

ライラックの開花フェノロジーと積算温度

神田 房行・山本美咲・柴山裕子・中野佐紀
北海道教育大学釧路校生物学教室

Phenology of Lilac and the Integrating Temperature

Fusayuki KANDA, Misaki YAMAMOTO, Yuko SHIBAYAMA and
Saki NAKANO

Department of Biology, Hokkaido University of Education, Kushiro 085-8580, Japan

Summary

The phenology data help seeing how the biota is responding to climate change. Tracking flowering times will help determine what trends can be seen in the biotic effects of climate change and weather variability.

We gathered flowering observations of the common purple lilac in Kushiro City in the spring from 1999 to 2004. We compared the data about flowering days and full-bloom days to environmental factors (temperature, precipitation, wind velocity, sunshine, daylong etc.) The data suggest there are relationship between the flowering days and full-bloom days, and the integrating temperature. In this paper we tried to compare two types of the integrating temperature over 0°C and over 5°C. In conclusion, the integrating temperature over 0°C is more suitable than over 5°C to the flowering days and full-bloom days in the case of common purple lilac.

Key words: phenology, lilac, integrating temperature, flowering days, full-bloom days

はじめに

我々は1999年以来釧路市内においてライラックの開花フェノロジーの研究を行ってきた(船越・神田, 2000)。その中で、ライラックの開花フェノロジーに影響を及ぼしていると考えられる環境要因として、積算温度、毎日の平均気温の変化、降水量、日長、日照時間、風速などを想定し、釧路気象台のデータと照らし合わせて検討してきた。その結果、日長や日照時間、積算の日照時間などと比較して積算温度が開花フェノロジーと最も深く関わっていることが分かってきた(神田ら, 2003)。そこで1999年から2004年までの6年間のデータを積算温度の視点からまとめてみた。積算温度については従来、0°C以上の日積算温度と植物の生育に必要と考えられる5°C以上の日積算温度が用いられてきた(船越, 2003, 2003a)。本研究ではどちらの積算温度がライラックの開花フェノロジーにより関係するかを検証することを目的として行った。

調査方法

観測株の場所・位置(緯度経度)・樹高・根元直径は表1の通りである。

ライラックの開花、満開など調査方法については、原則として前回まで(神田ら, 2000; 神田・三戸, 2001; 神田ら, 2003)の方法に従った。観測株の選定方法は基本的にはデボネアン植物園のライラック観察基準を参考にした(デボネアン植物園およびライラック観察網のホームページを参照)。観測手順も前回までと同じである(神田ら, 2000; 神田・三戸, 2001; 神田ら, 2003)。

花序や株の開花、満開などの定義もこれまでと同じである(神田ら, 2000; 神田・三戸, 2001; 神田ら, 2003)。

この論文では1999年から2004年までの6年間のライラックの各観測株について株の開花日と満開日までの積算温度を算定した。温度データは釧路地方気象台のデータを

表1 ライラックのフェノロジー観測のための観察木。これらの内、今回4~6年間の年変動調査に使用した株の番号を太字（アンダーライン）で示した。

個体標識番号	場所	位置（北緯：N 東経：E）	樹高（cm）	根元直径（cm）	現状
No.1	鶴ヶ岱公園	N42°58'37" E144°24'09"	—	—	枯れ
No.2	鶴ヶ岱3丁目	N42°58'20" E144°24'32"	286	4.8	
No.3	鶴ヶ岱2丁目	N42°58'32" E144°24' 24"	442	8.3	
No.4	鶴ヶ岱2丁目	N42°58'30" E144°24'24"	—	—	伐採
No.5	鶴ヶ岱5丁目	N42°58'28" E144°24'10"	—	—	伐採
No.6	鶴ヶ岱1丁目	N42°58'30" E144°24'03"	288	7.0	
No.7	城山1丁目	N42°58'47" E144°24'01"	292	5.7	
No.8	城山1丁目	N42°58'46" E144°23'59"	303	5.3	
No.9	城山1丁目	N42°58'44" E144°23'59"	—	—	伐採
No.10	大川町城山通り	N42°58'45" E144°23'42"	400	8.6	
No.11	大川町城山通り	N42°58'46" E144°23'41"	305	7.4	
No.12	大川町城山通り	N42°58'44" E144°23'37"	—	—	伐採
No.13	大川町入船臨港通り	N42°58'43" E144°23'32"	386	8.0	
No.14	大川町入船臨港通り	N42°58'39" E144°23'29"	481	15.0	
No.15	大川町城山通り	N42°58'48" E144°23'24"	396	9.6	
No.16	緑ヶ丘1丁目	N42°58'53" E144°24'37"	354	5.1	
No.17	緑ヶ丘1丁目	N42°58'52" E144°24'37"	292	7.6	
No.18	緑ヶ丘1丁目	N42°58'52" E144°24'37"	—	—	花序なし
No.19	緑ヶ丘1丁目	N42°58'50" E144°24'34"	219	5.1	
No.20	緑ヶ丘1丁目	N42°58'50" E144°24'35"	—	—	伐採

用いた。

積算温度とはその年の1月1日から開花日、満開日までの0℃以上の日平均気温を合計したものである。従って、日平均気温がマイナスの日は値としては0となる。植物の生育にとっては5℃以上の温度が必要との考えから5℃以上の日平均気温を合計した値を積算温度として使う場合もあるので、0℃以上と5℃以上の2種類の積算温度を算出した。5℃以上の積算温度は日平均気温が5℃を超えた日の平均気温から5を引いた値を積算したものである。従って日平均気温が5℃以下の場合は0となる。

結果と考察

積算温度

表2に1999年から2004年までの6年間の各ライラック観測株について開花日と満開日までの積算温度を示した。

積算温度は0℃以上と、5℃以上について示してある。これらの観測株の内、No.1, No.4, No.5, No.9, No.12, No.18, No.20は6年間の内かなりの部分が未測定である。従って、今回用いたデータは6年間継続して観察した、No.2, No.3, No.6, No.7, No.8, No.10, No.11, No.13, No.14, No.15の10株と、2001年から2004年までの4年間継続して観察した、No.16, No.17, No.19の3株である。以上の13株について開花と満開までの積算温度を表3に示した。

図1に上記13株のそれぞれについて6年間の0℃以上と5℃以上の積算温度の場合の株の開花日と満開日を図の中に示した。この図から分かることは、積算温度は年によって大きく変わることである。例えば、2002年の積算温度は他の年に比べかなり高かった。一方で2003年の積算温度はこの6年間の中で最も低かった。

