



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	苫小牧研究林409林班を歩き回りながら見たこと
Author(s)	船越, 三朗
Citation	北方森林保全技術, 第24号, 35-54
Issue Date	2006-11-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/73109
Type	departmental bulletin paper
File Information	2005-24_1-6.pdf



I-6 苫小牧研究林409林班を歩き回りながら見たこと

南管理部 船 越 三 朗

2006年3月31日付けで定年退職するにあたり、「苫小牧研究林 409 林班を歩き回りながら見たこと」という題で苫小牧研究林に長年通い続けて調査した台風被害跡の天然生落葉広葉樹林での仕事と北海道ライラック観測網の現状を話題提供しました。前者にはみなさんが森林を管理、運営の指針作りにあたって参考にしてほしいという期待を、そして後者にはフィールド科学センターと社会とのつながりを深める手がかりの一つになってほしいという願いをこめました。

このとりまとめは年報報告会での話題提供の流れにそって、「北海道の林木育種」と「北方林業」に掲載した原稿を再構成したものです(10)、(11)、(12)、(13)。

1. 天然生落葉広葉樹における胸高周囲長の予測

はじめに

落葉広葉樹林は様々な樹種、大きさ、樹齢の林木によって構成されている。個体の生死、胸高直径、樹高、樹冠成長の予測が可能になるとその構造変化を推測できる。樹高や樹冠の成長変化を追跡調査するには多くの労力を必要とする。それらに較べると胸高直径は少ない労力で比較的精度高く測定できる。

直径の初期値が与えられると将来の直径値は時間の関数として求められる。天然生落葉樹林の直径成長速度式は、従来、個体の年輪数を成長錘によって求め、年輪巾を計測して算出してきた。難点は錐が樹心を通らなければ正確な年輪数と年輪巾を得られない。また同一個体を繰り返し測定する際、錐で樹体を傷つけてしまうことの影響を評価できないなどである。胸高部位周囲長を用いると、これらの難点を克服でき樹体を傷つけないで得た測定値を解析に使用できる。

将来の胸高部位周囲長を予測するには周囲長初期値と周囲長成長速度が必要である。時期を隔てた2回の測定は周囲長の1年間の変化量を与える。最初の測定値が周囲長初期値であり、1年間の変化量が成長速度である。周囲長を独立変数とし、周囲長成長速度を従属変数とする周囲長成長速度式を算出できる。

樹種ごとの速度式を求め、個体の周囲長初期値を与えれば、速度式を積分することによって個体の将来周囲長を推定できる。それらを積算すれば森林の胸高部位周囲成長量を得られる。胸高周囲長は胸高直径に変換できるのでこの手法は森林の成長量を算出する手がかりとなる。

落葉広葉樹林における胸高周囲成長の実態を紹介しながら周囲成長予測法を述べる。

調査地

1954年9月の15号台風は北海道で猛威をふるい、たくさんの森林が風倒による被害を受けた。北海道大学フィールド科学センター森林圏ステーション苫小牧研究林(旧北海道大学農学部附属演習林苫小牧地方演習林。以下「苫小牧林」とする)においても2,700haの全域で風倒木が生じた。

1960年代の初めに苫小牧林では「気象害」に強い森林をつくる研究が農学部林学科と共同で計画され、実施された。その一環として、当時問題になりはじめた「トドマツの晩霜害」を回避する試験地が409林班に設定された。

試験地は面積3.27haの天然生落葉広葉樹林で、わずかにエゾマツが混生する。上層にハリギリ、ミズナラ、シナノキ、カツラ、ハルニレ、ヤマモミジ、エゾマツなどが残り、中層を前

記樹種とアズキナシ、アサダ、エゾイタヤ、ミズキ、キタコブシ、シウリザクラ、エゾヤマザクラ、サワシバ、ニガキなどが占めていた。本数は少ないがヤマグワ、ナナカマド、アオダモなども成育していた。下層にはこれらの稚幼樹とノリウツギ、ナニワズ、フッキソウなどの灌木、ミヤマアキノキリンソウ、モミジガサ、タガネソウなどの草本、オシダなどのシダ類が成育していた。

1963 年 5 月に広葉樹の樹冠下や樹間にトドマツを植栽し、1968 年までは下刈りを 1 年に 1 回実行した。1973 年、1976 年には極めて細い広葉樹を除伐した。1976 年の調査結果によると胸高直径 5cm 以上の上木が 1,929 本生存し、32 樹種が記録された。上木の樹冠が光を遮り、トドマツの成育を妨げたため 1978 年 2 月に試験地東側部分の 1.20ha において 533 本の広葉樹を抜き切りした。

1963 年 8 月に胸高直径 5cm 以上の上木の樹冠投影図を作成してその後の森林変化調査の基礎資料とした。1976 年と 1977 年に再調査し、樹冠投影図を作成し直した。1986 年に再々度の毎木調査を行い、三回の調査結果をまとめて報告した(6)。1991 年には 4 回目の毎木調査を実施した。

4 回の調査では胸高直径を輪尺で測定した。しかし、連続する 2 回の調査で測定値が小さくなる個体もあり、1993 年から測定項目を胸高周囲長に変更した。1995 年からは毎年測定している。

調査方法

1995 年から 2003 年までの成長停止期に全個体の胸高周囲長（以後、「周囲長」とする）をスチール製の 5mm 巾スケールで毎年測定した。測定部位は胸高とし、原則として 1.3m の高さに幹を一周する 5mm 巾の線を塗料で描いた。ツルアジサイなどの蔓類は切り離した。ダケカンバのように浮いてまくれ上がっている樹皮を整形したが、それ以外の樹種はそのままにした。そのためハリギリ、ハルニレ、アサダなどの剥げやすい皮を持つ樹種は前年より小さい値を示す個体もあった。

調査地森林の樹種構成と胸高周囲長成長

1995 年から 2003 年までの調査地森林の樹種構成変化を表-1 に示す。本数は 1995 年から 1999 年の間に 51 本、1999 年から 2003 年の間では 22 本減少した。進界木があったホオノキ以外の多くの種が本数を減らしている。2003 年の調査ではサワシバの本数がもっとも多く、アズキナシ、ホオノキ、シウリザクラ、ヤマモミジと続く。これらの 5 種で全体の 52.4 %を占める。それらに較べると本数は少ないがミズナラ、ハルニレ、カツラ、ハリギリなどの大径木はこの間一本も減少していない。ただし、シナノキの大径木は枯れて減少した。図-1 に 2003 年の樹種構成を示す。

図-2 に 1995 年から 2003 年まで生存した 1,079 本について胸高周囲長級別本数変化を描いた。

周囲長 75.4, 150.8, 226.2cm はそれぞれ直径 24.0, 48.0, 72.0cm に相当する。周囲長級 "75.4"には周囲長が 15.8cm 以上で 75.4cm 未満の個体が属する。周囲長級 "150.8"には周囲長が 75.4cm 以上 150.8cm 未満の個

表-1 樹種構成変化

樹 種	1995年	1999年	2003年
サ ア ホ ヤ エ ミ シ ミ ア キ カ ニ エ ハ ダ ウ エ コ ミ ケ ヤ ア ナ ア ツ ヤ ヤ ド バ ク	ワ ズ オ ウ マ ゾ ミ ズ ナ ル サ タ カ ニ ソ エ ダ ウ エ コ ミ ケ ヤ ア ナ ア ツ ヤ ヤ ド バ ク	シ キ ノ ザ ミ イ ナ ノ ズ ニ サ コ ガ マ ザ カ ン カ マ ブ ザ ン ハ ダ マ ハ バ グ ダ ノ コ ヤ メ モ ド	バ シ キ ラ ジ ヤ ラ キ レ ダ シ ラ キ リ バ ン バ ツ ラ キ ダ モ ド ダ ナ ワ モ キ ギ ナ ド キ
	162 120 108 106 94 73 56 47 42 41 41 38 37 32 31 24 22 14 12 11 9 6 6 5 4 3 2 2 1 1 1 1	157 115 106 104 90 73 56 42 38 41 35 36 37 24 25 24 22 14 12 10 8 6 6 5 4 3 2 2 1 1 1 1	156 114 107 104 88 70 56 38 37 41 34 36 37 22 25 24 22 14 12 8 8 6 5 5 4 3 2 1 1 0 1
合計32種	1157	1106	1084

