

樹木葉中成分濃度の季節変化について(第3報)

—スギ葉中成分について—

坪内 彰・前川 勉・日吉 三郎・植山 洋一・久嶋 鉄郎

Seasonal Concentration Changes of Various Compositions in Plant Leaf (3)

— Concentrations of Various Compositions in Japanese Cedar's Needle —

Akira TSUBOUCHI, Tsutomu MAEKAWA, Saburoh HIYOSHI, Youichi UHEYAMA, Tetsuo HISAJIMA

Abstract

The seasonal concentration changes of Japanese cedar's needle were investigated.

1. The concentrations of calcium, magnesium, iron, aluminium and mercury were increasing with season (May~April).
2. The concentrations of phosphorous, nitrogen, potassium, zinc and copper were decreasing.
3. We couldn't find an increasing or decreasing trend on seasonal concentration changes of sulfur.

1 はじめに

硫黄酸化物などの大気汚染物質による樹木被害(可視被害、不可視被害)や大気汚染物質の樹木への蓄積を調査するため¹⁾²⁾、また、樹木の大気汚染物質浄化能力を測定するため^{3)~5)}、あるいは、樹木の栄養状態を判定するため^{7)~10)}など、さまざまな目的で樹木葉中の成分調査結果が報告されている。

しかし、それらの報告は調査目的が一樣でないことから、分析方法はもとより、とくに、採葉条件(採取時期、樹木からの葉の採取部位など)がさまざまである。

石原は¹⁰⁾、果樹の栄養診断にあたっての採葉条件を詳細に検討し、『(栄養診断をする際に)葉分析のための採葉時期は、新梢の伸長が停止し、葉成分含量の変動の比較的少ない時期が適当である』として、『モモでは6月下旬~7月中旬、ナシでは7月上旬~8月上旬、カキ・ミカンでは8月上旬~9月上旬に採葉するのが妥当』と報告している。

一般論としていえば、樹木葉中の成分濃度は、樹木の種類によって、また、成分の種類によって、さまざまな挙動が考えられ、とくに、その季節変動¹⁰⁾¹¹⁾は見逃すことのできない要素である。

これまで、果樹以外の樹木の葉中成分の季節変動についての詳細な報告¹¹⁾¹²⁾¹³⁾は、決してその数が多いとは言えないが、大気汚染物質や土壌汚染物質などと葉中成分濃度や不可視被害などとの関係を調査するうえで、樹木(ここではスギ)の葉中成分濃度の季節変動を明らかにしておくことは重要である。

そこで、今回、同一のスギ個体から毎月1回、1年以上にわたって採葉し、成分分析した調査結果を報告するとともに、これまで断片的に報告してきたこと¹²⁾¹³⁾と合わせて、ここで、集約することにしたい。

2 調査方法

2.1 調査地点

敦賀市杉津(敦賀市立東浦小中学校横)

2.2 調査期間

平成4年5月~平成5年8月

原則として、毎月5日前後に採葉する。

2.3 調査方法

(1) 調査対象樹木

胸高直径35cmのスギ(スギ-1)

胸高直径25cmのスギ(スギ-2)

(2) 調査対象葉

当年葉(当該年度の葉)

1年葉(1年を経過した葉、「2年葉」と呼ばれることもある)

(3) 分析項目

硫黄、リン、窒素、カリウム、カルシウム、マグネシウム、亜鉛、鉄、銅、アルミニウム、水銀

(硫黄、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムについては、水溶性成分も実施した)

(4) 分析方法

採取した葉は、持ち帰って、その日のうちに当年葉と1年葉に分別し、流水で葉表面の付着物を洗い流したあと、イオン交換水で洗浄し、95℃で一昼夜以上、熱風乾燥する。

乾燥した試料葉を粉砕機などでよく粉砕し、0.5mmふるいを通したものを、さらに50℃で真空乾燥させたのち、分析に供した¹⁴⁾¹⁵⁾。

水溶性成分については、30℃の温水で超音波抽出したのち、ろ過したろ液を、また、トータル成分については、そのまま、硝酸・過塩素酸で湿式灰化し、吸光

光度法または原子吸光光度法により分析した¹⁸⁾。

3 結果と考察

以下、とくに断わらないときは、当年葉のトータル成分についての記述である。

3.1 調査対象スギの栄養診断

葉は樹木の栄養状態を最も鋭敏に反映する器官であるとされ、葉(とくに当年葉)の成分分析を行うことによって、樹木の栄養充足度を知ることができるといわれている⁷⁾⁸⁾。