もし積算温度が開花や満開を決めている最大要因であればこの6年間の積算温度の変動に関わらず、ある一定の

表2 ライラック株ごとの開花日および満開日の年変動および開花、満開日の積算温度比較。

株No.	開花日												満開日											
	0°C以上						5°C以上						0°C以上						5°C以上					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	1999	2000	2001	2002	2003	2004	1999	2000	2001	2002	2003	2004	1999	2000	2001	2002	2003	2004
No.1	6/13	6/15	-	6/6	-	-	525.5	594.6	-	565.6	-	-	184.4	240.2	-	201.7	-	-	184.4	240.2	-	201.7	-	-
No.2	6/15	6/14	6/18	6/5	6/20	6/13	557.5	580.3	598.4	556.1	585.5	578	206.4	230.9	211.2	197.2	217.3	223.6	206.4	230.9	211.2	197.2	217.3	223.6
No.3	6/17	6/14	6/18	6/7	6/21	6/11	587.4	580.3	598.4	576.8	602.7	556	226.3	230.9	211.2	207.9	229.5	211.6	226.3	230.9	211.2	207.9	229.5	211.6
No.4	6/15	6/14	6/13	-	-	-	557.5	580.3	541.7	-	-	-	206.4	230.9	179.5	-	-	-	206.4	230.9	179.5	-	-	-
No.5	-	6/18	-	6/10	-	-	-	638.4	-	616.9	-	-	269	-	-	233	-	-	269	-	-	233	-	-
No.6	6/16	6/18	6/22	6/11	6/29	6/16	571.5	638.4	638.2	629.3	696.7	614.6	215.4	269	231	240.4	283.5	245.2	215.4	269	231	240.4	283.5	245.2
No.7	6/15	6/15	6/18	6/7	6/21	6/10	525.5	594.6	598.4	576.8	602.7	545.3	206.4	240.2	211.2	207.9	229.5	205.9	206.4	240.2	211.2	207.9	229.5	205.9
No.8	6/14	6/14	6/19	6/9	6/21	6/11	544.4	580.3	611.5	603.1	602.7	556	198.3	230.9	219.3	224.2	229.5	211.6	198.3	230.9	219.3	224.2	229.5	211.6
No.9	6/11	6/7	6/12	6/3	-	-	497.9	500.1	531.7	529.9	-	-	166.9	185.7	174.5	181	-	-	166.9	185.7	174.5	181	-	-
No.10	6/14	6/12	6/19	6/6	6/18	6/12	544.4	554.7	611.5	565.6	555.3	566.2	198.3	215.3	201.7	197.1	197.1	216.8	198.3	215.3	201.7	197.1	197.1	216.8
No.11	6/10	6/7	6/11	6/1	6/14	6/6	485.9	500.1	521.1	507.7	507.8	502.5	159.8	185.7	168.9	168.8	189.6	183.1	159.8	185.7	168.9	168.8	189.6	183.1
No.12	6/13	6/14	6/17	6/5	-	-	525.5	583.6	583.6	556.1	-	-	184.4	230.9	201.4	197.2	-	-	184.4	230.9	201.4	197.2	-	-
No.13	6/14	6/12	6/17	6/7	6/18	6/14	544.4	584.7	583.6	576.8	555.3	591.7	198.3	215.3	201.4	207.9	197.1	232.3	198.3	215.3	201.4	207.9	197.1	232.3
No.14	6/12	6/11	6/14	6/5	6/17	6/10	510.7	543.3	551.3	556.1	541.6	545.3	174.6	208.9	184.1	197.2	188.4	205.9	174.6	208.9	184.1	197.2	188.4	205.9
No.15	6/13	6/15	6/16	6/9	6/19	6/12	525.5	594.6	571.3	603.1	570.5	566.2	184.4	240.2	194.1	224.2	207.3	216.8	184.4	240.2	194.1	224.2	207.3	216.8
No.16	-	-	6/16	6/5	6/18	6/10	-	-	551.3	556.1	555.3	545.3	-	-	194.1	197.2	197.1	205.9	-	-	194.1	197.2	197.1	205.9
No.17	-	-	6/14	6/6	6/17	6/8	-	-	551.3	565.6	541.6	524.5	-	-	184.1	201.7	188.4	195.1	-	-	184.1	201.7	188.4	195.1
No.18	-	-	6/13	6/7	-	-	-	-	541.7	576.8	-	-	-	-	179.5	207.9	-	-	-	-	179.5	207.9	-	-
No.19	-	-	6/15	6/5	6/18	6/9	-	-	560.4	556.1	555.3	534.4	-	-	188.2	197.2	197.1	200	-	-	188.2	197.2	197.1	200
No.20	-	-	6/22	-	-	-	-	-	638.2	-	-	-	-	-	231	-	-	-	-	-	231	-	-	-
株全体	6/14	6/14	6/16	6/6	6/18	6/11	544.4	580.3	571.3	565.6	555.3	556	198.3	230.9	194.1	207.9	197.1	211.6	198.3	230.9	194.1	207.9	197.1	211.6

