉の進行程度

開葉に関しては冬芽が開き、葉が出てきた地点で開葉とし、それが全体のどれぐらいを占めているかによって進行程度を判定した。大きくは全体の5分の1程度で20%、5分の2で40%、5分の3で60%、5分の4で80%、すべて開いた時点で100%とした。観測者によってさらに細かく進行程度を判定していることもあった。そのために、5%や10%単位で判定している年も多く見られた。紅葉と落葉に関しては、100%紅葉する前に落葉することが多々あり、紅葉が100%に達するのと時期を同じくして落葉が100%に達するというケースも見られた。写真を撮影し、保存しておくことで前任者の判定基準を引き継ぐことにより、観測者による大きな誤差はなくなっていると考えられ、目測と写真撮影を同時に行った効果はあったと考えられる。図2から図4に示すように、個人による開葉、紅葉（黄葉）、落葉の判定に関しては微妙な誤差は

一定の基準で判定できるようになっていることがわかる。

3. 結果

標茶区では3本のミズナラのフェノロジー観測を行っているが、ここでは観測したデータをもとに、観測木3本の進行度を平均し、その年の進行度として、2000年から2011年までの経年変化について比較をした。開葉・紅葉・落葉についてそれぞれ観察結果をまとめる。

① 開葉について

初めて開葉が観測された日（開葉日）の変化について図5に示す。観測期間中、開葉が最も早かったのが2009年で、1月1日からの積算日数が141日目(5月22日)であった。また、最も遅かったのが2010年の157日目(6月7日)であった。また、展開終了が最も早かったのが2002年の147日目(5月27日)で、最も遅かったのが2000年の170日目(6月19日)であった。

開葉については各年によってばらつきが見られ、1番早く開葉した年と遅く開葉した年とではおよそ14日間の差が見られた。また、開葉から展開終了までの日数をみると、2000年と2002年を除いては1週間から2週間で展開終了を迎えた。それに対し、2000年は開葉から展開終了まで21日間と長く、2002年は4日間と短い期間で展開終了となった。1番早かった2002年と1番遅かった2000年の間には23日間の差があった。図5にも示すように、2002年はグラフの傾きが急であるのに対し、2000年は他の年と比べると傾きがなだらかとなっている。

全体を通してみると、多くの年で開葉日の進行度が30%から40%以下からスタートし、増加しているのに対し、2001年は50%、2002年は73%、2010年は63%と急激に開葉が進んでいる年も見られた。

