

## 皇居東御苑における幹肥大成長及び樹木伸長に関する調査結果（2011～15年）

小林達明（千葉大学大学院園芸学研究所）

### 1. はじめに

幹肥大成長は光条件や密度、地力などの立地条件に左右されるが、樹齢や樹勢といった樹木自身の状態を反映するため、樹木の活力指標として有用である。緑地を構成する樹木の活力を客観的に把握できれば、樹林や植栽の管理のよい手がかりとなる。また、環境条件の変動に対応して、樹種毎に異なる幹肥大成長の季節変動があることが報告されている。種それぞれの成長特性を理解することは、その樹林の動きを把握することにつながり、樹林管理に有用な情報を提供する。本調査は、皇居東御苑に生育する樹木の幹肥大成長と植物季節を把握するとともに、自然教育園などの既往データとの比較を行い、種特性・個体間差を考察するものである。この調査を通じて樹林の適切な管理のための基礎データを提供するとともに、皇居東御苑を来訪する観察者へ、樹木の生きた植物季節情報を提供することを目的とする。

### 2. 方法

東御苑に生育している主な樹木の成長実態を把握するために、健全な常緑広葉樹 2 種と落葉広葉樹 11 種（うち 1 種はサクラの品種）全 20 個体を、2011 年 3 月末に選定した（表 1）。いずれも林冠を構成する高木であるとともに、葉や花の観察がしやすいように、観察路から見通しのきく個体が選定された。もっとも胸高直径が小さかったのは新雑木林に植栽されたコナラ 12.3cm で、もっとも大きかったのは石室前に生育するクスノキ 73.1cm だった。

選定した個体の地上 130cm 部位の幹胸高直径を測定し、同部位にアルミニウムバンドを加工したデンドロメーターを設置した。デンドロメーターには 3.14mm 刻みの目盛りが主尺として打っており、それを幹に巻き付け、重なった部分のずれから、幹の直径成長の様子を知ることができる。さらに、重なったアルミバンドの方には窓を刻み開けて主尺が覗けるようにし、主尺 9 目盛りに対して 10 目盛りになるように副尺を刻む。これはノギスのバーニアに相当するしかけであり、幹の直径成長を 0.1mm の精度まで読み取ることができる。

2011 年 4 月 3 日からデンドロメーターの読み取りが始められ、以後、2016 年 3 月末まで、ボランティアの手によって、毎週、観察が行われた。

表1 モニタリング調査対象樹木の一覧

番号	設置場所	樹種	初期胸高直径 cm	備考
1	三の丸尚蔵館脇（左）	ケヤキ	43.6	
2	中雀門内右手	タブノキ	41.3	
3	野草の島	ホオノキ	28.7	
4	石室前	クスノキ	73.1	2015/6/17～計測不能
5	桜の島（樹幹流横）	ケヤキ	60.0	
6	松の芝生（大奥跡）	コシノヒガン	47.9	2014/9/3～計測不能
7	本丸大芝生（ツバキ園前）	クスノキ	66.5	
8	楽部庁舎前	ホオノキ	29.4	
9	楽部庁舎前	タブノキ	39.9	
10	新雑木林	コナラ	12.3	
11	新雑木林	クヌギ	17.1	
12	菖蒲田上（井戸脇）	コナラ	36.5	
13	二の丸池南（尚蔵館上）	イロハモミジ	23.5	
14	二の丸池南（尚蔵館上）	フゲンゾウ	39.5	
15	諏訪の茶屋（東）	イヌシデ	24.7	
16	諏訪の茶屋（東）	クヌギ	28.2	
17	諏訪の茶屋（東）	コナラ	26.9	
18	白鳥濠前	ウワミズザクラ	20.2	
19	二の丸休憩所前	カスミザクラ	22.8	2015/5/13 伐採済
20	二の丸休憩所前	コブシ	13.6	