株No.	満開日															
	0°C以上						5°C以上									
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	1999	2000	2001	2002	2003	2004				
No.1	6/26	6/27	-	6/29	-	-	710.7	763.4	-	815.2	-	-	299.6	349	-	336.3
No.2	6/25	6/24	6/27	6/17	7/2	6/21	696.1	721.8	710.9	691.9	728.5	688.2	295	322.4	278.7	273
No.3	6/26	6/25	6/28	6/17	7/3	6/22	710.7	733.7	728.8	691.9	739.8	702.3	299.6	329.3	291.6	273
No.4	6/21	6/28	6/27	-	-	-	637.1	779.2	710.9	-	-	-	256	359.8	278.9	-
No.5	-	6/28	-	6/26	-	-	-	779.2	-	781.4	-	-	-	359.8	-	317.5
No.6	6/26	6/28	6/28	6/23	7/5	6/22	710.7	779.2	728.8	755.2	763.9	702.3	299.6	359.8	291.6	306.3
No.7	6/27	6/27	6/29	6/25	7/3	6/24	723.6	763.4	745.4	712.8	739.8	733.2	307.5	349	303.2	313.9
No.8	6/25	6/27	6/29	6/23	7/6	6/24	696.1	763.4	745.4	755.2	775.1	733.2	295	349	303.2	306.3
No.9	6/17	6/18	6/25	6/16	-	-	587.4	638.4	680.2	679.2	-	-	226.3	269	258	265.3
No.10	6/24	6/24	6/29	6/28	7/1	6/23	680.4	721.8	745.4	803.6	718	717	284.3	322.4	303.2	329.7
No.11	6/15	6/19	6/25	6/15	6/23	6/16	557.5	653.5	680.2	666.6	629.9	614.6	206.4	279.1	258	257.7
No.12	6/24	6/27	6/29	6/26	-	-	680.4	763.4	745.4	781.4	-	-	284.3	349	303.2	317.5
No.13	6/26	6/26	6/30	6/25	7/2	6/23	710.7	747.6	763.1	712.8	728.5	717	299.6	338.2	315.2	313.9
No.14	6/23	6/21	6/30	6/22	6/26	6/22	666.8	683.7	763.1	744.7	659.6	702.3	275.7	299.3	315.2	300.8
No.15	6/26	6/28	6/29	6/26	7/3	6/23	710.7	779.2	745.4	781.4	739.8	717	299.6	359.8	303.2	317.5
No.16	-	-	6/28	6/16	6/30	6/23	-	-	728.8	679.2	708.8	717	-	-	291.6	265.3
No.17	-	-	6/27	6/22	6/29	6/21	-	-	710.9	744.7	696.7	688.2	-	-	278.7	300.8
No.18	-	-	6/23	6/20	-	-	-	-	647.4	727.4	-	-	-	-	235.2	293.5
No.19	-	-	6/26	6/16	6/23	6/20	-	-	698.4	679.2	629.9	671.3	-	-	269.2	265.3
No.20	-	-	6/30	-	-	-	-	-	763.1	-	-	-	-	-	315.9	-
株全体	6/26	6/28	6/30	6/28	7/5	6/24	710.7	779.2	763.1	803.6	728.5	728.5	299.6	359.8	315.9	329.7

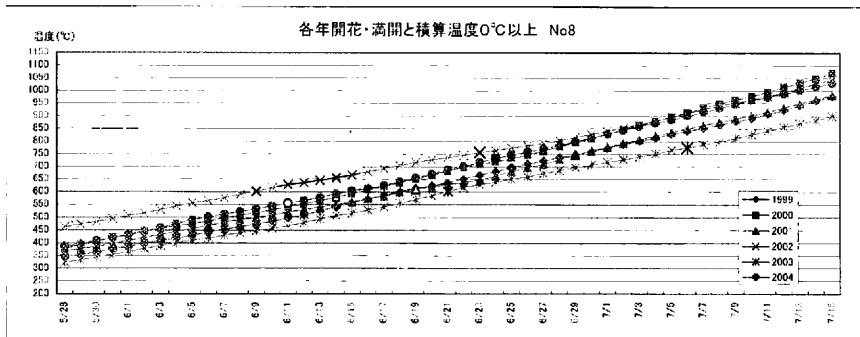
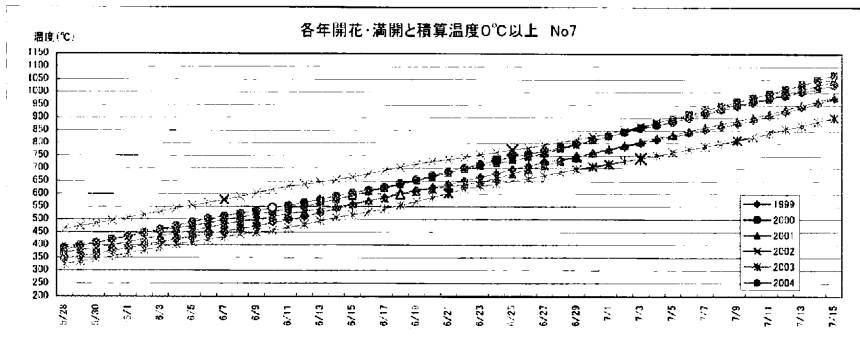
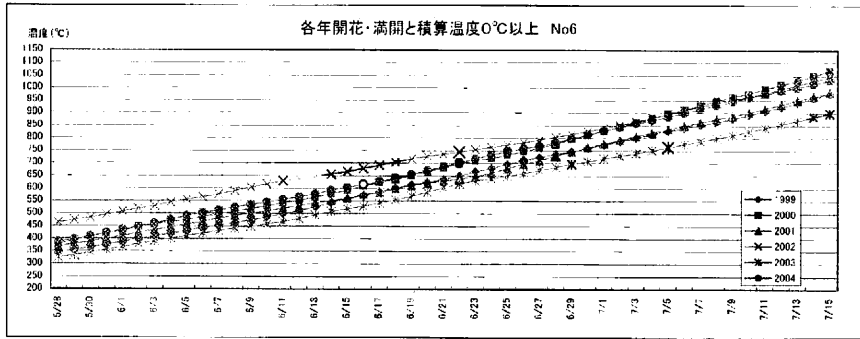
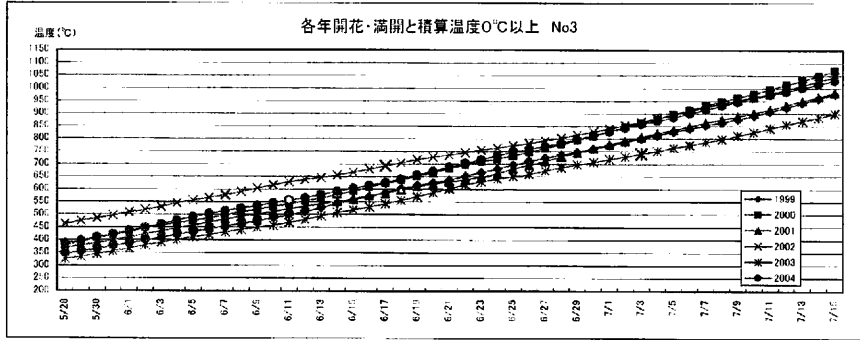
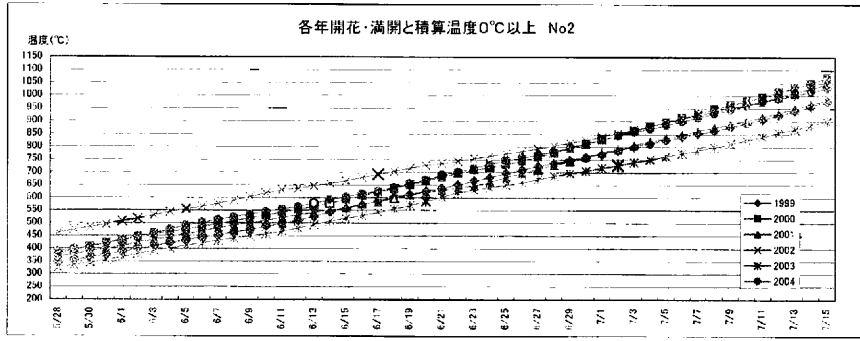