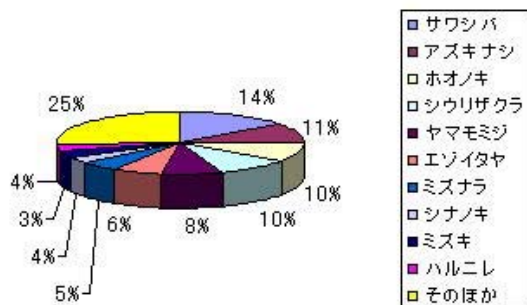


図-1 2003年樹種構成

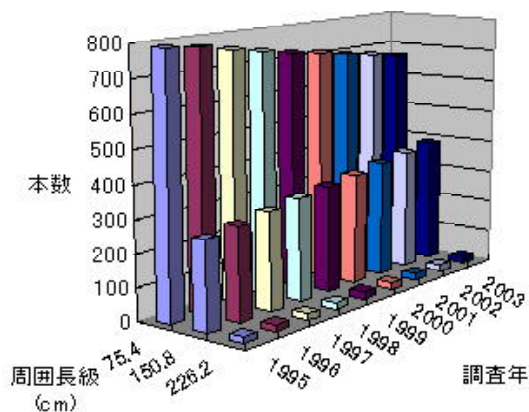


図-2 胸高周囲長級別本数

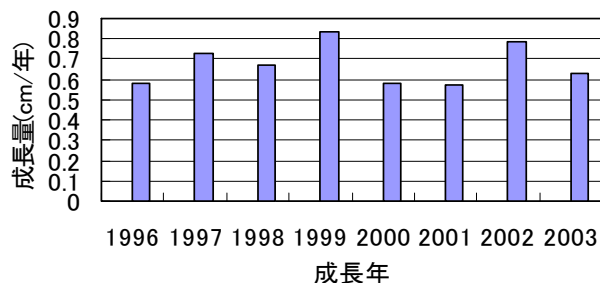


図-3 胸高周囲平均成長量

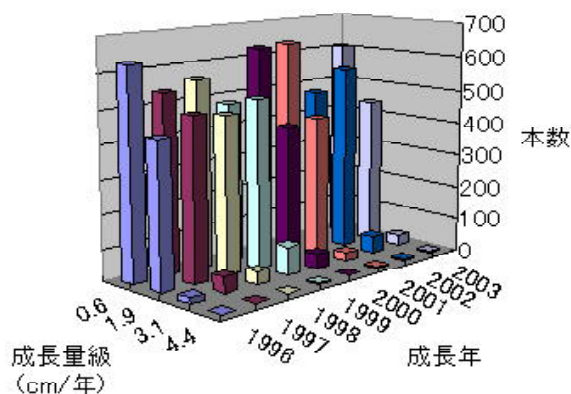


図-4 胸高周囲成長量 (1996年から2003年まで)

体が、周囲長級 226.1 には周囲長 150.8 cm 以上の個体が属する。

周囲長級 "75.4" の個体は小径木、周囲長級 "150.8" の個体は中径木、周囲長級 "226.2" の個体は大径木に相当する。

1995 年には周囲長が 150.8cm 未満の小、中径木は 1,059 本あり、1999 年に 1,057 本となって 2003 年にいたっている。150.8cm 以上の大径木は 1995 年には 20 本あったが 1999 年に 2 本増えた。この 9 年間で小径木から中径木へ成長した個体が多い。

現在、試験地には落葉広葉樹の大径木が点在し、その間を中径木が占めている。植栽したトドマツは 1954 年に風倒で生じた孔状地を埋めつつあり、針広混交林に移行する段階にある。

図-3 は調査木全個体の 1996 年から 2003 年までの 1 年間の周囲長平均成長量を示す。1999 年の 0.83cm が最大であり、2001 年の 0.57cm が最小であった。全標本数の平均値は 0.67cm であった。直径成長量に換算するとそれぞれ 0.26cm、0.18cm、0.21 cm である。

図-4 に全個体の周囲成長量を成長年、成長量級ごとに示した。「成長量級 0.6」は成長量が 0.6cm 未満の個体を、「成長量級 1.9」は同 0.6cm 以上で 1.9cm 未満の個体を、「成長量級 3.1」は同 1.9cm 以上で 3.1cm 未満の個体を、「成長量級 4.4」は同 3.1cm 以上で 4.4cm 未満の個体を含む。成長量の最小値は 0cm、最大値は 3.9 cm だった。「成長量級 0.6」と「成長量級 1.9」の合計本数が全調査木数に占める割合は毎年 90%を越えた。図-3 に示した平均成長量が 0.7cm を上回った 1997、1999、2002 年は「成長量級 3.1」の本数が増えている。1999 年が最大平均成長量を示したが、それは「成長量級 1.9」と「成長量級 3.1」の本数が多くなっていることによる。

図-5 には、ある成育年の成長開始前の胸高周囲長を x 座標、同成長量を y 座標として 32 種 1,079 本の 8 年間のデータを打点した。なお、成長量の値が負である 329 データを割愛した。

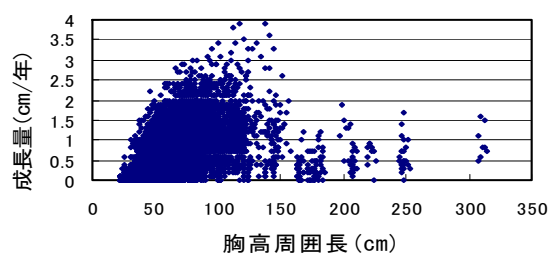


図-5 全樹種の胸高周囲長と成長量

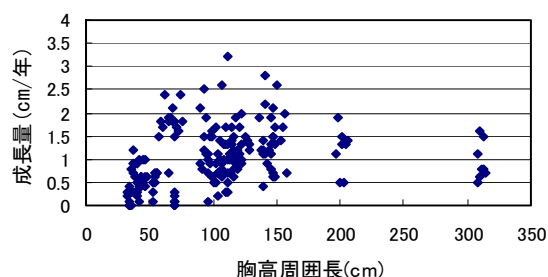


図-6 ハリギリ胸高周囲長と成長量

周囲長が 20cm 近辺の個体はほとんど成長していない。周囲長が 140cm ぐらいまでは成長量は大きくなるが、150cm を越えると急激に小さくなる。そして周囲長 200cm くらいからは一定の値に近づいているように見える。この期間の最大周囲成長量は 3.9cm で、2000 年に周囲長 137.1cm のエゾマツと 2001 年に 117.2cm のハルニレが示した。言い換えると胸高直径 43.6cm のエゾマツと同 37.3cm のハルニレが 1.2cm 直径成長したことになる。

図-6 に大径木のハリギリの値を抜き出して示した。

図-7 は図-6 に使用したハリギリ個体ごとの 8 年間の打点をつないで胸高周囲長と周囲成長量との変化を描いた。同じ記号をつないだグループが 1 個体を示す。15 個体が描かれている。個体によって成長量の変動巾は異なり、最大の巾は 2.3cm、最小の巾は 0.6cm であった。

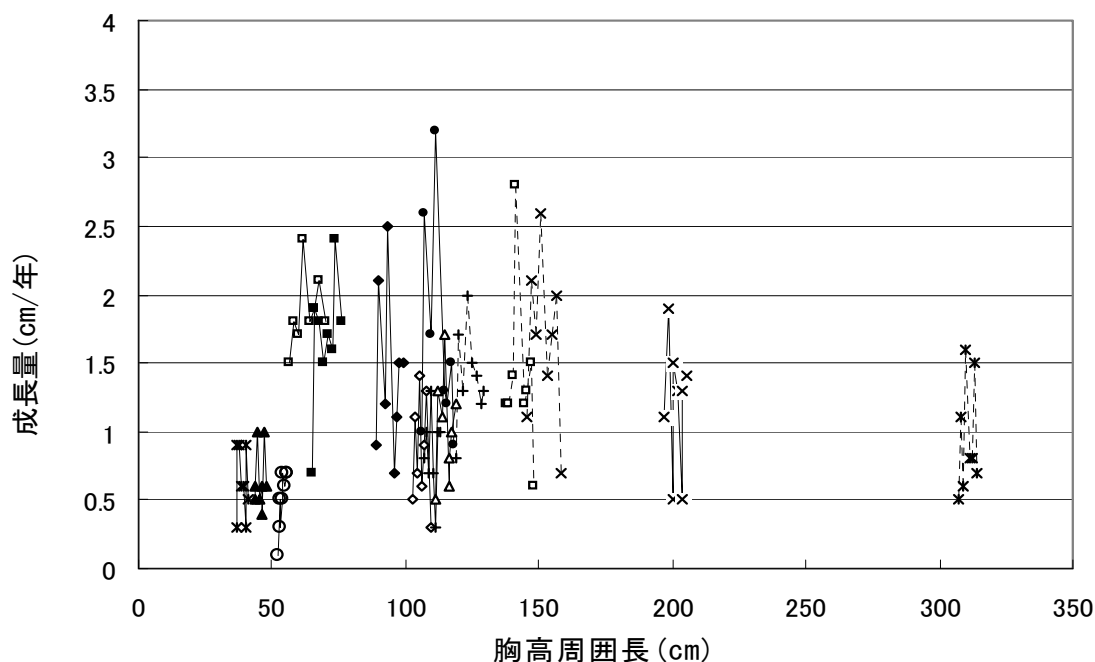


図-7 ハリギリ個体別胸高周囲長と成長量変化(1996年から2002年まで)