同時に、葉と花のフェノロジー（植物季節）についても観察が行われた。

デンドロメーターの周回計測を行う際に、双眼鏡を携行し、樹冠上部の葉や花の状態について、次のように、定性的に記録した。

葉については、次のような定義を用いて、開葉・紅葉・落葉段階を記録した。

L0：越冬芽。地上部に当年生の葉はない。

L1：越冬芽が著しく膨らみ、芽に緑の部分がみえる。

L2：第一葉が開き始める。

L3：第一葉がつけねまで開き、形状が明らかになる。

L4：第二葉以下もつけねまで開き、新葉の展開が続くが、葉は最終的な大きさにまで達していない。

L5：新葉の生産は止まり、全ての葉が最終的な大きさに達する。緑葉で定常的な状態が続く。

L6 : 10%以上の葉が変色するか、落葉が始まる。

L7 : 50%以上の葉の変色か 10%以上の葉が落葉する。

L8 : 全ての葉が変色するか、50%以上の葉が落葉する。

L9 : L0 と同じ。

花については、下記のように開花・散花段階を記録した。

F0 : 越冬芽 (蕾)。

F1 : 越冬芽が著しく膨らみ、芽に花色の部分がみえる。

F2 : 第一花が開き始める。

F3 : 第一花が完全に開き、形状が明らかになる。

F4 : 第二花以下、5~6 輪が完全に開く (開花日)。

F5 : 80%以上の花が開花した状態 (満開日)。

F6 : 10%以上の花が萎れ始めるか、散り始める。

F7 : 50%以上の花が萎れるか、10%以上の花が散る。

F8 : 全ての花が萎れるか、50%以上の花が散る。

F9 : L0 と同じ。

### 3. 結果

#### 3-1. 年直径成長量の個体と年による変化

5年間の平均年直径成長量でもっとも大きな値を示したのは、松の芝生の6番コシノヒガン、次に石室前の4番クスノキであり、それぞれ平均で年20mm前後成長していた。三の丸尚蔵館脇と桜の島の1番と5番のケヤキも成長量が大きく、測定したケヤキとクスノキはいずれも生育がよかった。これらの樹種は、東御苑全体でも、林冠を超出し、旺盛な樹高成長を示すものが多い。

一方、中雀門内右手の2番タブノキ、野草の島の3番ホオノキ、二の丸休憩所前の19番カスミザクラは、著しく生育が悪く、平均年成長量が1mm以下だった。カスミザクラは2014年に枯死した。国立科学博物館自然教育園で昭和63年～平成14年の間続けられた調査（未発表）でも、1mm/yr以下の直径成長が観察された樹木は、近く枯死するケースが多く、注意が必要である。

楽部庁舎前の8番ホオノキ、二の丸池南の14番フゲンゾウ、白鳥濠前の18番ウワミズザクラも成長量が年2mm以下と小さく、測定したホオノキとサクラ類は、6番コシノヒガンを除けば、生育が悪いものが多かった。

落葉樹では、林内下層に生育するものほど、直径成長量は低下すると言われる（石塚，1980，池内，1985）。直径成長量が小さかった以上の個体は、群落状態が混み過ぎで他個体との競合状態にある、あるいはその他の条件によって、樹勢が低下したと思われる。

全体の平均年成長量は6.6mmであり、年間比較では、2012年の成長量が全般に大きく、2014年と2015年の成長量が小さい傾向があった。もっとも成長がよかったコシノヒガンが両年欠測だった影響もあるが、同じく成長がよかったクスノキ4番とコブシ20番の成長がそれぞれ2014年と2013年以降急激に低下した。筆者は現地確認していないので原因が不明だが、これら2個体の成長量低下の原因として樹冠へのダメージなどなかったか現地確認していただきたい。

その他の樹種でも2014年と2015年の成長がやや小さい傾向があったが、両年は降水量が多く、8月と9月の月平均気温が低い傾向があり、それらの気候が小さい成長量をもたらした可能性がある。

表2 調査対象樹木の年直径成長量とその経年変化

樹木番号	樹種	胸高直径 cm	成長量 cm					
			2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	平均
1	ケヤキ	43.6	3.3	12.2	10.4	11.4	12.5	10.0
2	タブノキ	41.3	0.7	0.4	0.6	1.1	0.4	0.6
3	ホオノキ	28.7	0.6	1.2	1.3	0.5	1.1	0.9
4	クスノキ	73.1	17.7	19.4	20.1	6.8	-	16.0
5	ケヤキ	60.0	6.1	9.5	11.1	11.6	12.9	10.2
6	コシヒガン	47.9	15.8	24.8	24.2	-	-	21.6
7	クスノキ	66.5	6.3	7.3	7.9	7.2	7.0	7.1
8	ホオノキ	29.4	1.9	2.7	1.9	1.3	1.6	1.9
9	タブノキ	39.9	10.0	8.1	6.5	6.4	5.2	7.2
10	コナラ	12.3	9.9	8.8	8.0	7.1	6.7	8.1
11	クヌギ	17.1	11.1	10.3	8.1	6.8	7.5	8.8
12	コナラ	36.5	7.3	8.2	6.4	5.7	4.4	6.4
13	イロハモミジ	23.5	3.6	5.6	6.1	5.6	3.7	4.9
14	フゲンソウ	39.5	1.3	3.2	1.6	1.7	1.0	1.8
15	イヌシデ	24.7	2.2	4.6	2.7	2.4	2.4	2.9
16	クヌギ	28.2	10.8	9.2	8.4	7.8	7.1	8.7
17	コナラ	26.9	5.8	5.3	4.4	1.8	3.4	4.1
18	ウワミズザクラ	20.2	1.3	1.8	1.4	3.6	-0.1	1.6
19	カスミザクラ	22.8	0.9	0.8	0.7	0.0	-	0.6
20	コブシ	13.6	12.9	17.4	5.4	5.2	6.6	9.5
各個体平均		-	6.5	8.0	6.9	4.9	4.9	6.6