図1 (その1)
各ライラック株
の開花、満開と
積算温度の年変動
白抜きは開花
塗りつぶしは満開

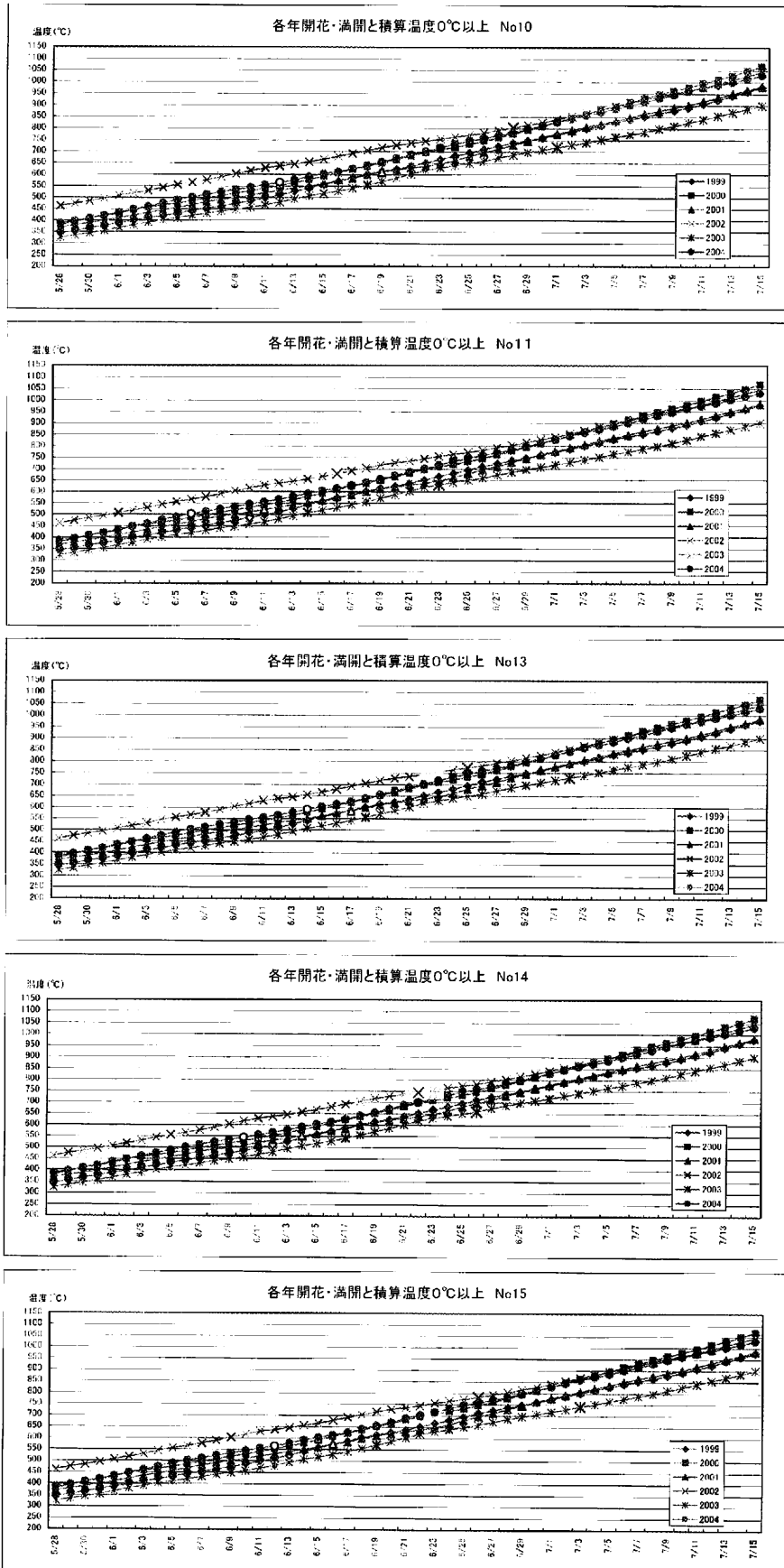


図1 (その2)
各ライラック株
の開花、満開と
積算温度の年変動
白抜きは開花
塗りつぶしは満開

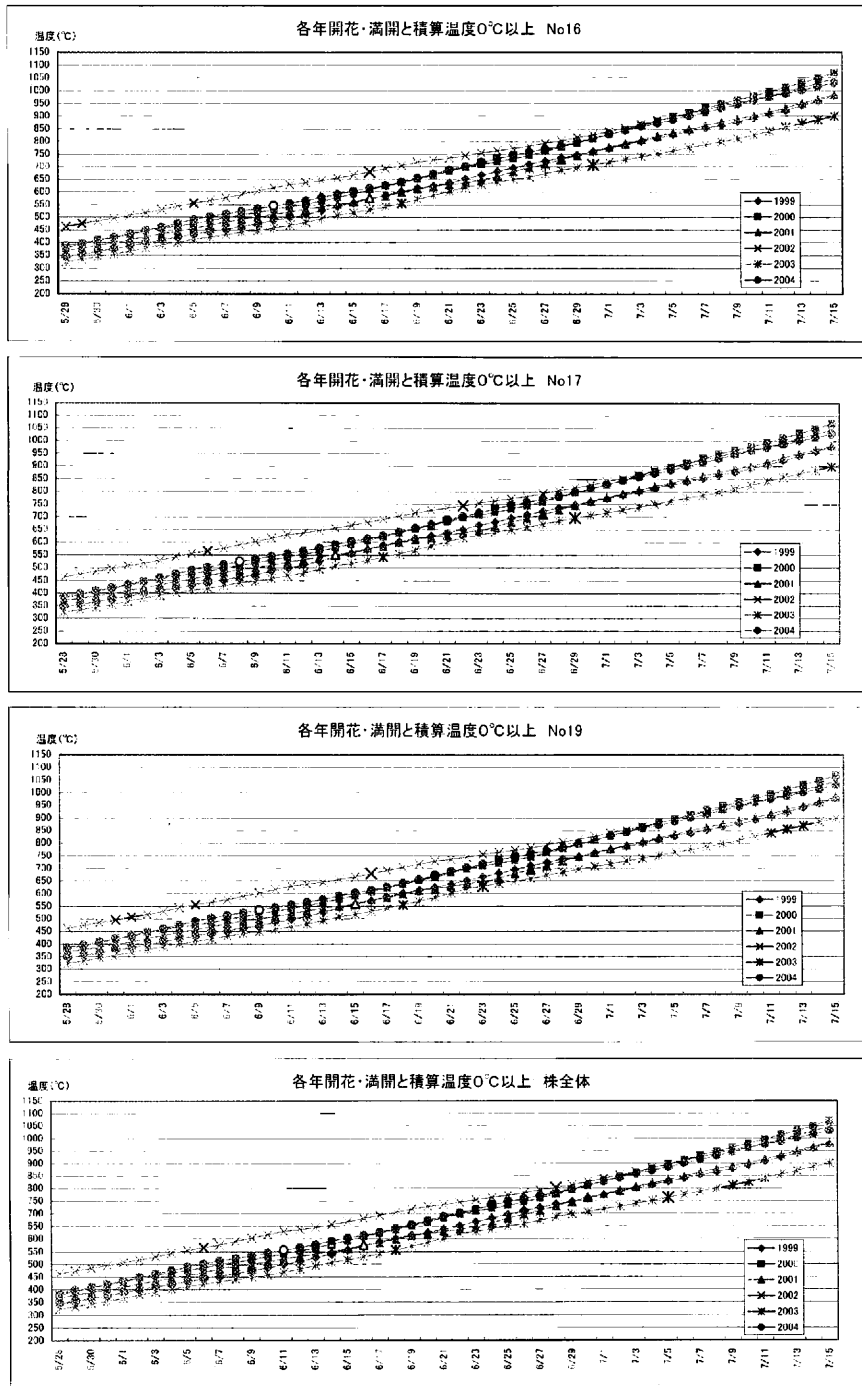


図1 (その3)

各ライラック株
の開花、満開と
積算温度の年変動