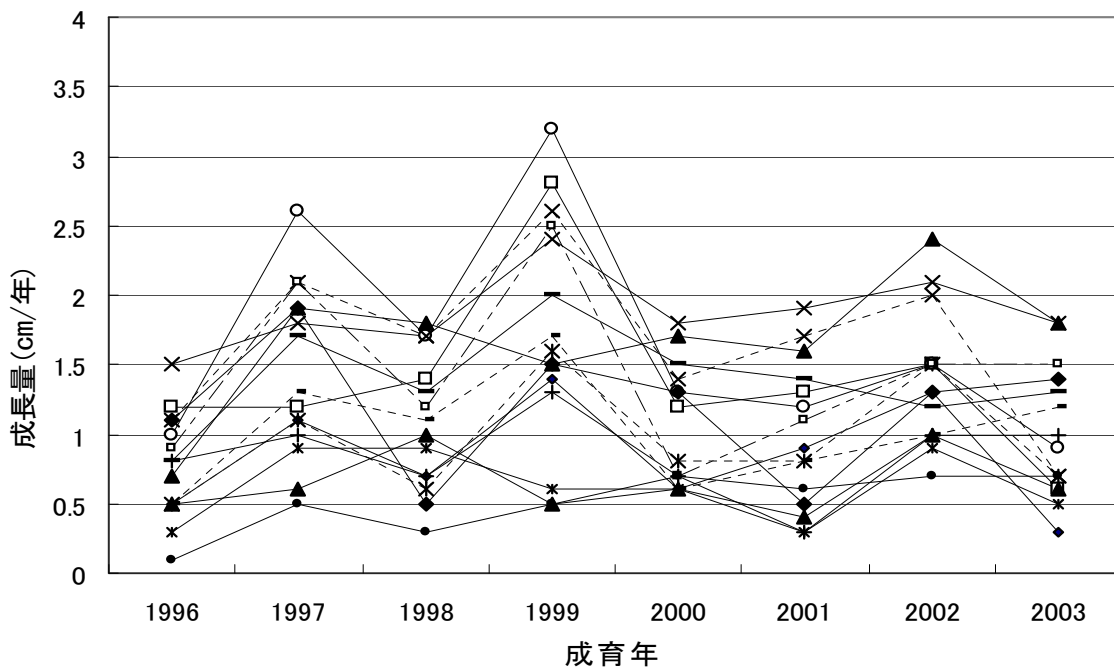


図-8 ハリギリ個体別胸高周囲成長量変化 (1996年から2003年まで)

図-8はハリギリの測定値を用いて1996年から2003年までの胸高周囲成長量を個体別に示す。同じ記号が同一個体を示す。胸高周囲の成長はこの8年間では1999年がもっとも良かったことがわかる。図-3に示した全樹種の変化に連動している。

分析方法

図-9は全樹種胸高周囲長と最大成長量との関係を示す。図-5上に、任意の周囲長値 x に対応する最大成長量の値を y 座標とする点 (x, y) を通る曲線を描いた。曲線は周囲長を独立変数とし、最大成長量を従属変数とする周囲長最大成長量曲線である。最小二乗法により二次曲線で近似した。係数の当てはめは表計算ソフト (Excel 2000) によった。

周囲長を P とすると、最大成長量 G は

$$G = aP^2 + bP + c \quad (1)$$

となる。 G は growth、 P は periphery (周囲) の頭文字である。図中では $y = ax^2 + bx + c$ と表した。

図-7.8 からわかるように個体の胸高周囲長は毎年成長量が異なる。全樹種最大成長量曲線は試験地には実在しない個体を想定している。

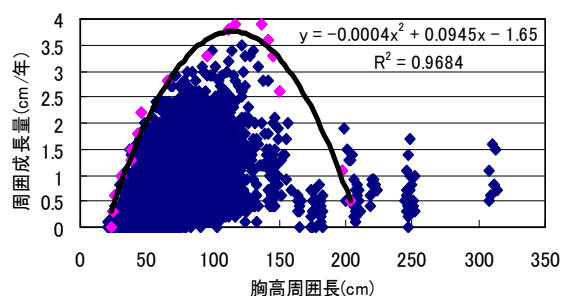


図-9 全樹種胸高周囲長と最大成長量

周囲長最大成長量曲線に乗って成長する個体の成長量は周囲長が小さい時に小さく、周囲長が大きくなるにつれて増大し、周囲長が最大値をとってから再び小さくなる。曲線は周囲長 150cm から 200cm までの成長量を過大に見積もっているが、周囲長 150cm 近辺の調査木が少なくデータが不足しているためである。また、周囲長 200cm 以上の個体は樹皮の影響を受けている。それらの測定値が安定しないので解析対象から外した。

図-10 は図-9 を模式化した図である。大きい周囲長の個体は成長量が一定になるとして暫定的に直線で表した。成長開始前に周囲長 P_0 の個体はその年の成長量 G_0 を得て成長を終了する。

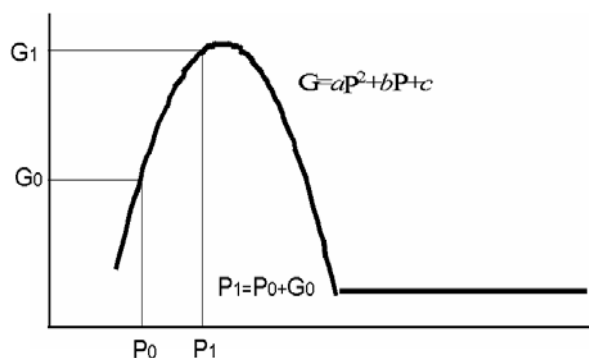


図-10 胸高周囲長との最大成長速度

周囲長は $P_1 = P_0 + G_0$ となる。この個体の翌年の周囲成長量は G_1 であるから翌年の成長を終了したときの周囲長は $P_2 = P_1 + G_1$ である。以下同様にして $P_n = P_{n-1} + G_{n-1}$ となる。

このように考えると、図-9 の曲線は速度曲線と理解できる。樹種ごとの成長速度式を求めた。以下にハリギリ、ミズナラ、アズキナシ、キタコブシ、サワシバ、ニガキの図を示す。

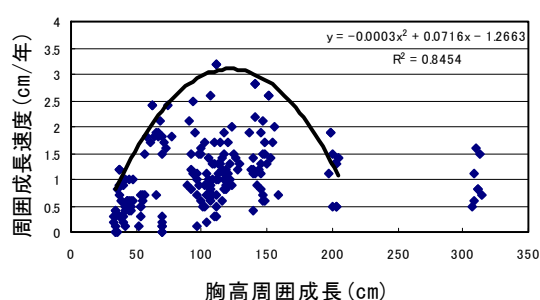


図-11 ハリギリ胸高周囲長と最大成長速度

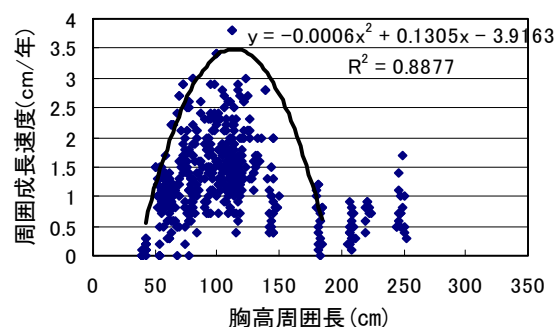


図-12 ミズナラ胸高周囲長と最大成長速度

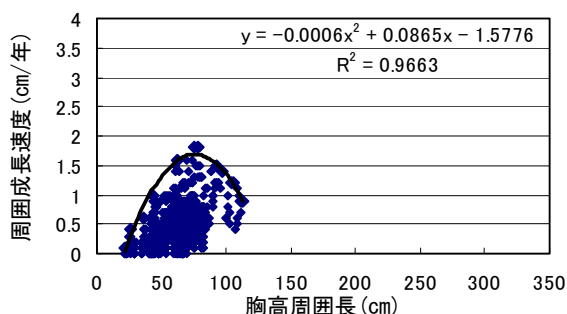


図-13 アズキナシ胸高周囲長と最大成長速度

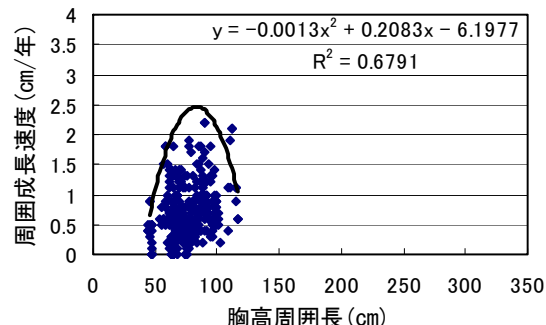


図-14 キタコブシ胸高周囲長と最大成長速度

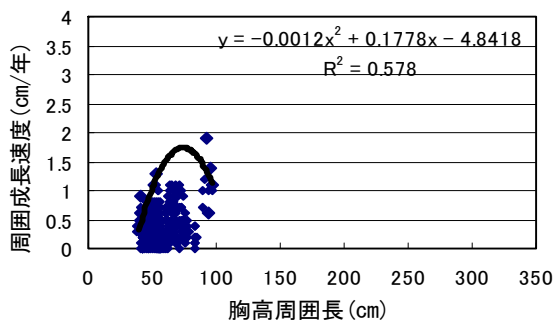


図-15 サワシバ胸高周囲長と最大成長速度

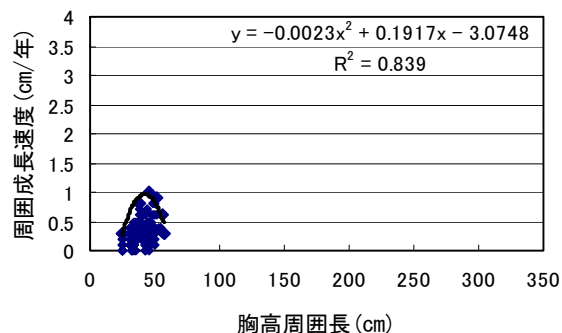


図-16 ニガキ胸高周囲長と最大成長速度

樹種ごとの成長速度式の係数を表-2 に示す。ただし、調査本数が少ない樹種を除いた。

成長速度曲線は三つのグループに分けられる。

1) グループ：周囲長が 180cm を越えてから周囲長成長量が 0 に近づくもので、ミズナラ、カツラ、ハリギリ、シナノキ、エゾマツ

2) グループ：周囲長が 120 ～ 150cm 近辺で 0 に近づくもので、ハルニレ、ホオノキ、シウリザクラ、イタヤカエデ、ヤマモミジ、キタコブシ、アズキナシ、アサダ、エゾヤマザクラ、ウダイカンバ、ダケカンバ