表3 測定期間中の月平均気温と月降水量の変化

月	月平均気温 °C						月	月降水量 mm					
	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	平均		2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	平均
1	5.1	4.8	5.5	6.3	5.8	5.5	1	4	50	70	25	93	48
2	7.0	5.4	6.2	5.9	5.7	6.0	2	151	94	30	158	62	99
3	8.1	8.8	12.1	10.4	10.3	9.9	3	74	145	45	114	94	94
4	14.5	14.5	15.2	15.0	14.5	14.7	4	96	119	283	155	129	156
5	18.5	19.6	19.8	20.3	21.1	19.9	5	214	231	56	136	88	145
6	22.8	21.4	22.9	23.4	22.1	22.5	6	117	185	159	311	196	193
7	27.3	26.4	27.3	26.8	26.2	26.8	7	55	130	116	106	235	128
8	27.5	29.1	29.2	27.7	26.7	28.0	8	244	25	99	105	104	115
9	25.1	26.2	25.2	23.2	22.6	24.5	9	235	215	232	156	504	268
10	19.5	19.4	19.8	19.1	18.4	19.2	10	120	155	440	385	57	231
11	14.9	12.7	13.5	14.2	13.9	13.8	11	113	154	26	99	140	106
12	7.5	7.3	8.3	6.7	9.3	7.8	12	60	69	60	62	83	67
年平均気温	16.5	16.3	17.1	16.6	16.4	16.6	年降水量	1480	1570	1614	1808	1782	1651

### 3-2. 直径成長量の季節変化

調査対象木には次のような成長パターンがあった。

第一に、3月から成長を開始する環孔材性落葉広葉樹種群でニレ科のケヤキとブナ科のコナラ、クヌギである。これらの樹種では、道管による樹冠への水分供給を、おもに当年春に形成される大径道管に頼っているとされる。この大径道管の原基は、前年秋に形成されており、シュート成長に先駆けた3月に細胞の肥大が起き、大径道管が形作られると言われる（小見山ら，1987）。

ケヤキは、9月までが成長期で5月に成長のピークがあった。2012年や2014年で

は、5月のほか6～7月にもう一つのピークを示した。ケヤキには、開花結実の少ない年の中に、それらが多い年が時々出現する「なり年」現象がある。5月下旬～6月上旬に顕著な成長量の低下が見られたケヤキは、なり年で開花のために多くの有機物が消費されたためではないかと推察されるが、なり年の観察は行われていないので断言できない。

コナラ、クヌギは9月まで成長が続き、5月下旬～6月上旬に成長のピークがあった。

第二に、4月から成長を開始する散孔材性落葉広葉樹種群でモクレン科のコブシ、カエデ科のイロハモミジ、バラ科のコシノヒガン、ハンノキ科のイヌシデ。

コブシの成長のピークは5月だったが、年によって成長期間が異なり、2011年と12年は9月まで成長していたのに対し、2013～15年は生育が悪く7月でほぼ成長を終えた。石塚(1980)や池内(1985)は、群落内で下層に生育する落葉樹個体や活力が劣る個体では、2回目のピークが小さくなることを報告している。当該個体では、2012年冬か2013年に、樹冠へのダメージなど何らかの事件があったのではないかと推察する。

また、2011年のコブシやコシノヒガンでは、7月に成長の停滞が見られたが、同年7月は6月に引き続き降水量が少なく、その影響によって一時的に幹を収縮したためと考えられる。

イロハモミジとイヌシデは主な成長は8月までで、5月下旬～6月上旬に成長のピークがあった。コシノヒガンは11月半ばまで成長が引き続き、落葉樹種の中では特異な常緑樹種に似たパターンを示した。そのピークは5月であったり、7月であったりと様々だった。

第三にホオノキで、成長量が小さいためパターンは明瞭ではないが、成長開始が遅く5月に始まり、9月に終えた。冷温帯性の散孔材樹種に多いパターンだが、東御苑では該当し、生育が良好な樹種が少なかった。