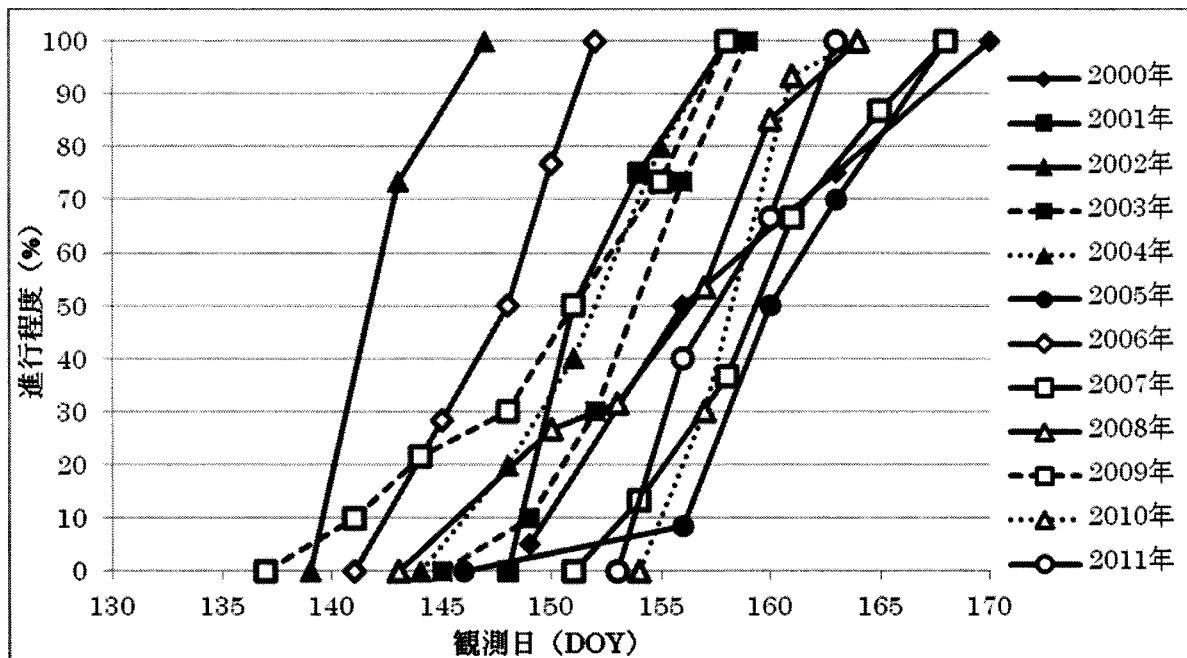


図5 開葉の経年変化

② 紅葉について

初めて紅葉が観測された日（紅葉日）の経年変化について図6に示す。観測期間中最も早く紅葉したのが2004年と2009年で、1月1日からの積算日数が270日目(9月27日と9月28日)であった。これに対し、最も遅かったのが2000年の285日目(10月12日)であった。また、紅葉が100%に達したのが最も早かったのが2002年の287日目(10月15日)で、最も遅かったのが2005年の303日目(10月31日)であった。

紅葉については開葉と比べて進行程度に大きな開きがないことがわかる。紅葉開始日 2000年の285日目(10月12日)と2005年の283日目(10月11日)を除けば、他の年は270日目(9月27日)から275日目(10月3日)までに紅葉が始まっており、この間に紅葉開始が集中しているといえる。また、紅葉開始から100%になるまでの期間をみると、2002年、2005年、2009年、2011年を除くと他の8年は294日目(10月22日)から299日目(10月27日)までに紅葉が100%に達しており、100%に達するまでに経年変化の大きな開きは少なかったといえる。紅葉に関して2000年のように紅葉開始が遅くても進行が遅い年、2002年や2011年のように開始も早く進行も早い年なども見られ、開始時期が早いから進行も早いということではなかった。一方で、その他の年をみると徐々に進行し20日目から26日目で100%を迎えていた。紅葉開始と100%に達する日数に大きな開きはなく、グラフより急激に紅葉が進むということもなかった。また、2001年の25%と2005年の20%を除けば、紅葉開始から3日間では10%と最初に急激に進行する年もなかった。経年変化を見る限り、270日目(9月27日)程度で紅葉が開始され285日目(10月12日)までにはほとんどの年で50%を超え、295日目(10月23日)頃にはほぼ100%に達することが明らかとなった。