3) グループ：周囲長 60cm 近辺で成長量が 0 に近づくもので、サワシバ、ニガキ

1) が大径木樹種、2) が中径木樹種、3) が小径木樹種である。

調査木の胸高直径は樹種によっては本来の十分な太さに成育していない。そのため胸高周囲長曲線は樹種ごとに試験地で得られた最大周囲長近辺まで描くにとどめた。

大径木になるハルニレ、ホオノキ、イタヤカエデはこの試験地では周囲長が 150cm を越えていないので暫定的に 2) グループにいった。

表-2 樹種ごとの成長速度式係数

樹種	a	b	c
ハ リ ギ リ	-0.0003	0.0716	-1.2663
ミ ズ ナ ラ	-0.0006	0.1343	-3.9291
カ ツ ラ	-0.0003	0.0651	-1.1521
シ ナ ノ キ	-0.0002	0.046	-0.4431
ハ ル ニ レ	-0.0013	0.208	-5.5451
ホ オ ノ キ	-0.0011	0.1588	-3.2745
シウリザクラ	-0.001	0.1646	-3.7731
イタヤカエデ	-0.0005	0.0983	-2.1348
ベ ニ イ タ ヤ	-0.0014	0.2285	-6.0425
ヤ マ モ ミ ジ	-0.0003	0.0656	-1.6176
キ タ コ ブ シ	-0.0013	0.2083	-6.1977
ア ズ キ ナ シ	-0.0006	0.0865	-1.5776
ア サ ダ	-0.001	0.1659	-4.6042
エゾヤマザクラ	-0.0015	0.2226	-5.8231
ウダイカンバ	-0.0003	0.0675	-1.685
ダ ケ カ ン バ	-0.0018	0.2346	-5.0766
サ ワ シ バ	-0.0012	0.1778	-4.8418
ニ ガ キ	-0.0023	0.1917	-3.0748
エ ゾ マ ツ	-0.0003	0.0874	-1.8904

胸高周囲長の成長予測

図-10 の速度曲線に乗って成長する個体を想定し、その周囲長成長を予測する。

最大成長量曲線式を(1)の右边を簡略にして

$$G_i = f(P_i) \quad (1)$$

とする。

初期周囲長 P_0 を曲線式に代入し、 G_0 を得る。それは周囲長 P_0 を持つ個体の一年間の周囲成長量であり、翌年に周囲 $P_0 + f(P_0)$ 長となる。その操作を n 回繰り返せば、 n 年後の予測周囲長 P_n を得る。

すなわち、

$$P_1 = P_0 + f(P_0)$$

$$P_2 = P_1 + f(P_1)$$

・

・

・

$$P_n = P_{n-1} + f(P_{n-1})$$

である。

左辺と右辺の和をそれぞれ求めると、

$$P_1 + P_2 + \dots + P_n = P_0 + P_1 + \dots + P_{n-1} + \sum_{i=0}^{n-1} f(P_i) \quad (2)$$

(2)を整理すると、

$$P_n = P_0 + \sum_{i=0}^{n-1} f(P_i) \quad (3)$$

である。

将来の周囲長の予測

(3) 式は

$$P_n - P_0 = \sum_{i=0}^{n-1} f(P_i) \quad (4)$$

となる。

右辺は初期周囲長を持つ個体がある年から n 年まで成長したとき、毎年の成長量を合計した値である。これは周囲長最大成長速度式(1)を微分方程式として解くことによって得られる。

$$\frac{dP}{dt} = aP^2 + bP + c \quad (5)$$

とおき、この微分方程式を浦野ら(2)によって解く。

$$aP^2 + bP + c = 0 \quad (6)$$

次に、この二つの根を異なった実数 A, B とおくと、左辺は以下のように書ける。

$$aP^2 + bP + c = a(A-P)(B-P) \quad (7)$$

ただし、 $A \neq B$, $P \neq A$, $P \neq B$

変数を分離する方法に従って(5)式は次のようになる。

$$\frac{dP}{dt} = a(A-P)(B-P) \quad (A \neq B, P \neq A, P \neq B) \quad (8)$$

次に、

$$\frac{dP}{(A-P)(B-P)} = a dt \quad (9)$$

である。

$A \neq B$ であるので、左辺の分数は

$$\frac{1}{(A-P)(B-P)} = \frac{1}{B-A} \left(\frac{1}{P-B} - \frac{1}{P-A} \right) \quad (10)$$

となる。(9)式の左辺を書き換えて

$$\frac{1}{B-A} \left(\frac{1}{P-B} - \frac{1}{P-A} \right) dP = a dt \quad (11)$$

両辺に(B-A)をかけて

$$\left(\frac{1}{P-B} - \frac{1}{P-A} \right) dP = a(B-A) dt \quad (12)$$

となる。

これを項別に積分すると、

$$\ln|P-B| - \ln|P-A| = a(B-A)t + C \quad (13)$$

C は積分の任意定数である。 $\ln u - \ln v = \ln(u/v)$ であるから、

$$\ln \frac{|P-B|}{|P-A|} = a(B-A)t + C \quad (14)$$

(14)の両辺に指数関数を作用させると、

$$\frac{|P-B|}{|P-A|} = e^{a(B-A)t+C} \quad (15)$$

絶対値の記号をはずし e^C をある定数 $+k$ または $-k$ で置き換えれば、

$$\frac{P-B}{P-A} = -ke^{a(B-A)t} \quad (16)$$

ここでは $-k$ で置き換えた。

P について解くとこれが一般解である。

$$P = A + \frac{B-A}{1+ke^{a(B-A)t}} \quad (17)$$

(17)に $t=0$ を代入して k の値を得る。

$$P_0 = A + \frac{B-A}{1+k \times 1} \quad (18)$$

よって

$$k = -1 + \frac{B-A}{P_0-A} \quad (19) \quad \text{である。}$$

(17)、(19)式に任意の P_0 、 $t=n$ を与えれば n 年後の P_n が得られる。

樹種ごとの周囲長成長予測

この試験地の理想個体の将来周囲長を予測すると、図-17 となる。y 軸には周囲長値を、x 軸には経過年数を目盛っている。y 軸と曲線との交点が初期値である。現在 25cm の個体は 100 年後に 215cm となる。50cm, 75cm, 100cm, 125cm, 150cm, 175cm, 200cm の個体は 100 年後にはそれぞれ 216.9, 217.1, 217.2, 217.2, 217.2, 217.2, 217.3cm となる。

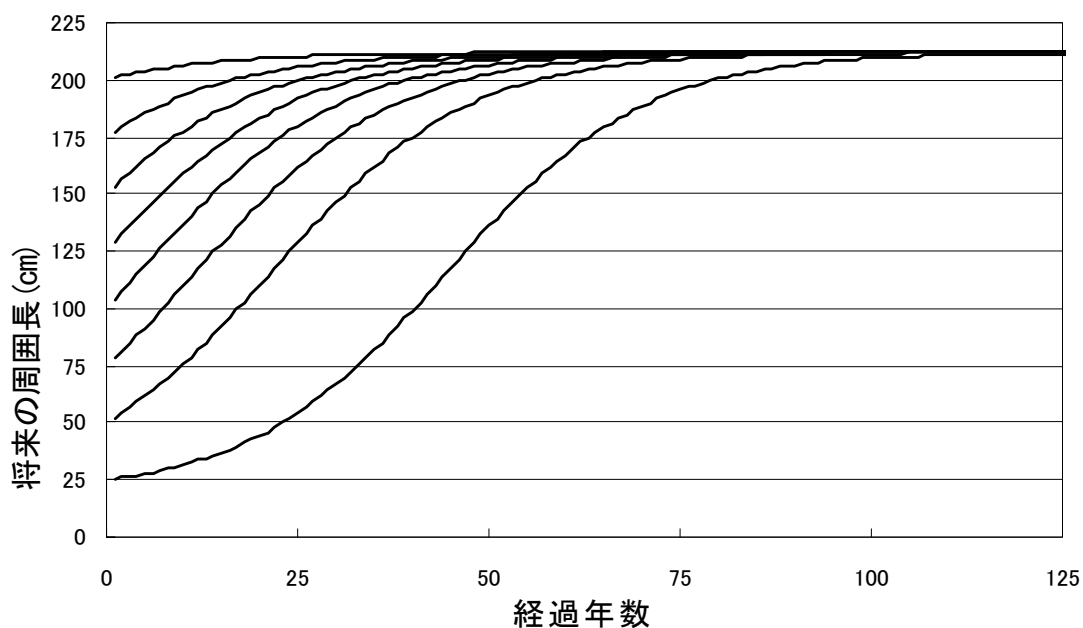


図-17 全樹種周囲長予測

ミズナラ、アズキナシとニガキの将来の周囲長予測図を図-18,19,20 に描く。

現在の周囲長が 50cm であるミズナラ、アズキナシ、ニガキの個体は 50 年後には周囲長がそれぞれ約 175cm、125cm、70cm になっていると予測する。