第四に、タブノキとクスノキのクスノキ科常緑広葉樹種群で、4月に成長を開始し、11月まで成長し、そのピークは5月～6月にあった。

カスミザクラ、フゲンゾウ、ウワミズザクラは、成長量が小さかったために明瞭なパターンが抽出できなかった。

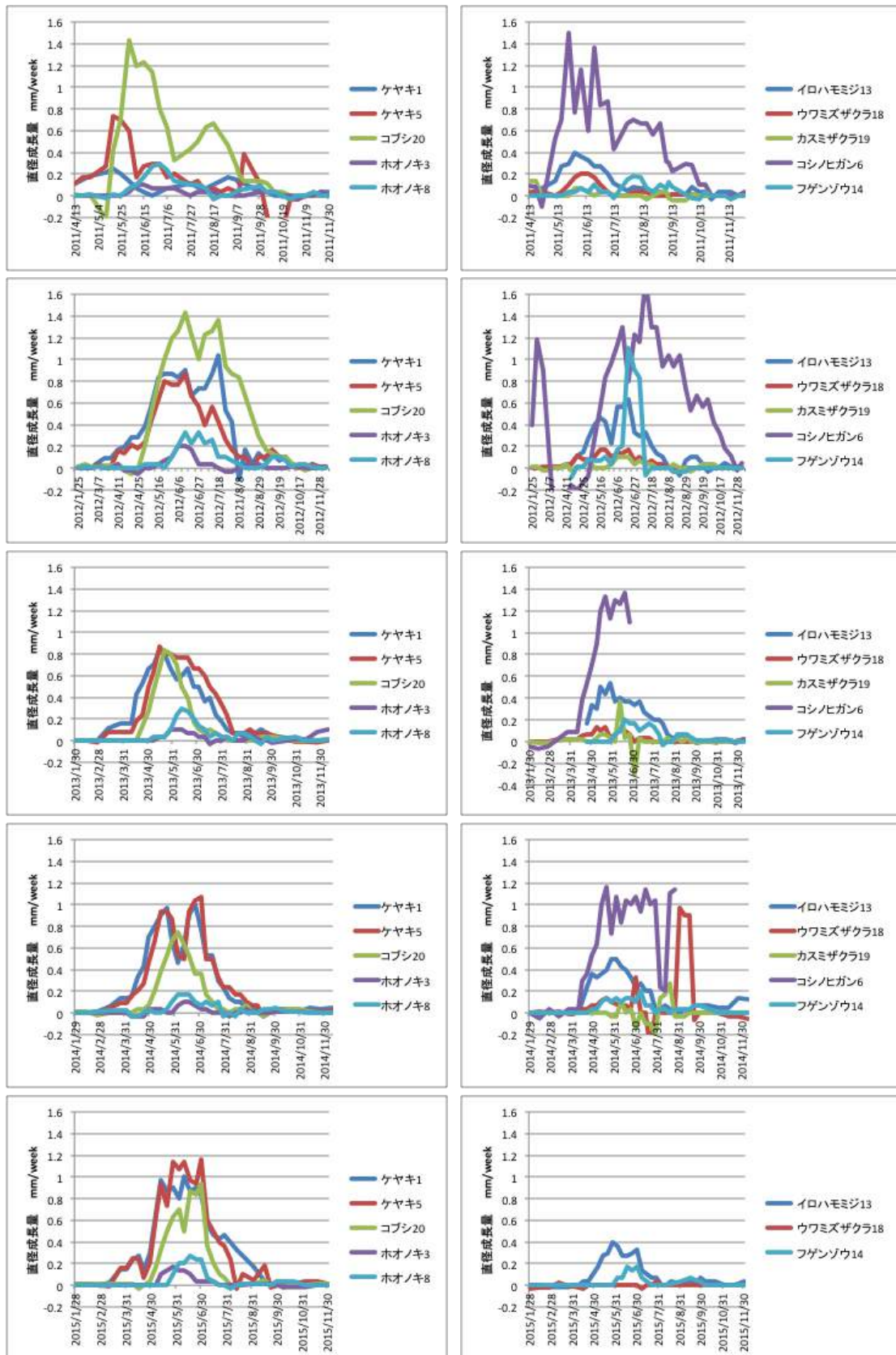


図1 週直径成長量（3週間移動平均）の5年間の経時変化（その1）

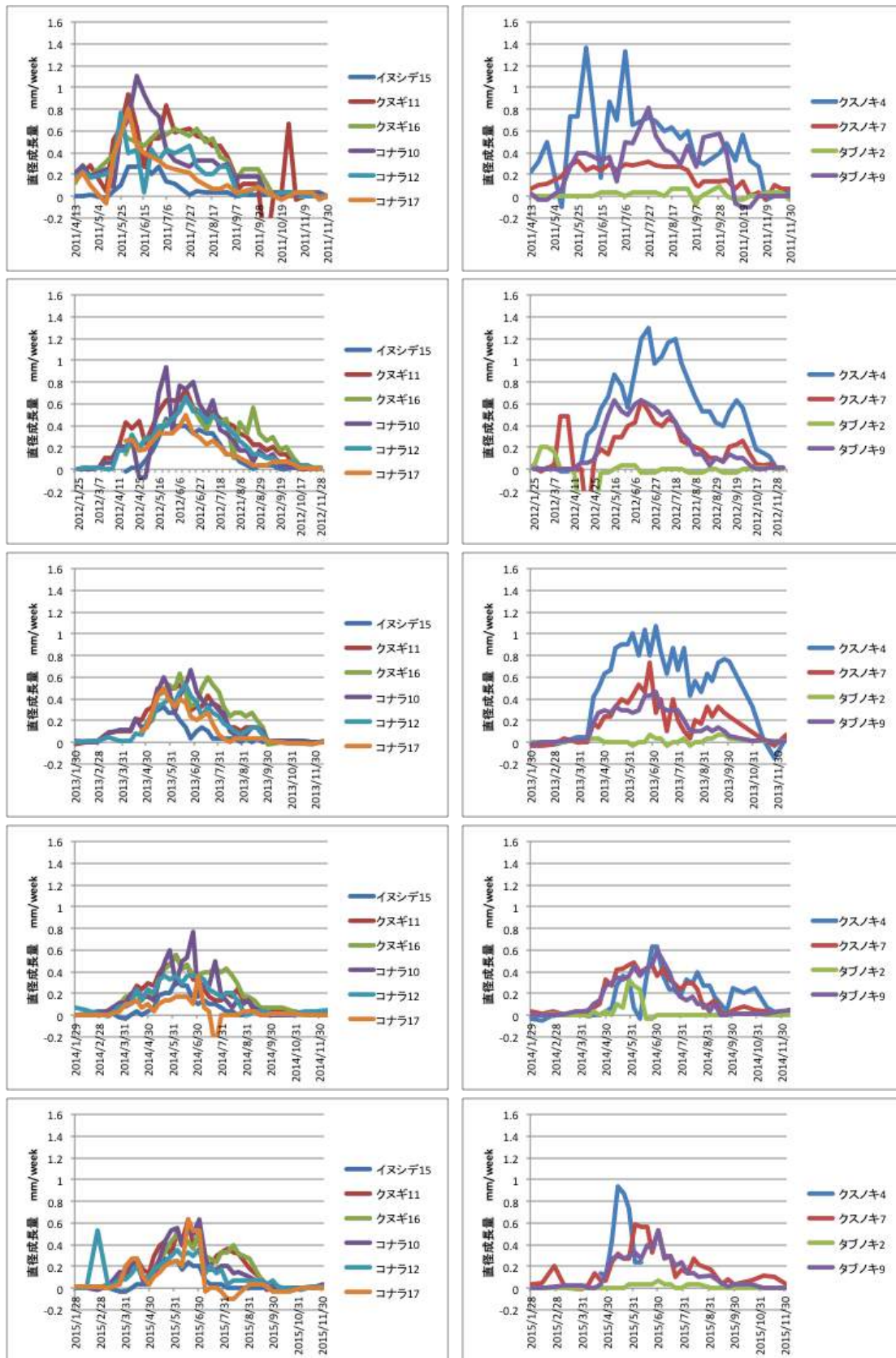


図1 週直径成長量（3週間移動平均）の5年間の経時変化（その2）



### 3-3. 葉の展開と落葉の季節変化

落葉広葉樹では、ウワミズザクラの展葉がもっとも早く3月上旬に始まり、次がケヤキ、コブシ、イロハモミジ、カスミザクラ、コシノヒガン、フゲンゾウ、コナラ、イヌシデで3月下旬、クヌギとホオノキはもっとも遅く4月に入って展葉が始まった。これらの樹種はいずれも5月中下旬に展葉を完了した。

落葉広葉樹の直径成長のピークは5月下旬～6月上旬だったので、展葉完了に引き続いて、直径成長が最大になると言える。

常緑広葉樹では、4月中下旬に展葉が始まり、6月中に展葉を完了した。直径成長は4月初旬に始まり、そのピークも5月下旬～6月上旬だったので、本調査の常緑広葉樹では、展葉と幹の直径成長は同時に行われていた。