しかし、作物や果樹の場合に比較すると、スギやケヤキなどの有用果実をなさない樹木に関しては、その適正葉中成分濃度についての報告が少ないが、ここでは、伊藤⁹⁾の提案(表1)に基づき、調査対象スギの栄養診断をこころみる。

表1 葉中成分濃度による樹木の栄養状態判定基準(スギ、当年葉)

評価因子	判定基準	良	中 庸	不 良
表 示 記 号		◎	○	▽
窒 素(mgN/g)	>15.0	12.0~15.0	<12.0	
リ ン(mgP/g)	> 1.5	1.1~1.5	< 1.1	
カ リ ウ ム(mgK/g)	> 5.0	4.0~5.0	< 4.0	
カルシウム(mgCa/g)	> 8.0	6.0~8.0	< 6.0	
マグネシウム(mgMg/g)	> 1.8	1.3~1.8	< 1.3	
N/P	10±2	—	極端な値	
N/K	2.7±0.6	—	〃	
K/P	4±1	—	〃	
Ca/K	1.7±0.8	—	〃	
Ca/Mg	5±1.5	—	〃	
Mg/K	0.35±0.1	—	〃	

表1に示す判定基準について、その採葉時期は明示されていないが、伊藤が別の目的で行ったスギ葉の採取時期は12月中旬～1月上旬である。

栄養診断の結果は、表2.1と2.2に示した。

表から当年葉についてみると、T-NやT-N/T-Pなど、窒素の関連項目において、必ずしも「良～中庸」の判定が得られていない。

しかし、筆者らが林地スギ8本について、平成2年9月に行った調査結果¹⁷⁾では、カリウムの栄養状態はおおむね良好であったものの、窒素、リン、T-K/T-Pなどの項目が大部分のスギにおいて「不良」であったことと比較すると、今回のスギの栄養状態は「良好」と判断してよいのではないかと考えている。

また、数年来、実施している樹木活力度調査結果においても、当該スギは、2本とも活力度指数¹⁸⁾1.0(最も活力旺盛)に推移している。

栄養診断および活力度調査の結果から、今回の調査対象スギは、葉中成分濃度の季節変動を調査するための樹木として、適当と考えた。

3.2 各成分濃度の季節変動

今回のスギ葉についての調査結果を解析するに先立って、果樹の葉中成分濃度の季節変動の事例を、図1、図2¹⁰⁾、図3¹⁹⁾に示す。

各図からは、共通して、春から秋にかけて、リン・窒素(図3では省略されている)・カリウムについては減少、カルシウムとマグネシウムについては増加の傾向が見てられる。

また、いくつかの樹種における葉中成分の季節変化についての文献調査の結果をまとめて、表3に示しておく。

表2.1 スギ葉中成分濃度による樹木の栄養状態の判定(敦賀市杉津、平成4年5月～12月)