今後の課題

北大苫小牧研究林の落葉広葉樹林における樹木の周囲長成長予測法を述べた。伐採または 成長錐による年輪解析をしないで胸高周囲長測定によって実施できる点に特徴がある。北海道の落葉広葉樹林には成長量測定固定標準地が多数設定されており、5 ～ 10 年の間隔で胸高直径が測定されている。集積しているデータをこの方法により解析することが可能である。落葉樹林の生物生産の実態を解明するのに有効な方法になる。

この方法の適用対象は落葉広葉樹林だけでなく年輪の形成がはっきり認められない南方の常緑樹林にも適用できる。

個体の周囲成長は年々変動するし、同一樹種、同じような周囲長であっても年々の成長量は大きく異なる。

大径木の測定値も少なく、成長速度式は十分なものとは言えない。成育密度、地域による差を評価するなど課題は多い。

課題を一つ一つ解決することによって、今後、様々な発達段階にある森林の遷移を予測する方法の確立が望まれる。

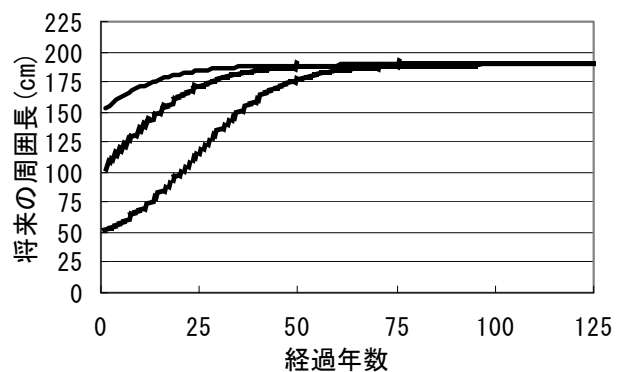


図-18 ミズナラ周囲成長予測

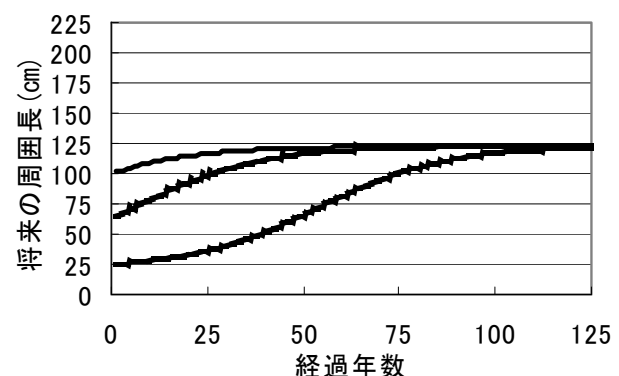


図-19 アズキナシ周囲長予測

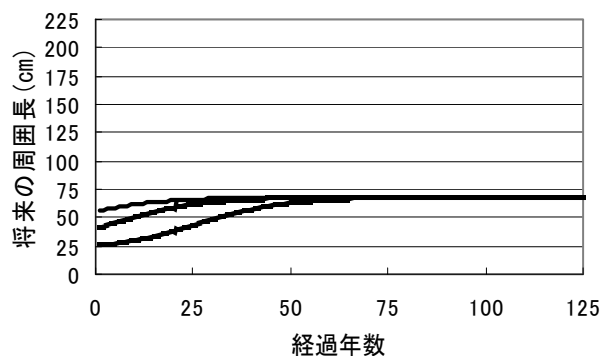


図-20 ニガキ周囲長予測

2. 北海道ライラック観測網

観測網の発足

1995年12月、メーリングリスト：International Phenological Network(国際生物季節連絡網)に「カナダ、アルバータ大学デヴォニアン植物園が小学校に呼びかけ植物の開花記録をインターネットまたは電子メールで同園に寄せることを依頼している。開花記録を同園ホームページに掲載し、全世界に公開する」という知らせが配信された(3)。北海道の温暖化を示す現象はなにかとおもいめぐらしていたときだったので目にとまった。

観察対象は、カナダに自生するプレーリークロッカス、ザイフリボクの2種と導入種であるライラックとの3種だった。自生種は自国の自然風土を良く知ろうというカナダの環境教育の目標を具体化する教材である。ライラックは北半球の多くの国に植えられているので、各国からの開花記録を集積、分析すれば北半球で春がどのように変化しているかを知ることができる。

1996年、北海道大学構内に成育するライラック紫色株を観察木に選定し、開花記録を前記デヴォニアン植物園(以下デ園とする)担当者に送り始めた。1998年に農学部附属植物園、東京大学北海道演習林、九州大学北海道演習林と北海道立旭川林産試験場に参加していただいた。3年間の試行を経て1999年北海道ライラック観測網を発足させた。

ライラックとは

ライラックとはモクセイ科(Oleaceae)ハシドイ属(*Syringa*)の種をひとまとめにした呼び方である。FR.J.Fiala(4)によるとヨーロッパに2種、アジアに21種が分布する。北アメリカ大陸と南半球には自生しない。ヨーロッパの2種は *Syringa vulgaris* と *S. josikaea* である。前者がムラサキハシドイで、バルカン半島のユーゴスラヴィア、モルダヴィア、セルビア、マケドニアに、後者はハンガリー、スロヴァキア、チェコ、ルーマニアに成育する。アジアの21種のうち中国に20種が分布する。固有種が16種、共通種が4種である。朝鮮半島には固有種が1種(*S. debelderi*)、中国との共通種が3種分布する。日本には中国との共通種ハシドイ(*S. reticulata*)があり、固有種はない。*S. emodi* はアフガニスタン、パキスタン、ネパール、ミャンマー、中国などの山岳地帯に分布する共通種である。

ムラサキハシドイ(*S. vulgaris*)が北半球の各地に広がったきっかけは16世紀中頃にさかのぼる。原産地からトルコのサルタンの庭園に植えられていた株をトルコへのオーストリア使節が株分けし、土産としてオーストリア宮廷に持ち帰った。彼はさらに株分けしてフランスへ持ち込んだ(4)。

ライラックは接ぎ木、取り木、挿し木や株分けが容易なので、枝変わりした葉や花を増殖できる。種間交配も行われ、雑種種子は発芽する。そうした性質を利用してフランスを中心にして品種改良が進んだ。改良種はヨーロッパ大陸とイギリスに広まった。リンネがライラックを "*Syringa vulgaris*" と命名したのは1753年のことである。種小名の "*vulgaris*" は「普通の、通常の」という意味で、リンネの時代にはスカジナヴィア半島を含むヨーロッパ大陸のいたるところにライラックが植栽されていた状況がよくわかる。トルコより持ち出されてからわずか二百年のことである。北アメリカ大陸へは、オランダとフランスそしてイギリスからの移住者が持ち込んだ。低温に耐えて育ち、愛らしい花と良い香りが好まれ、高緯度地方にも植えられている。

ライラックの品種にはフランス語、ドイツ語、ロシア語、英語、中国語の名前がつけられている。北半球の各地で人々にとても愛されたことを物語っている。

なお、文中では断り書きをつけない限り「ライラック」は "*Syringa vulgaris*" を指す。

北海道へ初めて導入されたライラック

わが国へのライラックの導入について、上原敬二は「日本へは明治中期にはいった」と書いた(25)。しかし植栽地を記していない。札幌市にある北星学園百年史によると、同学園の前身、スミス女学校を創始したスミス女史がアメリカ東海岸ニューヨーク州から1890年（明治23年）にライラックを持ち帰ったとされている(17)。二つの文献で「明治中期」が一致しているので、私は北星学園のライラックが日本へ最初に導入された株と思い込んでいた。

北海道ライラック観測網の参加者、市立函館博物館佐藤理夫学芸員から函館公園に植栽された「ユースデンのライラック」について連絡があった(23)。函館公園は1874年（明治7年）に居留外国人の熱烈な要求によって公園として体裁を整えたが、彼らにとっては満足のいくものではなかった。函館駐在イギリス領事リチャード・ユースデンが地元有力者に改築を働きかけ、たくさんの住民の協力を得て1879年（明治12年）に改築開園式を開催した。施工にあたってはユースデン夫人が西洋花卉の栽培に取り組んだ(24)。夫人はライラックを好み、領事に要請して本国から取り寄せて植栽した。「ユースデンのライラック」はスミスが持ち帰った1890年より10年早く、北海道へ初めて導入されたライラックである。日本で最初でもある。

「ユースデンのライラック」は函館市民に愛され、開花時期にはたくさんの人々が市立図書館前に植栽されていたこの株を訪れた。残念ながら昭和30年代に枯れてしまったが幸いにも株分けされていた(15)。現在、この分身を「ユースデンのライラック」として保存する活動が市民によって取り組まれている。その経緯と経過について本学名誉教授三島清吉が詳しく書いている(21)。

ライラックの観察

ライラックは人間社会との付き合いが長い。ヨーロッパやアメリカではライラックの成育度合いを、種まき、苗木の移植、病虫害防除のための薬剤散布など農作業の時期判定に利用してきた。ライラックの成長過程には気象計測システムでは測定しきれない要因が総体的に反映している。

デ園はその点に注目して、「ライラックを含む植物の開花を観察して春の気象変化を追求しよう」と世界中の市民に呼びかけた。デ園が提唱している観察基準は以下のとおりである(1)。