落葉広葉樹の紅葉にはいる時期はカスミザクラがもっとも早く8月だった。カスミザクラは冷温帯を中心に自然分布しているため、東御苑の気象条件はストレスとなり、紅葉を早めているのではないかと推察される。幹の直径成長が不良であることも関係があるかもしれない。

ケヤキ、コシノヒガン、フゲンゾウの紅葉が始まる時期は9～10月、ホオノキ、ウワミズザクラ、イヌシデ、コナラ、クヌギは10～11月で、これらの樹種は11月下旬から12月に落葉した。

イロハモミジはもっとも遅く12月に紅葉し、落葉は翌年1月だった。

### 3-4. 開花の季節変化

落葉広葉樹では、コブシの開花が最も早く、3月の平均気温が高かった2013年には3月中旬に、そのほかの年では下旬に満開になった。次に開花が早いのはコシノヒガンで、3月下旬に満開になった。これらの樹種の開花は開葉に先んじていた。

そのあと、カスミザクラ、イロハモミジ、フゲンゾウ、ウワミズザクラが4月上旬に満開になり、これらの樹種の開花は開葉とほぼ同時だった。イヌシデ、コナラ、クヌギは4月中旬に満開になった。ケヤキは4月中下旬に満開となり、ホオノキはもっとも遅く、4月末から5月中旬にかけて満開になった。