白抜きは開花
塗りつぶしは満開

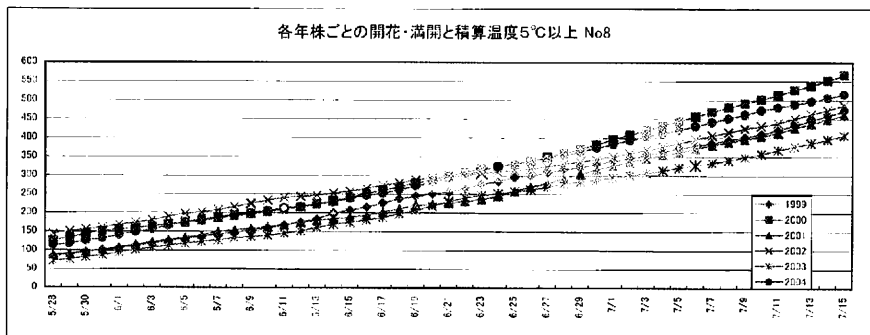
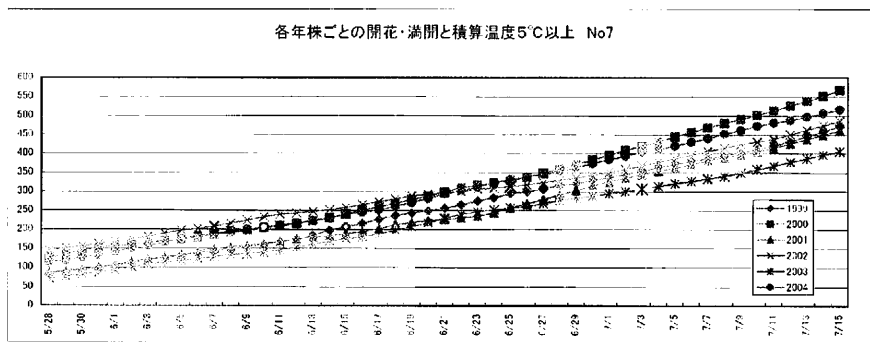
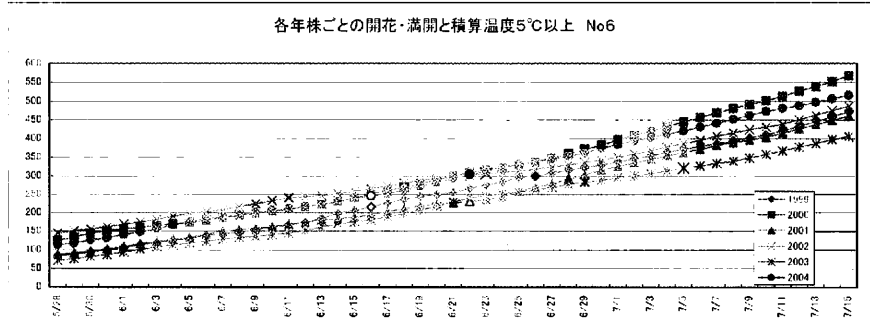
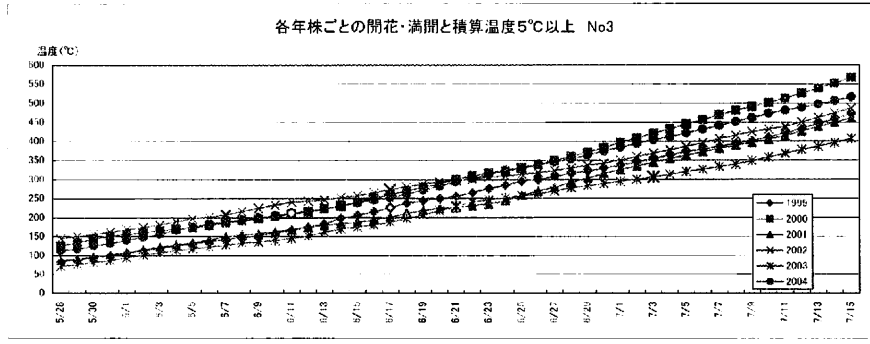
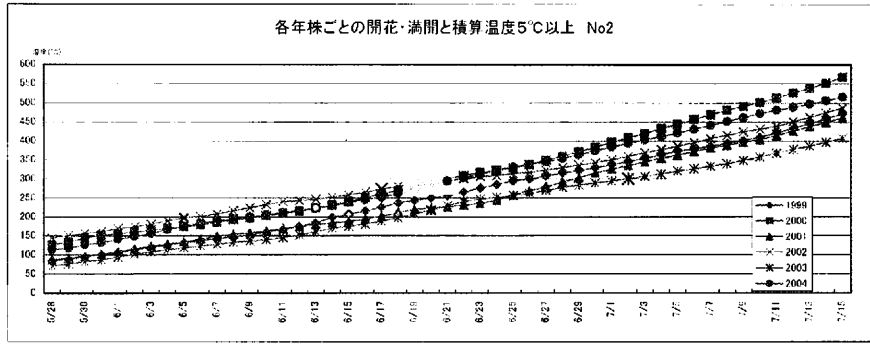