調査地点名	採取年月日	樹木番号	葉 齢	T-P	T-N	T-K	T-Ca	T-Mg	T-N/T-P	T-N/T-K	T-K/T-P	T-Ca/T-K	T-Ca/T-Mg	T-Mg/T-K
				判定	判定	判定	判定	判定	比	判定	比	判定	比	判定
杉 津	4.05.06	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	6.49	1.46	4.45	◎	4.27	◎
			1年葉	▽	▽	○	◎	◎	8.19	2.15	3.81	◎	9.94	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	▽	◎	7.46	1.74	4.29	◎	3.31	◎
			1年葉	▽	▽	○	◎	◎	12.37	2.14	5.79	◎	7.60	◎
	06.04	1	当年葉	○	◎	◎	◎	◎	8.93	1.33	6.71	◎	4.38	◎
			1年葉	○	▽	○	◎	◎	7.21	2.23	3.24	◎	8.79	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	▽	◎	8.54	1.43	5.96	◎	2.69	◎
			1年葉	◎	▽	▽	◎	◎	13.57	2.57	5.29	◎	8.47	◎
	07.06	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	6.92	1.38	5.00	◎	6.02	◎
			1年葉	◎	▽	○	◎	◎	6.67	2.20	3.03	◎	8.88	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	9.56	1.40	6.84	◎	4.26	◎
			1年葉	▽	▽	○	◎	◎	12.88	2.51	5.13	◎	7.69	◎
	08.03	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	8.45	1.92	4.41	◎	5.28	◎
			1年葉	○	▽	○	◎	◎	8.29	2.52	3.29	◎	7.50	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	10.08	1.67	6.05	◎	5.08	◎
			1年葉	▽	▽	○	◎	◎	12.45	2.60	4.79	◎	8.07	◎
	09.07	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	8.32	2.16	3.85	◎	5.91	◎
			1年葉	◎	○	○	◎	◎	7.83	3.26	2.40	◎	9.41	◎
		2	当年葉	▽	▽	◎	◎	◎	10.97	1.98	5.53	◎	5.72	◎
			1年葉	▽	▽	▽	◎	◎	10.30	2.74	3.76	◎	8.66	◎
	10.05	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	7.96	2.15	3.71	◎	5.43	◎
			1年葉	◎	○	○	◎	◎	7.15	3.05	2.35	◎	8.30	◎
		2	当年葉	▽	○	◎	◎	◎	12.65	1.97	6.43	◎	5.13	◎
			1年葉	▽	▽	○	◎	◎	13.95	2.69	5.19	◎	8.40	◎
	11.05	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	8.94	2.67	3.35	◎	5.74	◎
			1年葉	◎	○	○	◎	◎	6.67	3.10	2.15	◎	8.08	◎
		2	当年葉	◎	▽	◎	◎	◎	6.20	1.70	3.64	◎	6.25	◎
			1年葉	◎	▽	○	◎	◎	5.66	2.09	2.72	◎	11.49	◎
	12.09	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	7.40	2.61	2.84	◎	7.11	◎
			1年葉	◎	○	○	◎	◎	5.73	2.80	2.04	◎	8.94	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	9.66	2.02	4.79	◎	2.55	◎
			1年葉	▽	▽	○	◎	◎	9.44	2.43	3.89	◎	7.75	◎