常緑広葉樹では、4月末から5月中旬にかけて満開になり、展葉と同時に開花も起きていた。

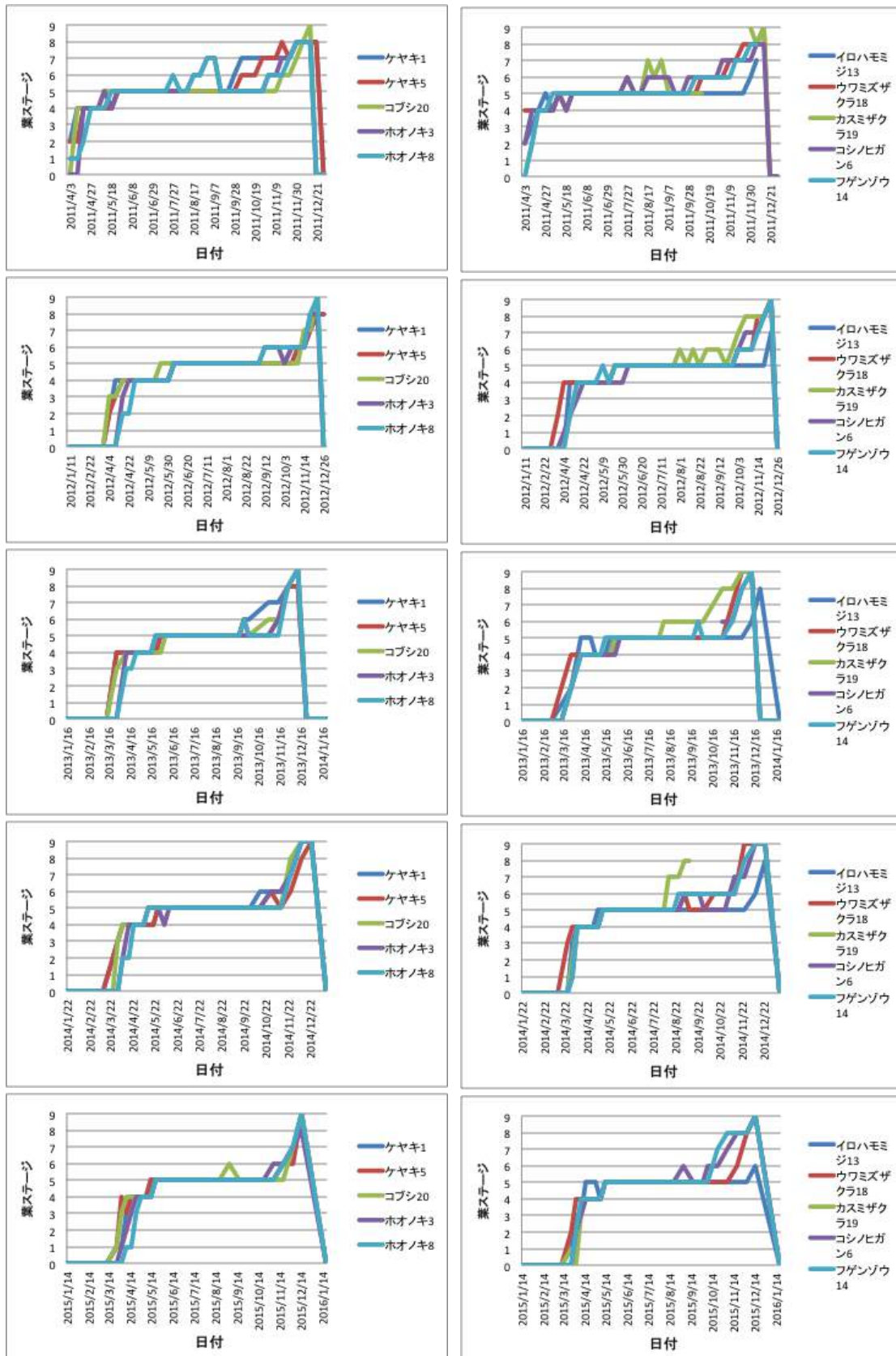


図2 5年間の葉の展葉・紅葉・落葉フェノロジー (その1)