図1 (その4)
各ライラック株
の開花、満開と
積算温度の年変動
白抜きは開花
塗りつぶしは満開

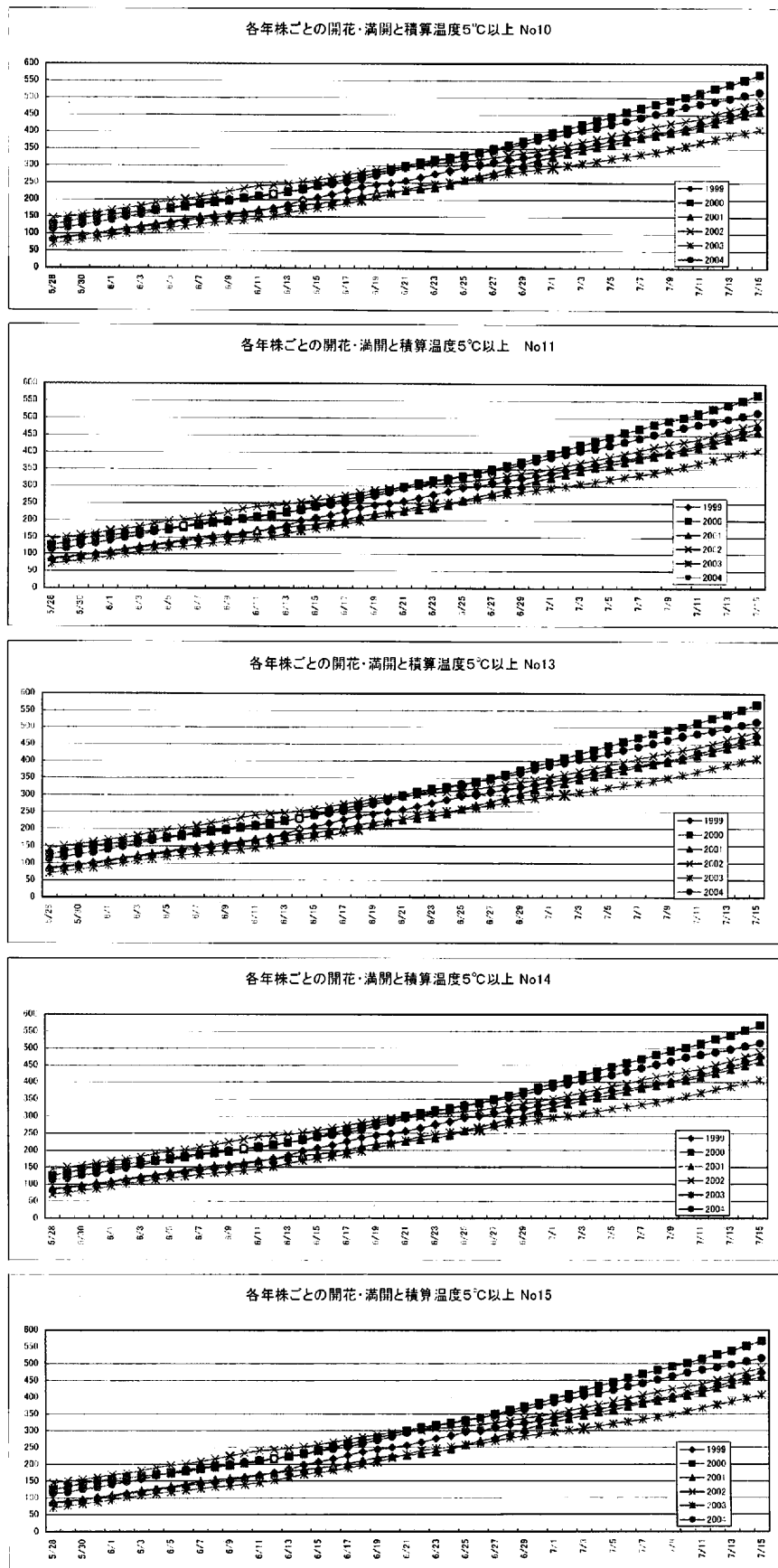


図1 (その5)
各ライラック株
の開花、満開と
積算温度の年変動
白抜きは開花
塗りつぶしは満開

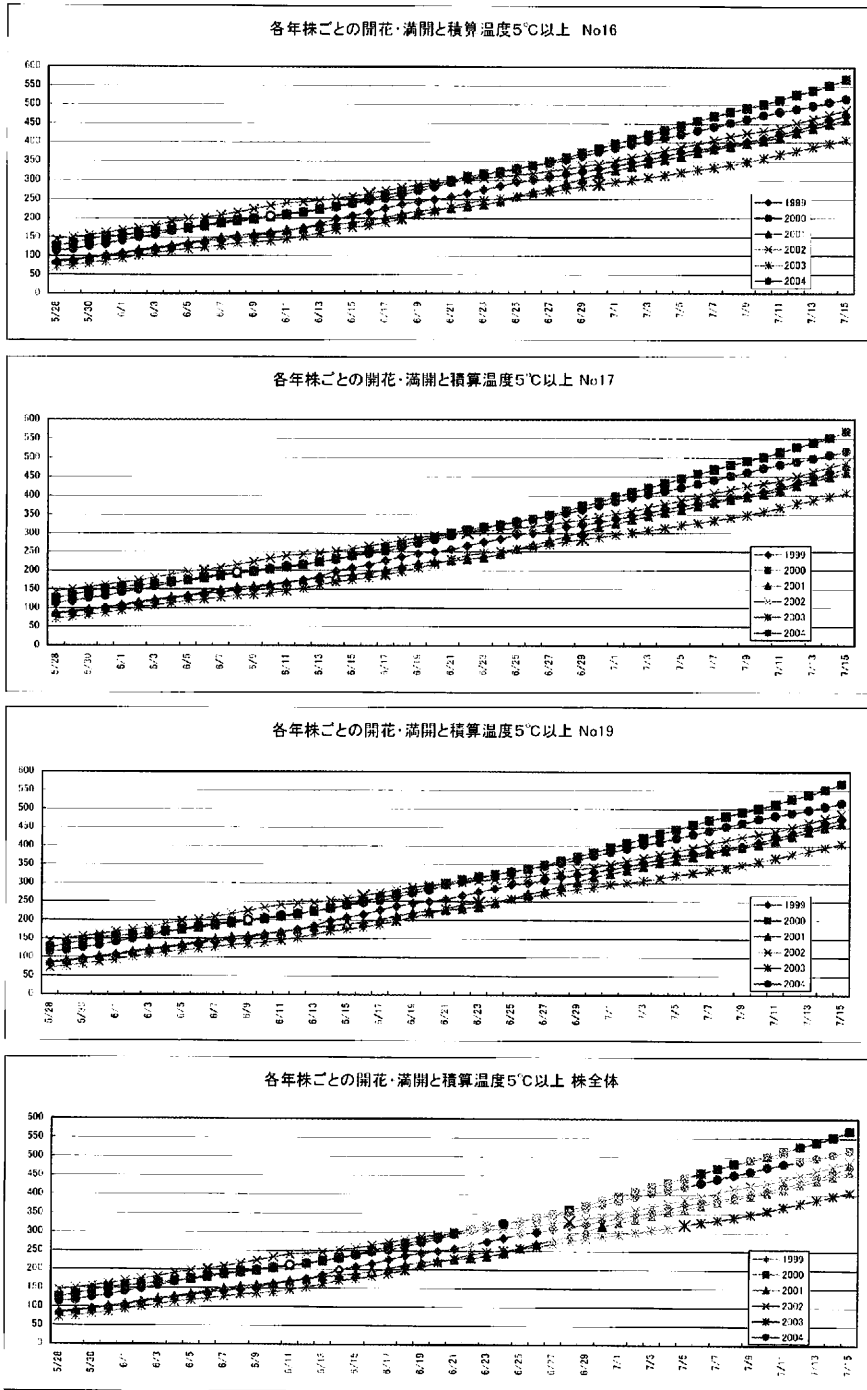


図1 (その6)
各ライラック株
の開花、満開と
積算温度の年変動
白抜きは開花
塗りつぶしは満開

積算温度を超えれば開花や満開になるはずである。図で言うと縦軸の積算温度に従うようなグラフになるはずである。つまり、毎年の開花や満開の時の積算温度が横一線に並ぶようなグラフになるはずである。図を見ると殆どの株で横一線に近いグラフになっている。この傾向は0°C以上の積算温度でも、5°C以上の積算温度でも同じであった。

この結果はライラックの開花や満開に積算温度が非常に大きな要素として関係していることを示している。ただ、グラフをよく見ると0°C以上の積算温度では、No.6株の開花が大きくずれていることや、No.10、No.11およびNo.14株の満開も年による変動が大きい。5°C以上の積算温度でもNo.6およびNo.15株の開花と満開がやや変動が大きい。このことはNo.6株などいくつかの株で変動が大きいもの

表3 株ごとの開花日・満開日における積算温度の平均値と標準偏差。

0°C以上				
株番号	開花		満開	
	平均値(°C)	標準偏差	平均値(°C)	標準偏差
No.2	576.0	16.4	706.2	16.7
No.3	583.6	16.8	717.9	19.1
No.6	631.4	40.6	740.0	30.8
No.7	573.9	31.7	746.4	18.6
No.8	583.0	27.7	744.7	27.9
No.10	566.3	23.6	731.0	41.2
No.11	504.2	11.5	633.7	44.3
No.13	567.8	18.9	740.0	25.2
No.14	541.4	16.0	703.4	42.2
No.15	571.9	27.1	745.6	29.9
No.16	557.0	10.7	708.0	21.2
No.17	545.8	17.3	710.1	24.9
No.19	551.6	11.7	669.2	28.2
平均	565.7	20.8	715.1	28.5
%	100	3.7	100	4.0

5°C以上 20.8				
株番号	開花		満開	
	平均値(°C)	標準偏差	平均値(°C)	標準偏差
No.2	214.4	12.1	293.9	17.4
No.3	219.6	10.4	300.5	18.5