観察株の選定：

- 1) 株は、健全に管理されており、その場所で継続して観察できること
- 2) 建物や他の庭木から離れていて、それらの日陰になっていないこと
- 3) 花は紫色であること

開花観察項目：

- 1) 開花日(First bloom)；ライラックはたくさんの小花からなる長い円錐花房をつける。小花が一つ咲いた花房を「開花花房」とし、その数が観察株につく全花房数の50%以上になった日を株の「開花日」とする。
- 2) 満開日(Full bloom)；小花は花房の底部から頂部へと咲き上がる。最上部まで咲いたら「満開花房」とし、その数が全花房数の95%以上になった日を株の「満開日」とする。

開花判定基準を写真で示す。図-21 は小花蕾の塊が芽鱗から顔を出し、花軸が伸長している時期で、「未開花花房」と判定される。

図-22 は小花が咲き始めた時で、「開花花房」と判定された花房である。中央の小花が咲いている。図-23 は頂部小花が咲いた時期で満開花房を示す。

1996年、札幌実験苗畑(現フィールド科学センター森林圏ステーション札幌研究林札幌試験地)に成育している株を観察木に選定した。5 mほどの高さの古い株で、南側のキタコブシによって遮蔽され陽当たりが少し悪かった。しかし研究室から近くにあり、観察に好都合な場所なのでこれを選んだ。デ園の観察基準は観察花房数について述べていなかったので担当者に連

絡し、任意に選んだ20花房を標識し、これらの開花記録から「株の開花日」と「株の満開日」を判定することの了解を得た。

ライラックと植物季節

ライラックが植物季節観察に使われる理由を考えてみよう。



図-21 開花前の花房



図-22 開花した花房



図-23 満開花房

木本植物の地上部の組織原基、器官原基は芽にある茎頂分裂組織で分化する。温帯地方の気候は四季のはっきりしているので植物は原基分化時期と発達時期を四季の変化に上手に対応させている。対応の仕方によって二つのグループに分けることができる。

一つは成長期に展開する葉原基のすべてを冬前に用意しているグループである。もう一つはやはり冬前に葉原基の大部分を準備するものの、残りを翌年の成長期に入ってから分化するグループである。前者にはトドマツ(*Abies sachalinensis*)が属する。冬芽が開き新しいシュート（葉と茎の総称）が5月上旬から7月上旬にかけて一気に倍加する(14)。新しい茎につく葉数は前年の晩秋には決まっている。冬芽は翌年の成長期に展開するすべての葉原基を準備して越冬する。3月中旬、葉原基の細胞数が増え、葉へと成長する。茎原基も細胞分裂によって細胞数を増やし、成熟によって葉と葉の間隔が決まる。葉原基と茎原基が成長しきるとシュートの長さが決定する(5)。後者にはカラムツ(*Larix kaempferi*)が属する。カラムツは長枝と短枝を持つ。短枝は葉が束状にびっしりと着生している枝であり、1年間の伸長量はとても小さい。それに比べて長枝につく葉の間隔は長く、伸長量も大きい。短枝の葉原基分化と発達はトドマツと同様である。しかし、長枝では新シュートに付く葉の大部分は冬前に準備されているものの、一部は春になってから分化し、成長期に葉へと発達する。つまり、カラムツの長枝は越冬した葉原基から発達した葉と分化から成熟までに冬をはさまない葉をつける(18)。

ライラックはトドマツと同様に、前年秋までにすべての葉原基と花原基を準備している(22), (26)。春には気温の上昇に

伴って樹体内で代謝活動が活発になるのを待っている状態である。

ライラック開花と成長積算温度

春になって目に見える成長をするには、成育に適した温度の継続と水分が必要である。通常、5℃以上になると植物の代謝活動が始まる。乾燥地では水分条件が加わるが、この時期北海道には雪解け水がたっぷりあるので成長を制限する要因ではない。植物の成育開始は温度条件による。

成長積算温度とは一日の平均気温（M）が5℃を越えた日について、 $(M - 5)℃$ を計算し、平均気温5℃が出始めた日から「開花日」までを合計した値である。負の値は無視する。

「株の開花日」や「株の満開日」は年ごとに異なるが、そのころの成長積算温度は一定していることが推察される。

図-24 はライラック北大観察株の開花と成長積算温度との関係を示す。1996年から2005年までの成長積算温度線の上に「株の開花日」を白抜き記号で、「株の満開日」を黒塗りで打点した。使用した温度記録は気象庁札幌管区気象台の測定値である(19)。

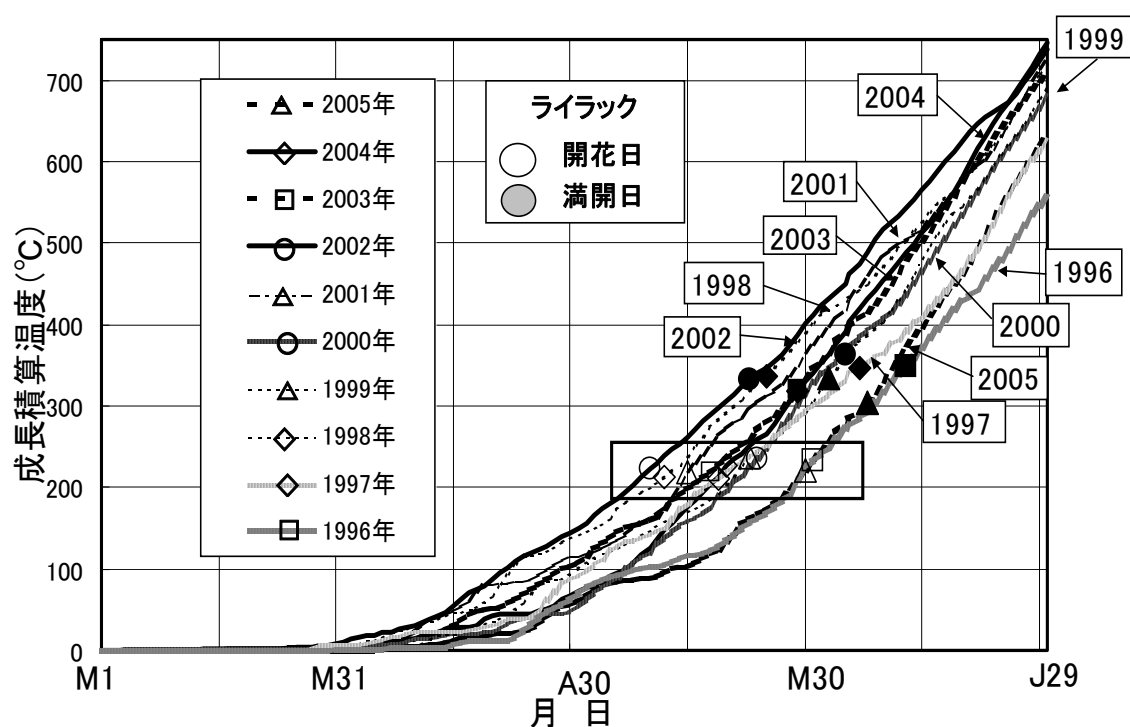


図-24 ライラック北大株の開花と成長積算温度

「株の開花日」は2002年の5月10日から1996年の5月31日まで、「株の満開日」は2002年の5月24日から1996年6月12日までの間がある。成長積算温度はそれぞれ222.2、233.6、340.6、349.4と計算された。特定の成長積算温度に達したら「株の開花日」または「株の満開日」になるというのではなく、「株の開花日」または「株の満開日」の成長積算温度はこの範囲にあると考えている。「株の満開日」は判定が観察者の影響を受けやすいので取り扱いに注意が必要である。

成長積算温度が150を越えると温度線は直線になり、年々の勾配が一定する。成長積算温度

が150になるまでどんな温度経過かがその春の早い遅いを決定する。

北海道ライラック観測網

1998年秋、電子メールで北海道内の小学校、中学校、高校、大学などの教育機関の人たちに呼びかけ、翌春に「北海道ライラック観測網」を発足させることができた。デ園の観察基準(1)に20ヶ花房を標識して観察することを加えて活動し始めた。観察結果を参加者間で同時に共有するためにメーリングリスト：ライラック (MLライラック) を北大農学部サーバーに開設した。観察者は株の開花日、株の満開日、観察株の緯度、経度、海拔高をMLライラックによって報告した。インターネットに接続していない観察者の開花情報は郵送、電話、ファックスなどによって北大経由でMLライラックに配信することとした。メーリングリストにはライラック以外の植物の開花情報や野鳥の渡りの様子なども紹介され、生物季節情報交換の場となった。観察終了時には全道の開花結果を農学部附属演習林(現フィールド科学センター)のホームページに掲載した(16)。同時に「ライラック観測網」の拡大を訴えた(7), (8), (9), (10), (11)。

1996年から2005年までの開花記録と「開花日等日線」と「満開日等日線」とを北大ホームページに掲載している。春の訪れが最も早かった2002年と最も遅かった2005年との図を引用する。