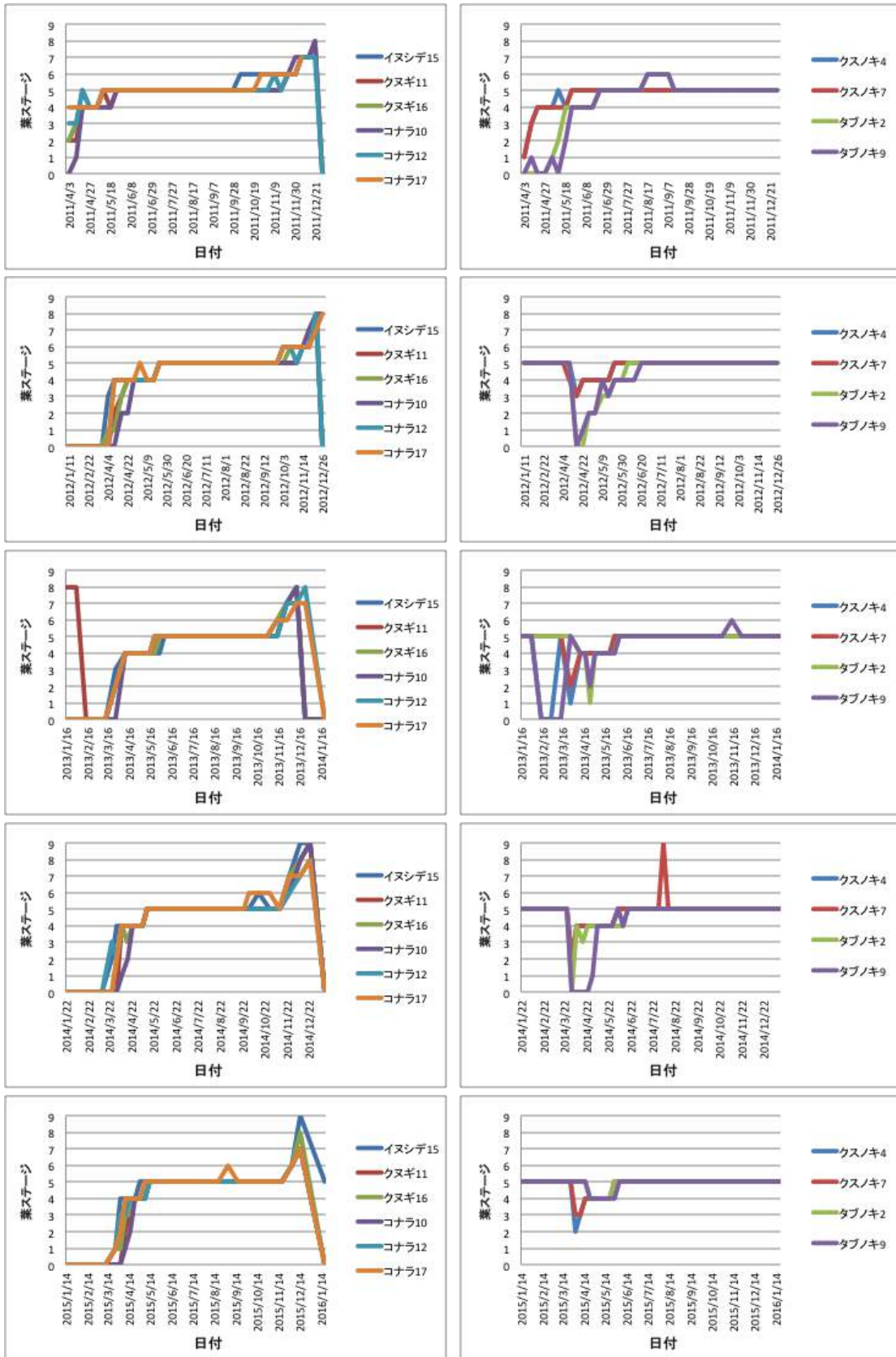


図2 5年間の葉の展葉・紅葉・落葉フェノロジー (その2)

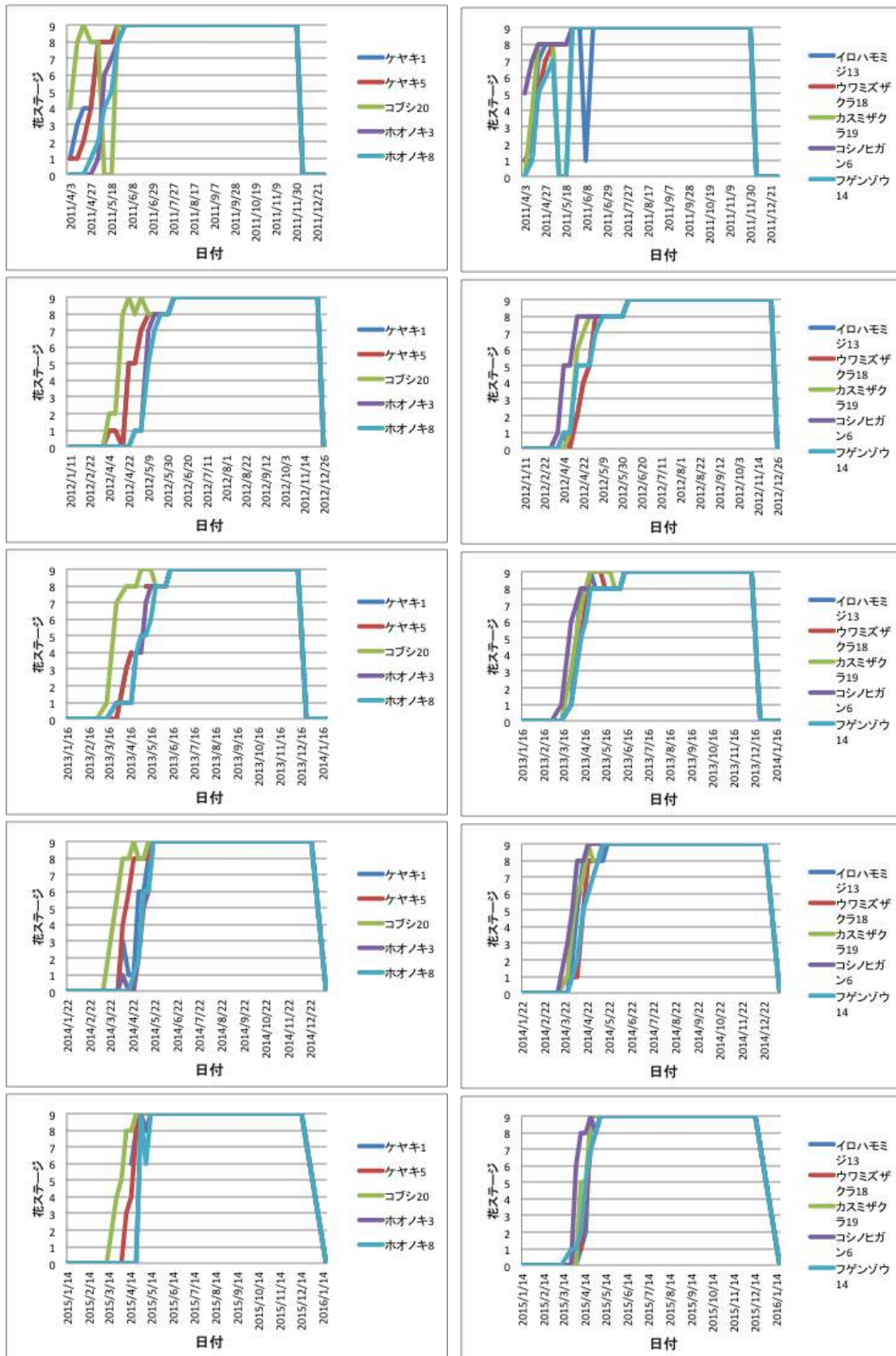


図3 5年間の開花フェノロジー (その1)