No.6	247.4	25.0	313.5	24.6
No.7	216.9	14.5	317.3	17.1
No.8	219.0	12.3	317.4	19.8
No.10	208.1	10.1	307.9	17.1
No.11	172.7	9.8	248.9	24.1
No.13	208.7	13.4	313.3	14.0
No.14	193.2	13.2	292.6	19.9
No.15	211.2	20.3	316.6	22.1
No.16	198.6	5.1	289.5	19.4
No.17	192.3	7.7	289.2	10.0
No.19	195.6	5.1	265.8	14.6
平均	207.5	12.2	297.4	18.4
%	100	5.9	100	6.2

※平均値・標準偏差ともに、小数点第二位を四捨五入した。

があるということである。

0°C以上の積算温度とフェノロジー

表3から、まず0°C以上の積算温度についてみると、開花では6年間の平均の積算温度は最低でNo.11の504.2で、最高はNo.6の631.45であり、平均で565.7であった。標準偏差で見ると、No.16のようにかなり低い株があり、全体でも平均値の5%以内にはいる株が殆どで、No.6、No.7の2株を除いて他の11株は開花に要する積算温度が一定の値になる傾向が強かった。しかしながら、株によって積算温度が異なっており、標準偏差が小さい株の中でも、No.11では504.2であり、No.3では583.6となり、かなり大きな差が出ている。これは株によって開花に必要な積算温度が異なることを示している。

0°C以上の場合の満開になるのに必要な積算温度を見てみると、No.10、No.11、No.14では標準偏差が比較的大きく年による変動が大きいことを示している。変動の比較的小さい、つまり標準偏差の小さい株についてみるとNo.16の708.0からNo.7の746.4まで大きな違いが見られた。やはり株による積算温度の違いが大きいということが言える。平均では715.1であった。

株による積算温度のばらつきを見るために表3をもとに各株毎の開花や満開になったときの積算温度と6年間の標準偏差を図2に表した。No.16、17、19は4年間のデータをもとにしてある。

5°Cの積算温度とフェノロジー

5°C以上の積算温度についてみると、No.6、No.15では標準偏差が大きく、年による変動が大きいことを示している。他の株については最低でNo.11の172.7からNo.3の219.6まで、株による違いが大きかった。満開の方で見ると、No.6、No.11、No.15、No.18で変動が大きく、変動の小さいものでもNo.19の265.8からNo.8の317.4まで株による積算温度の違いが大きかった。