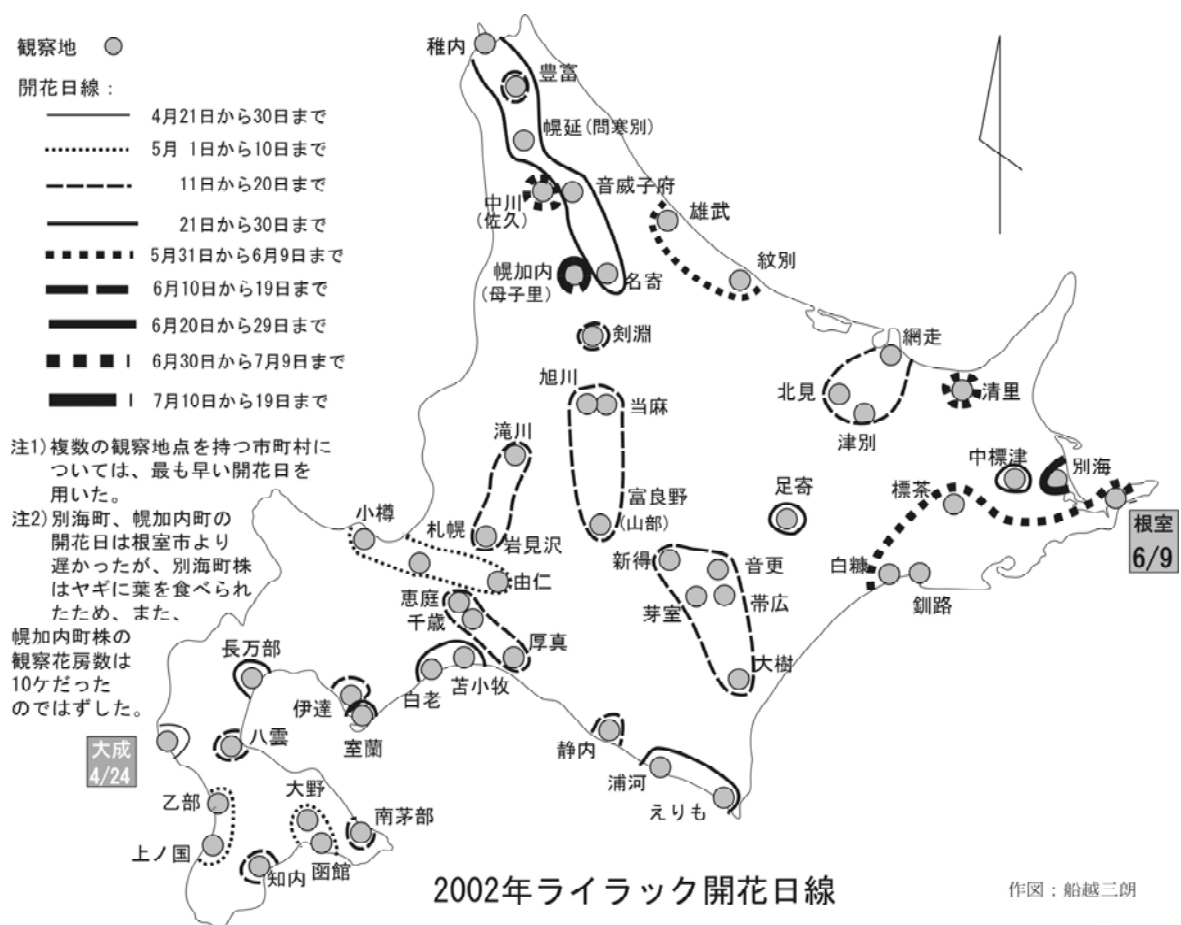


図-25 2002年ライラック開花日線

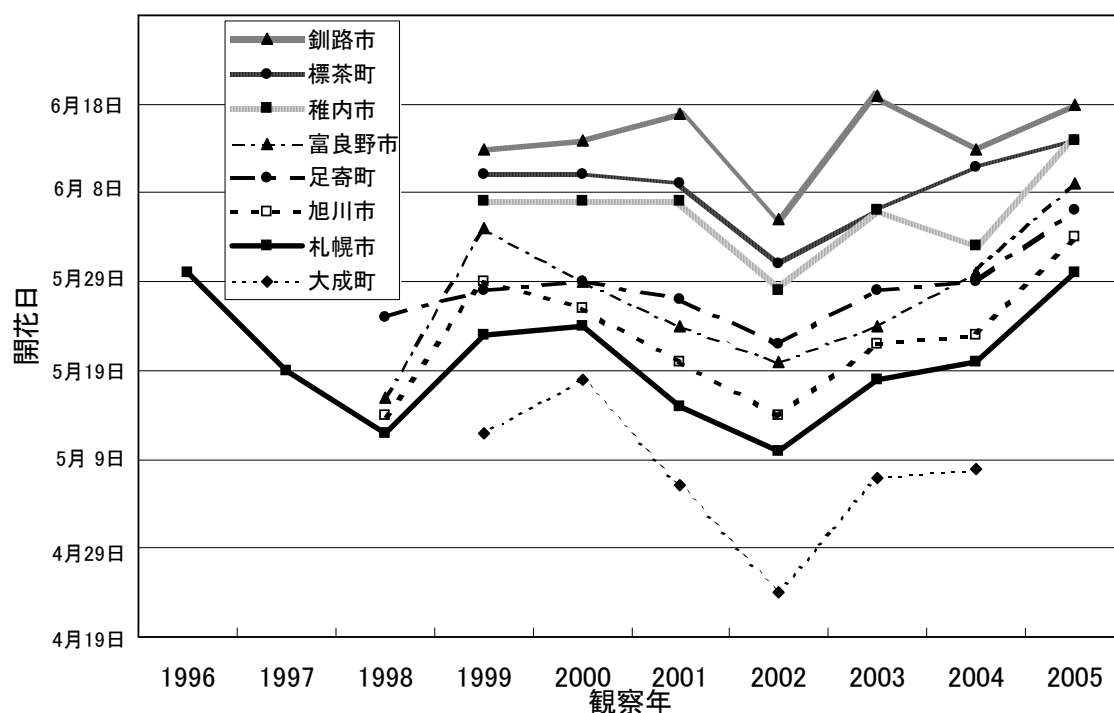


図-27 北海道における開花日変化

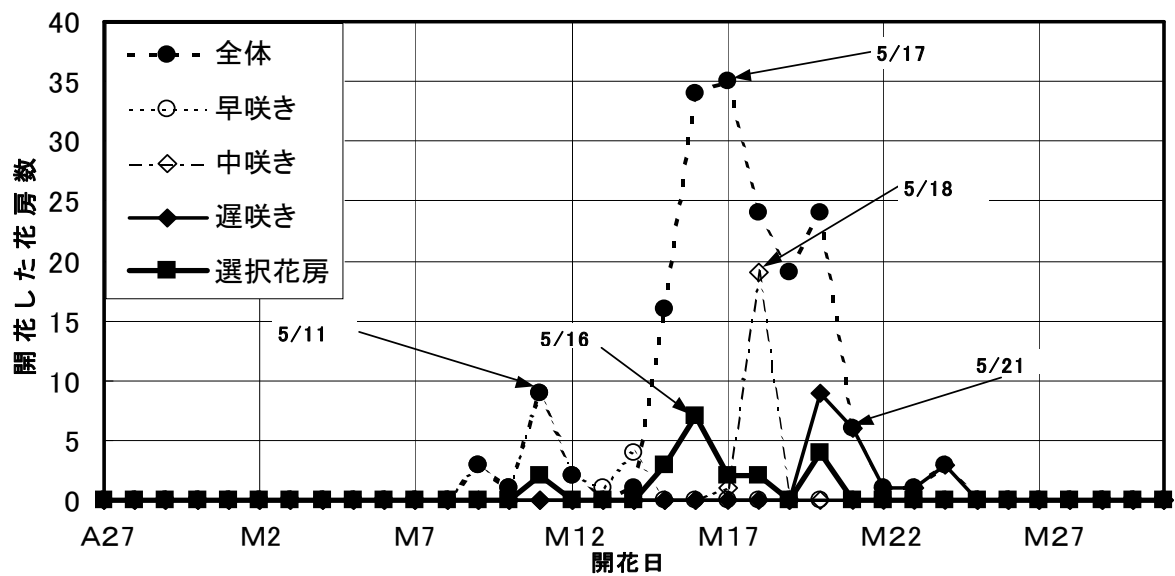
検討課題

1996年の春、私はデ園の「植物観測網」に参加したが、観察花房の選び方を決めあぐねていた。ライラックは一株につく花房数が多く、全部を観察するのは不可能なのにデ園観察基準に具体的な指示はなかった(1)。デ園担当者に「一株の観察花房数を20ケとしたい」と相談したところ、“OK”との返事がきた。以来、北海道の参加者には「観察株の東西南北の枝に5ケずつ選んでください」とお願いしている。数人の参加者から「100ケも200ケも花房がつくの20ケで十分なのか」と質問があったが、手頃な観察株がなく、答えられずにいた。

2005年春、高さが約1.9mある我が家の観察株が179ケの花芽をつけたので、全花房を観察した。図-28の「選択花房」は1996年から毎年実施している基準で株の東西南北の枝から意識的に20ケが選ばれた花房群で、枝の先端にあって、観察しやすく、標識札の取付けも容易だった。残りの花房にも標識札をつけて開花を記録した。「早咲き」花房群は開花順番で1番から20番までの20ケ、「中咲き」花房群は90番前後の20ケ、「遅咲き」花房群は160番から179番までの20ケと定義し、開花記録野帳によって選んだ。「全体」花房群は全花房179ケの開花記録である。