(注) ◎:良 ○:中庸 ▽:不良

表2.2 スギ葉中成分濃度による樹木の栄養状態の判定（敦賀市杉津，平成5年1月～8月）

調査 地点名	採取 年月日	樹木 番号	葉 齢	T-P	T-N	T-K	T-Ca	T-Mg	T-N/T-P	T-N/T-K	T-K/T-P	T-Ca/T-K	T-Ca/T-Mg	T-Mg/T-K								
				判定	判定	判定	判定	判定	比	判定	比	判定	比	判定	比	判定	比	判定				
杉 津	5.01.05	1	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.93			2.49	◎	2.78		2.89	◎	0.45	◎			
			1年葉	◎	▽	○	◎	◎	5.91			2.78	◎	2.12		5.39		7.39	◎	0.73		
		2	当年葉	▽	▽	◎	◎	◎	12.47		◎	2.00		6.24	◎	2.21	◎	6.24	◎	0.35	◎	
			1年葉	○	▽	○	◎	◎	9.55	◎	2.38	◎	4.02	◎	4.29		7.69		0.56			
	02.01	1	当年葉	◎	▽	▽	◎	◎	7.06			2.95		2.39		6.33		9.61		0.66		
			1年葉	◎	▽	▽	◎	◎	5.38			2.36	◎	2.28		6.92		8.68		0.80		
		2	当年葉	▽	▽	○	◎	◎	9.51	◎	2.06		4.61	◎	3.77		8.81		0.43	◎		
			1年葉	○	▽	○	◎	◎	7.63			2.14	◎	3.56	◎	5.05		7.94		0.64		
	03.08	1	当年葉	◎	▽	○	◎	◎	6.75			2.60	◎	2.60		5.55		8.84		0.63		
			1年葉	◎	▽	▽	◎	◎	4.80			2.21	◎	2.17		7.00		8.78		0.80		
		2	当年葉	▽	▽	○	◎	◎	8.60	◎	2.24		3.83	◎	5.32		9.52		0.56			
			1年葉	○	▽	▽	◎	◎	6.62			2.26		2.92		6.32		7.50		0.84		
	04.06	1	当年葉	◎	▽	○	◎	◎	6.75			2.68	◎	2.52		4.85		8.61		0.56		
			1年葉	◎	▽	▽	◎	◎	5.00			2.38	◎	2.10		6.05		8.06		0.75		
		2	当年葉	▽	▽	▽	◎	◎	11.16	◎	2.46	◎	4.53	◎	4.26		8.69		0.49			
			1年葉	▽	▽	▽	◎	◎	8.13	◎	2.29	◎	3.54	◎	5.79		7.52		0.77			
	05.06	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	▽	○	5.77			1.77		3.25	◎	0.40		3.38		0.12	
			1年葉	○	▽	▽	◎	◎	6.74			2.70	◎	2.50		5.39		8.05		0.67		
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	▽	○	5.89			1.80		3.28	◎	0.40		2.72		0.15	
			1年葉	▽	▽	▽	◎	◎	10.37	◎	2.18	◎	4.76	◎	3.67		7.37		0.50			
	06.10	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	◎	5.52			1.29		4.28	◎	0.97	◎	4.32	◎	0.22	
			1年葉	◎	◎	◎	◎	◎	6.00			2.67	◎	2.25		6.28		9.04		0.69		
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	▽	○	6.14			0.97		6.32		0.43		3.19		0.13	
			1年葉	○	▽	○	◎	▽	5.59			1.67		3.36	◎	2.85		10.96		0.26	◎	
	07.07	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	◎	6.06			1.42		4.28		1.23	◎	4.32	◎	0.29	◎
			1年葉	○	▽	▽	◎	◎	7.10			2.58	◎	2.75		6.11		8.75		0.70		
		2	当年葉	○	▽	◎	○	○	6.59			1.21		5.45		0.83		3.47		0.24		
			1年葉	▽	▽	▽	◎	◎	9.79	◎	2.45	◎	4.00	◎	4.87		9.54		0.51			
	08.02	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	◎	5.80			1.62		3.59	◎	1.75	◎	5.18	◎	0.34	◎
			1年葉	▽	▽	▽	◎	◎	11.36	◎	2.63	◎	4.32		4.76		7.51		0.63			
		2	当年葉	○	▽	◎	○	◎	6.91			1.51		4.56		1.15	◎	3.58	◎	0.32	◎	
			1年葉	○	▽	○	◎	◎	8.17	◎	2.51	◎	3.25	◎	5.20		8.39		0.62			

（注） ◎：良 ○：中庸 ▽：不良

表3 樹木葉中の無機成分の季節変化（5月～10月）についての報告事例

成分 樹種	硫 黄		リ ン		窒素		カリウム		Ca	マグネシウム		Zn	Mn	Fe	Cu	Al	Hg	文 献
	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	トータル	水溶性	トータル	トータル	水溶性	トータル	トータル	トータル	トータル	トータル	トータル	トータル	
ス ギ		↗(*)																3)4)
〃	→	→	↘		↘	↘		↗	?		?	?	↗	↘	↗	↗		13)
ケ ヤ キ	↘		↘			↘		↗	↘		↗	↗	?	→				11)
〃	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘		↘	↗	?	↗	?					12)
〃		↘																3)4)
イ チ ョ ウ		↗																3)
〃		↗																5)6)
ク リ			↘		↘	↘		↗	↗			↗	↗		↗			19)
カ キ			→		→	→		↗	↗									20)
コ ナ ラ		→																4)
キ ャ ク ト リ		↗																3)
ミ カ ン	↗		→		→	↘		↗	↗			↗						21)
ツ バ キ		↗																5)6)
ス ダ ジ イ		↘																5)6)
サ ク ラ		↘																5)6)