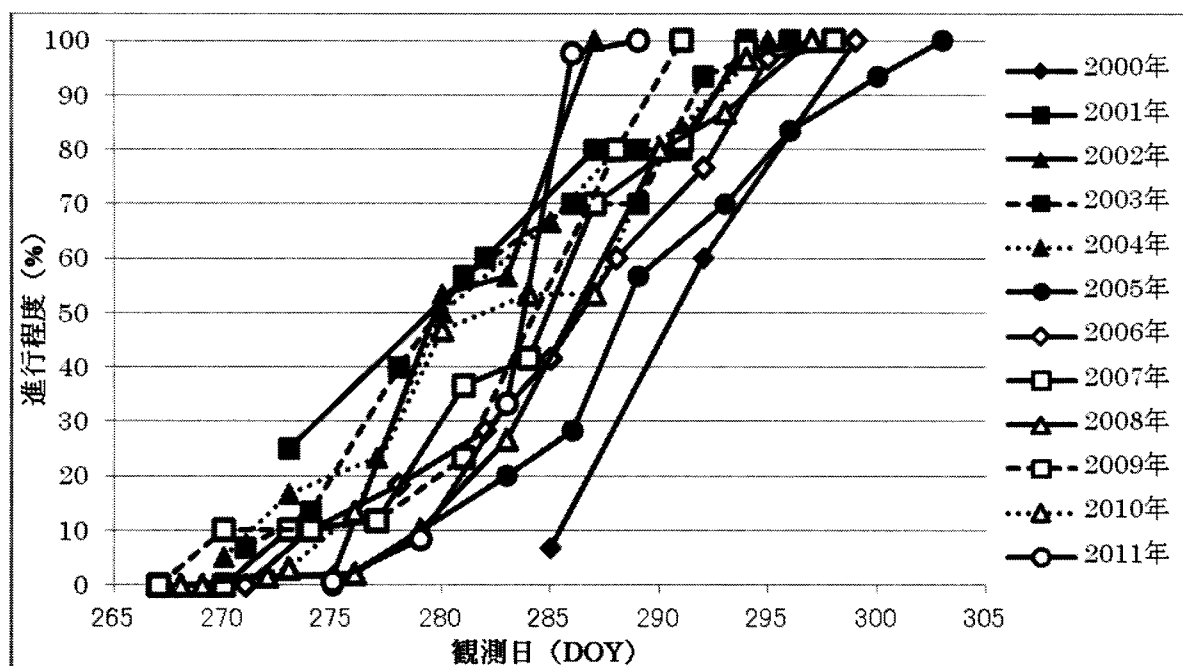


図6 紅葉の経年変化

③ 落葉について

初めて落葉が観測された日(落葉日)の経年変化を図7に示す。観測期間中最も早く落葉が見られたのが2001年と2006年で、1月1日からの積算日数が282日目(10月10日)であり、最も遅かったのが2000年の299日目(10月26日)であった。また落葉終了が最も早かったのが2001年の296日目(10月24日)で、最も遅かったのが、2008年の314日目(11月10日)であった。

まず、落葉開始日を見てみると、2001年と2006年の282日目(10月10日)から2000年の299日目(10月26日)と17日間の開きがあり、年によって落葉開始日が大きく異なることが明らかとなった。ただし、2000年を除けば10日間程度の開きであり、落葉開始は1週間程度の違いで、それほど大きくないともいえる。落葉終了は296日目(10月24日)から314日目(11月10日)で、17日間の開きがあり、終了に関しても年ごとにばらつきが見られた。落葉開始と

終了の期間を比較すると、最も早いのが11日から14日程度で終了するのに対し、遅い年は21日から27日と最大で2週間程度落葉開始から終了までの期間が変わることからばらつきが大きいことがわかる。進行程度に着目すると、2000年の70%を除いては最初の3日間で20%未満と急激に落葉することは少ないといえる。また、2006年と2007年を除いては10日目を迎える頃に急激に落葉が進んでいることも明らかとなった。また、一度急激に落葉が進んだ後は徐々に落葉が進むという傾向も見られた。落葉に関しては、開葉や紅葉に比べて急激に進行する年が多い。落葉の開始や終了に関しては少しばらつきが見られたが、進行の仕方に関してはグラフを見ても明らかのように、同じような進行を示すことが明らかとなった。