2種の積算温度とフェノロジーとの関係

さて、これらの結果から0°Cと5°Cとでどちらの方がライラックの開花や満開と、より関係が深いと見たらよいのであろうか。表3にあるように、0°C以上の積算温度では開花の時の積算温度は標準偏差が平均で20.8で、満開の時は標準偏差が平均で28.5であった。これに対して、5°C以上の積算温度では開花の時の積算温度は標準偏差が平均で12.2で、満開の時は標準偏差が18.4であった。この数値だけを見ると5°C以上の積算温度の方が標準偏差が小さく、開花や満開と相関が強いように見える。しかし

積算温度

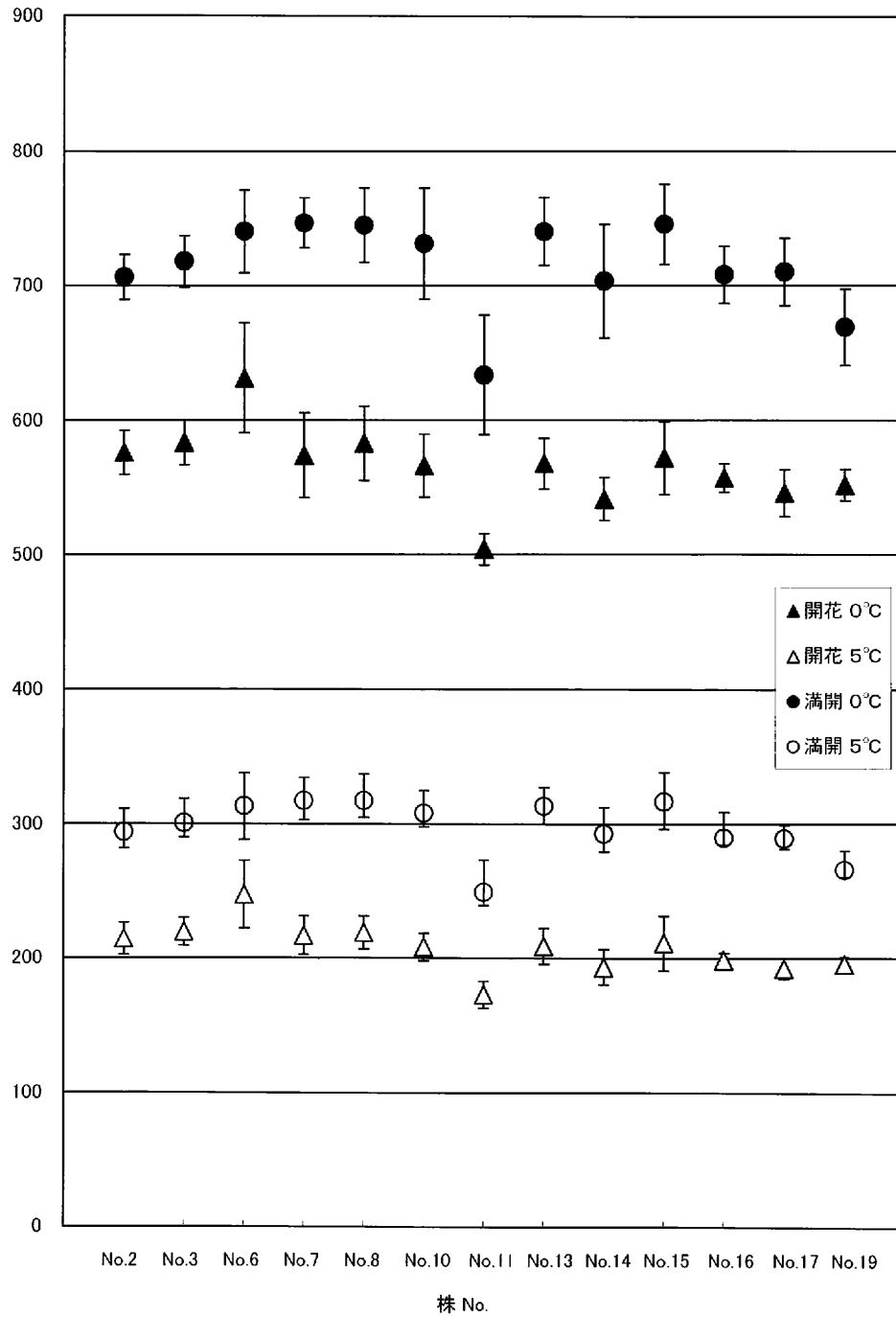


図2 ライラック株毎の6年間の開花日、満開日における積算温度 (0°C以上、5°C以上) の平均値と標準偏差。

0°Cと5°Cでは積算温度の絶対値の大きさが倍以上違っている。それを補正するために、積算温度の平均値を100として、標準偏差を相対的に見てみると、0°Cの開花では3.7、満開では4.0となり、5°Cの開花では5.9、満開では6.2となる。どちらも0°Cの方が標準偏差の割合が低く、より関係が深いことを示唆している。

以上のことから、ライラックの開花や満開と積算温度の関係では0°C以上の積算温度の方が偏差値が平均値に近い方に集まる傾向があると思われる。従って、値の違いは僅かではあるが0°C以上の積算温度の方がライラックのフェノロジーに、より関係が深いと考えられる。

謝辞

この研究は平成16年度文部科学省科学研究費、課題「北海道の自然環境を利用した環境教育プログラムの開発と実践」（課題番号1458017、研究代表者：神田房行）の助成を受けて行われた。

引用文献

- 船越三郎 2003. ライラック観測網(1). 北方林業 55(4):73-76
- 船越三郎 2003a. ライラック観測網(2). 北方林業 55(5):108-111
- 船越三郎・神田房行 2000. 環境教育教材としてのライラック開花前線. 環境教育研究 3: 77-81.
- 神田 房行・早川 琢見・野村 類・中村 俊太・福井 秀晃 2003. イラックの開花フェノロジーと環境要因との関係. 環境教育研究 6: 11-19.
- 神田房行・栗田朋美・茂庭弓子 2000. 釧路におけるライラック開花フェノロジー. 環境教育研究 3: 83-90.
- 神田房行・三戸 裕子 2001. 釧路市内に植栽されたライラックの開花フェノロジー. 環境教育研究 4:143-148
- デボンアン植物園
<http://www.devonian.ualberta.ca/pwatch/index.htm>
 ライラック観察網
<http://www.agr.hokudai.ac.jp/exfor/lilac/lilak-01.ht>