（*）1年葉（当該報告書では、「2年葉」と表示）についての結果である。

（注）季節変化についての「↗：増加 →：横ばい ↘：減少 ？：不明」の判定は、必ずしも原著者によるものとは限らない。
したがって、この表の内容についての責任はすべて筆者にある。

光度法または原子吸光光度法により分析した¹⁸⁾。

3 結果と考察

以下、とくに断わらないときは、当年葉のトータル成分についての記述である。

3.1 調査対象スギの栄養診断

葉は樹木の栄養状態を最も鋭敏に反映する器官であるとされ、葉(とくに当年葉)の成分分析を行うことによって、樹木の栄養充足度を知ることができるといわれている⁷⁾⁸⁾。

しかし、作物や果樹の場合に比較すると、スギやケヤキなどの有用果実をなさない樹木に関しては、その適正葉中成分濃度についての報告が少ないが、ここでは、伊藤⁹⁾の提案(表1)に基づき、調査対象スギの栄養診断をこころみる。

表1 葉中成分濃度による樹木の栄養状態判定基準(スギ、当年葉)

評価因子	判定基準	良	中 庸	不 良
表 示 記 号		◎	○	▽
窒 素(mgN/g)	>15.0	12.0~15.0	<12.0	
リ ン(mgP/g)	> 1.5	1.1~1.5	< 1.1	
カ リ ウ ム(mgK/g)	> 5.0	4.0~5.0	< 4.0	
カルシウム(mgCa/g)	> 8.0	6.0~8.0	< 6.0	
マグネシウム(mgMg/g)	> 1.8	1.3~1.8	< 1.3	
N/P	10±2	—	極端な値	
N/K	2.7±0.6	—	—	—
K/P	4±1	—	—	—
Ca/K	1.7±0.8	—	—	—
Ca/Mg	5±1.5	—	—	—
Mg/K	0.35±0.1	—	—	—

表1に示す判定基準について、その採葉時期は明示されていないが、伊藤が別の目的で行ったスギ葉の採取時期は12月中旬～1月上旬である。

栄養診断の結果は、表2.1と2.2に示した。

表から当年葉についてみると、T-NやT-N/T-Pなど、窒素の関連項目において、必ずしも「良～中庸」の判定が得られていない。

しかし、筆者らが林地スギ8本について、平成2年9月に行った調査結果¹⁷⁾では、カリウムの栄養状態はおおむね良好であったものの、窒素、リン、T-K/T-Pなどの項目が大部分のスギにおいて「不良」であったことと比較すると、今回のスギの栄養状態は「良好」と判断してよいのではないかと考えている。

また、数年来、実施している樹木活力度調査結果においても、当該スギは、2本とも活力度指数¹⁸⁾1.0(最も活力旺盛)に推移している。

栄養診断および活力度調査の結果から、今回の調査対象スギは、葉中成分濃度の季節変動を調査するための樹木として、適当と考えた。

3.2 各成分濃度の季節変動

今回のスギ葉についての調査結果を解析するに先立って、果樹の葉中成分濃度の季節変動の事例を、図1、図2¹⁰⁾、図3¹¹⁾に示す。

各図からは、共通して、春から秋にかけて、リン・窒素(図3では省略されている)・カリウムについては減少、カルシウムとマグネシウムについては増加の傾向が見てとれる。

また、いくつかの樹種における葉中成分の季節変化についての文献調査の結果をまとめて、表3に示しておく。

表2.1 スギ葉中成分濃度による樹木の栄養状態の判定(敦賀市杉津、平成4年5月～12月)