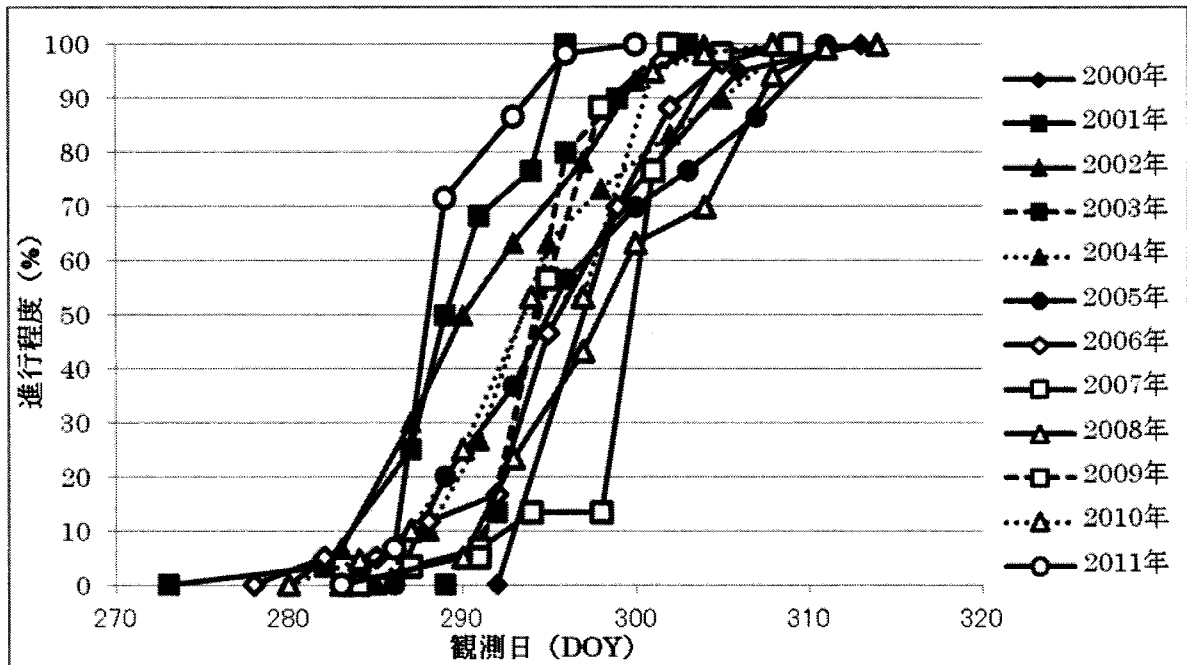


図7 落葉の経年変化

4. 考察

開葉については、各年度でばらつきがあり、最初に開葉した年と遅く開葉した年とでは14日間の差が見られ、展開終了を迎える時期にもばらつきが出るという結果が図5により得られた。そこで、気象要因としてフェノロジーと密接に関係するといわれている気温を用いて、開葉の時期や傾向について考察した。まず、事務所前で観測している気象データから、開葉が進むと思われる5月の平均気温を抽出し、5月の平均気温と開葉日の比較をした。

図8のように、縦軸に1月1日からの日数、横軸に5月の日平均気温を示した。これを見ると散布図に示した回帰線が右下がりとなっており、日平均気温が高いほど開葉日が早く、日平均気温が低いほど開葉日が遅くなり、日平均気温と開葉日が密接に関係していることが明らかになった。また、式の傾きから5月の平均気温が1℃上がると3日から5日開葉が早くなることが明らかとなった。

同様に紅葉と気温の関係について、図9のように縦軸に紅葉開始日、横軸に最低気温が5℃以下になった日を示した。図9より、最低気温が5℃以下になった日が早ければ紅葉開始日が早まり、遅ければ紅葉開始日も遅れるという傾向が現れた。このことから、気温の冷え込み方によって紅葉日に差があると考えられる。開葉と同様に、紅葉が気温の変動に密接に関わり合っているということが考えられる。

また、落葉に関しては、落葉が進むとされる10月、11月の平均気温と落葉日の比較や初め

て気温が 5℃以下になった日との比較、紅葉して以降の気温の増減との比較など、いろいろな比較で気温と落葉の有効な関係を探ったが、有効な関係が見つからなかった。落葉は、気温以外の風などの気象要因も関係するために他の要因も含めた解析を今後行っていく必要がある。