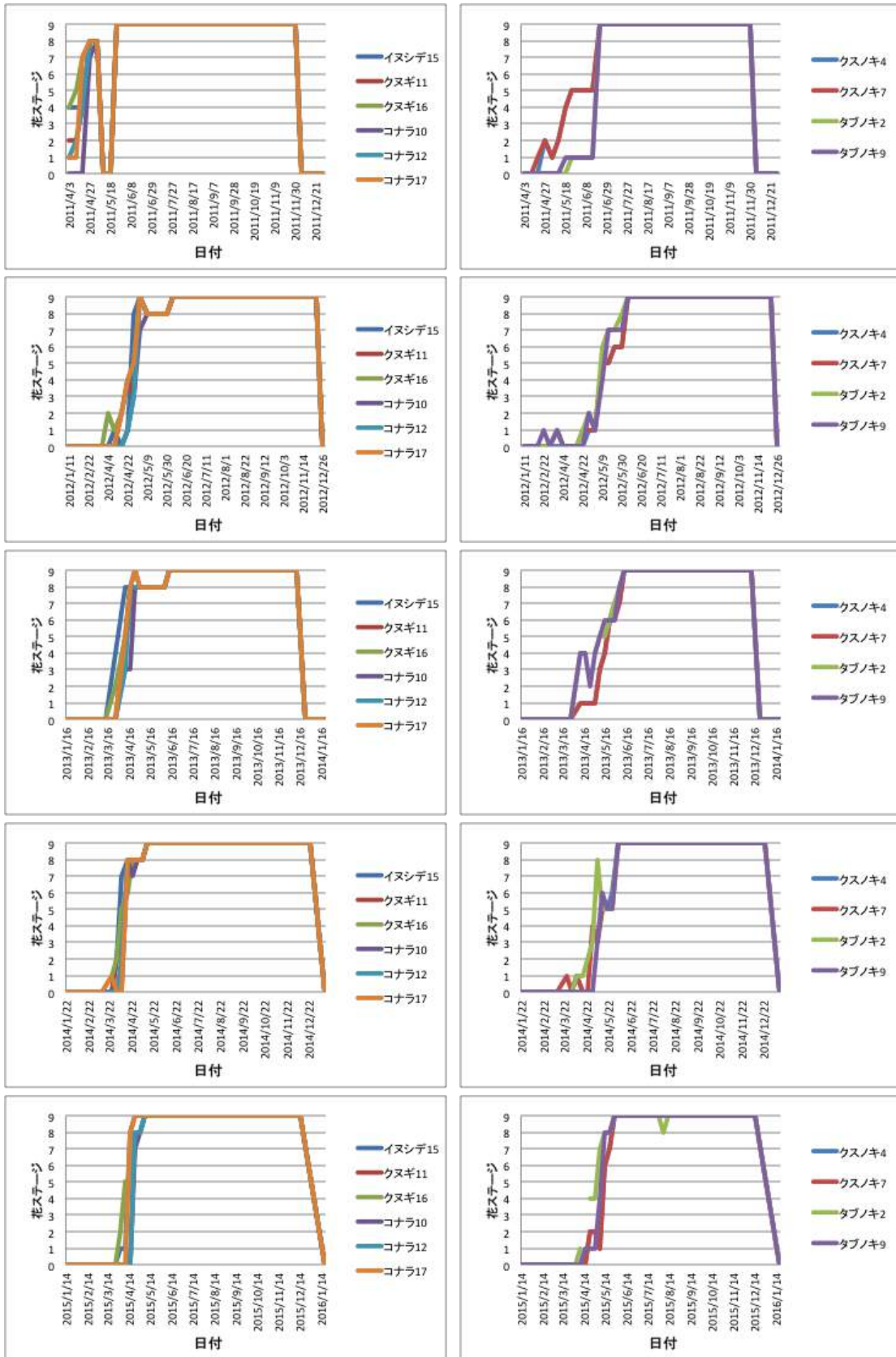


図3 5年間の開花フェノロジー (その2)

引用文献

池内善一（1985）樹木の年肥大生長について，緑化研究 7，69-137.

石塚森吉（1980）シナノキ中層木の樹冠形と肥大生長の季節パターン，日林北支講 29，80-82.

小見山章・井上昭二・石川達芳（1987）落葉広葉樹 25 種の肥大成長の季節性に関する樹種特性，日林誌 69，379-385.