「全体」花房群の「株の開花日」は5月17日、「選択花房」のそれは5月16日、「中咲き花房」は5月18日、「早咲き」は5月11日、「遅咲き」は5月21日となった。「選択花房」と「全体」の差は一日であり、20花房を観察すれば観察と標識取付け作業のしやすさで観察花房を選定して差し支えないようだ。ただ、「早咲き」と「遅咲き」の間では10日の差があり、抽出の仕方によってはそれらが紛れ込むこともある。観察花房数、抽出方法を統計的に検証する必要がある。

もう一つ検討しなければならないことは品種による開花経過の違いである。参加者には紫色株の観察をお願いしている。「紫色といっても赤みがかかった色や青みがかかった色と巾があり、品種が混在している。異なる品種の開花記録を比較することに意味があるのか」という疑問が寄せられた。それを受けて、2002年に札幌市川下公園でムラサキハシドイ (*Syringa vulgaris*) 4品種の開花を観察した。観察結果を図-29に示した。



着生花房数: 179
選択花房数: 20

開花期間は2005年5月9日から5月24日まで

図-28 観察花房の選び方

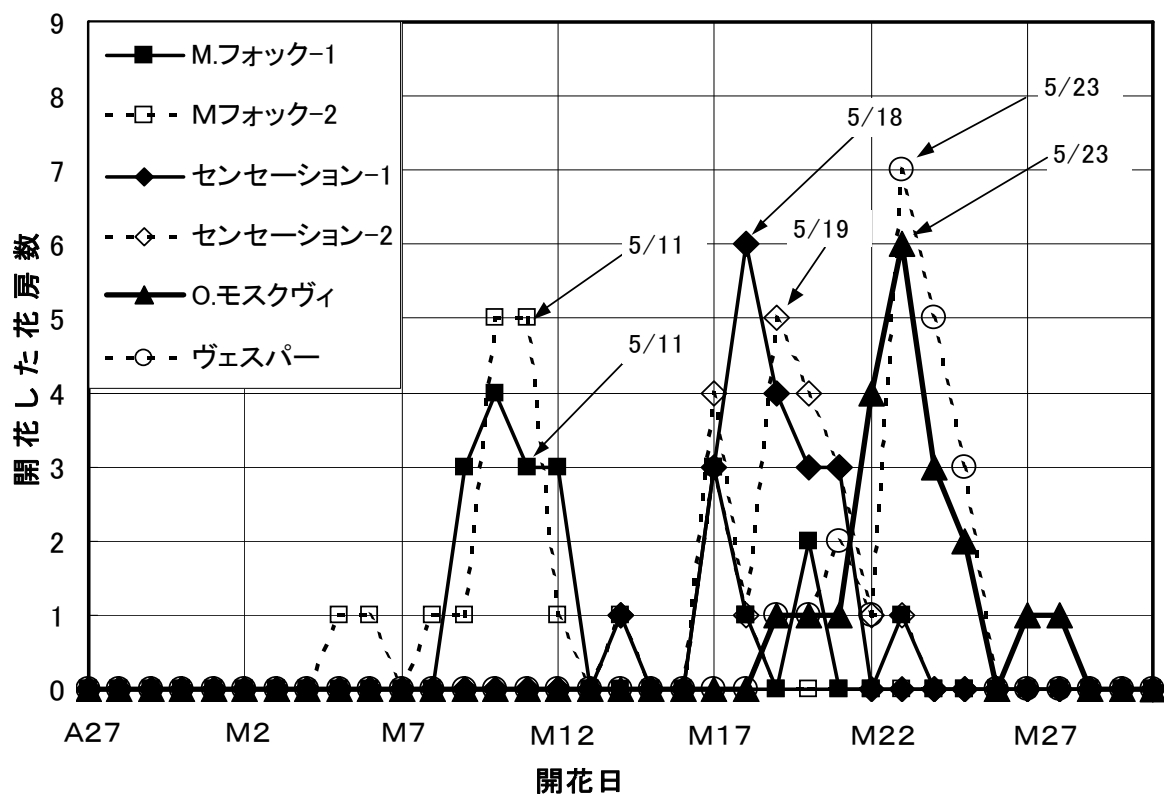


図-29 品種と開花日

矢印は「開花日」を示す。早く咲いたマーシャルフォックは遅く咲いたオグニモスクヴィとヴェスパールより12日早く「開花日」に達した。マーシャルフォックとセンセイションは2個体ずつ調査したが個体差はほとんどない。観察株の品種を統一する必要がある。

「北海道ライラック観察網」の展望

デ園ホームページ(1)から世界各地の植物季節観測網に飛べる。カナダ、アメリカ、オランダ、フィンランド、イギリスなどの観察網が紹介されており、その中にはライラックを含むハシドイ属の種が観察対象種として指定する観測網もある。多くのサイトが植物季節の観察目的と方法を丁寧に記載している。しかし、開花記録をわかりやすく、そして使いやすく公開しているサイトは少ない。

デ園ホームページには「ライラック観測網」の1996年から2001年までの開花記録が利用しやすく掲載されている。残念ながら2002年以後はデ園の都合で途絶えてしまった。デ園担当者の仲介でアメリカの National Phenology Network に「北海道ライラック観測網」の1996年からのすべての開花記録が掲載され、世界中の人が北海道のライラック開花データを利用できる(20)。

群馬県の植物愛好家、埼玉県のとちぎアイランド研究者、仙台市にある東北大学植物園の協力を得て「北海道ライラック観測網」は本州へ広がり始めた。ライラックは鹿児島県にも植えられている。日本各地の教育、研究機関との共同研究も可能である。

函館の「ユースデンのライラック」や札幌の「スミスのライラック」をきっかけとしてこの120年間にライラックは北海道に広まった。それを基盤として始まった「北海道ライラック観測網」の継続によって開花記録を集積し、公開することが北半球の春の変化を解明する仕事に発展し、人々の環境を保護する心を育てることを願っている。

1、2の引用文献

- (1) デヴォニアン植物園プラントウォッチホームページ : <http://plantwatch.sunsite.ualberta.ca/>
- (2) E. バッチェレット(浦野明央、井上慎一訳), ライフサイエンスの数学Ⅱ, 338-339, 朝倉書店, 1985
- (3) E. Beaubien, <https://listserv.surfnet.nl/scripts/wa.exe?A2=ind9512&L=ipn-ls&P=666>, 1995
- (4) FR. J. Fiala, Lilacs: The Genus Syringa, Timber Press, 1988
- (5) 船越三朗, トドマツのシュート伸長と冬芽形成, 北大農学部演習林研究報告, V42, N4: 785-808, 1985
- (6) 船越三朗: 落葉広葉樹林の林分構造の変化—樹種と直径級構成—, 北大農学部演習林研究報告 V.45, N.1, 187-212, 1988
- (7) 船越三朗, ライラック開花前線, シルバ, 第66号, 札幌林学同窓会, 1999
- (8) 船越三朗・神田房行, 環境教育教材としてのライラック開花前線, V3, N1: 77-81, 北海道教育大学環境教育情報センター, 2000
- (9) 船越三朗: ライラック観測網, 北海道生物教育研究会, 2002
- (10) 船越三朗: ライラック観測網(1), 北方林業, 第55号 第4号, 73-76, 2003
- (11) 船越三朗: ライラック観測網(2), 北方林業, 第55号 第5号, 108-111, 2003
- (12) 船越三朗: 天然生落葉広葉樹の胸高周囲成長—周囲成長の実態—, 北海道の林木育種, 第47号 第2号, 17-20, 2004
- (13) 船越三朗, 天然生性落葉広葉樹の胸高周囲成長—将来の周囲成長—, 北海道の林木育種, 第48号 第1号, 26-29, 2005
- (14) 船越三朗: 芽の成長周期とシュート伸長, 中村太士・小池孝良編, 森林の科学, 10-11, 朝倉書店, 2005
- (15) 北海道新聞(函館市内版, 12面), 昭和34年5月25日

- (16) 北大ライラック観測網ホームページ：
<http://pc3.nrs-unet.ocn.ne.jp/~project/lilac/lilac-01.htm>, 2002
- (17) 百年史刊行委員会, 北星学園百年史通史篇：67P, 学校法人北星学園, 1990
- (18) J. W. Zhang and L. Fins, Relative efficiency of indirect selection based on juvenile shoot growth components in *Larix occidentalis* Nutt., personal letter, 1999
- (19) 気象庁, 「地点ごとのデータ (昨日まで)」, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 : <http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>
- (20) M. Schwartz, USA National Phenology Network On-Line Data:
<http://www.uwm.edu/Dept/Geography/npn/data/index.html>
- (21) 三島清吉, 由緒ある函館のライラック, *Oshimanography*, No. 12, 44-46, 2005
- (22) Rhoda Garrison, Origin and Development of Axillary Buds: *Syringa vulgaris* Linn., *American Journal of Botany*, Vol.36:205-213, 1949
- (23) 佐藤理夫, 市立函館博物館, 私信, 2000
- (24) 俵 浩三, 北海道の自然保護：その歴史と思想, 北海道大学図書刊行会, 1979
- (25) 上原敬二, 樹木大図説Ⅲ, 有明書房, 1961
- (26) 生方雅男, ライラックの開花開始と花芽分化時期について, 北農, 第64巻 第1号, 1979