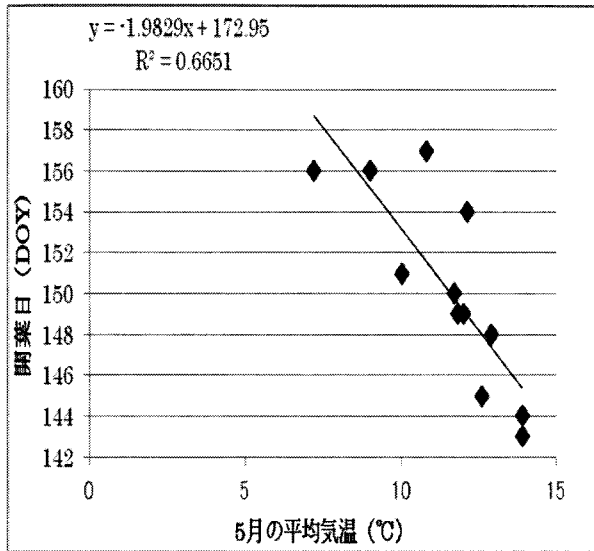


図 8 5月の平均気温と開葉日の比較

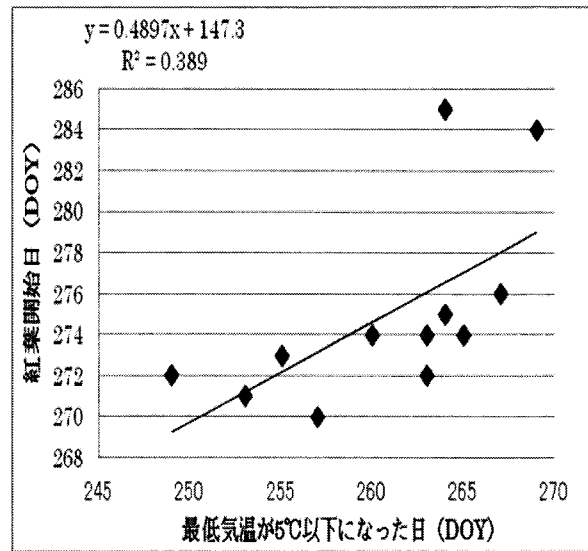


図 9 最低気温 5℃以下と紅葉開始日の比較

5. まとめ

今回の解析では北海道研究林で行ってきた 2000 年から 2011 年までの 12 年間の開葉・紅葉・落葉フェノロジーについて観測結果を中心に解析を進めた。植物フェノロジーに一番影響があるといわれている気温との比較を行ったところ、開葉では 5 月の平均気温が高いほど開葉が早く、低ければ開葉が遅れるという傾向が発見でき、紅葉では夏を過ぎて以降最低気温が 5℃以下になった日が早ければ紅葉開始日も早まるという傾向が明らかになった。一方で落葉に関しては有効な傾向をつかむことができなかった。従来いわれている植物のフェノロジーが気温と密接に関係していることが、北海道研究林の行ってきたフェノロジー調査でも明確となった。

引用・参考文献

- 門松昌彦・岡野哲郎 (1999) 全国大学演習林協議会 (1999) 森林地域における地球環境モニタリング第 6 回研究会 第 110 回日本林学会大会 : 1-8
- 藤本征司 (2008) 気温変動が暖温帯域の樹木の葉フェノロジーに与える影響の予測 : 保全生態学研究 13 (1) : 75-87
- 中嶋潤子・吉田俊也・市川一 (2007) I-3 樹木フェノロジーと気象の関係 - 雨龍研究林の 9 年間の観測から - 北方森林保全技術 (25) : 24-30
- 伊藤公一・佐野淳之 (2012) 雪解け時期と気象上昇が稚樹の開葉フェノロジーに与える影響 : 日本生態学会誌第 62 巻 2 号 : 111-120