調査地点名	採取年月日	樹木番号	葉 齢	T-P	T-N	T-K	T-Ca	T-Mg	T-N/T-P	T-N/T-K	T-K/T-P	T-Ca/T-K	T-Ca/T-Mg	T-Mg/T-K
				判定	判定	判定	判定	判定	比	判定	比	判定	比	判定
杉 津	4.05.06	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	6.49	1.46	4.45	◎	4.27	◎
			1年葉	▽	▽	○	○	○	8.19	2.15	3.81	◎	9.94	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	7.46	1.74	4.29	◎	3.31	◎
			1年葉	▽	▽	○	○	○	12.37	2.14	5.79	◎	7.60	◎
	06.04	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	8.93	1.33	6.71	◎	4.38	◎
			1年葉	○	▽	○	○	○	7.21	2.23	3.24	◎	8.79	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	8.54	1.43	5.96	◎	2.69	◎
			1年葉	▽	▽	▽	○	○	13.57	2.57	5.29	◎	8.47	◎
	07.06	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	6.92	1.38	5.00	◎	1.37	◎
			1年葉	○	▽	○	○	○	6.67	2.20	3.03	◎	8.88	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	9.56	1.40	6.84	◎	4.26	◎
			1年葉	▽	▽	○	○	○	12.88	2.51	5.13	◎	7.69	◎
	08.03	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	8.45	1.92	4.41	◎	5.28	◎
			1年葉	○	○	○	○	○	8.29	2.52	3.29	◎	7.50	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	10.08	1.67	6.05	◎	5.08	◎
			1年葉	▽	▽	○	○	○	12.45	2.60	4.79	◎	8.07	◎
	09.07	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	8.32	2.16	3.85	◎	5.91	◎
			1年葉	○	○	○	○	○	7.83	3.26	2.40	◎	9.41	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	10.97	1.98	5.53	◎	5.72	◎
			1年葉	▽	▽	▽	○	○	10.30	2.74	3.76	◎	8.66	◎
	10.05	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	7.96	2.15	3.71	◎	2.34	◎
			1年葉	○	○	○	○	○	7.15	3.05	2.35	◎	8.30	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	12.65	1.97	6.43	◎	5.13	◎
			1年葉	▽	▽	○	○	○	13.95	2.69	5.19	◎	8.40	◎
	11.05	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	8.94	2.67	3.35	◎	5.74	◎
			1年葉	○	○	○	○	○	6.67	3.10	2.15	◎	8.08	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	6.20	1.70	3.64	◎	6.25	◎
			1年葉	○	○	○	○	○	5.66	2.09	2.72	◎	11.49	◎
	12.09	1	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	7.40	2.61	2.84	◎	7.11	◎
			1年葉	○	○	○	○	○	5.73	2.80	2.04	◎	8.94	◎
		2	当年葉	◎	◎	◎	◎	◎	9.66	2.02	4.79	◎	2.55	◎
			1年葉	▽	▽	○	○	○	9.44	2.43	3.89	◎	7.75	◎

(注) ◎:良 ○:中庸 ▽:不良

表2.2 スギ葉中成分濃度による樹木の栄養状態の判定（敦賀市杉津，平成5年1月～8月）

調査 地点名	採取 年月日	樹木 番号	葉 齢	T-P	T-N	T-K	T-Ca	T-Mg	T-N/T-P	T-N/T-K	T-K/T-P	T-Ca/T-K	T-Ca/T-Mg	T-Mg/T-K						
				判定	判定	判定	判定	判定	比	判定	比	判定	比	判定	比	判定	比	判定		
杉 津	5.01.05	1	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.93	◎	2.49	◎	2.78	◎	2.89	◎	6.37	◎	0.45	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	5.91	◎	2.78	◎	2.12	◎	5.39	◎	7.39	◎	0.73	◎
			2年葉	▽	▽	◎	◎	◎	12.47	◎	2.00	◎	6.24	◎	2.21	◎	6.24	◎	0.35	◎
		2	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	9.55	◎	2.38	◎	4.02	◎	4.29	◎	7.69	◎	0.56	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	7.06	◎	2.95	◎	2.39	◎	6.33	◎	9.61	◎	0.66	◎
			2年葉	▽	▽	◎	◎	◎	5.38	◎	2.36	◎	2.28	◎	6.92	◎	8.68	◎	0.80	◎
	02.01	1	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	9.51	◎	2.06	◎	4.61	◎	3.77	◎	8.81	◎	0.43	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	7.63	◎	2.14	◎	3.56	◎	5.05	◎	7.94	◎	0.64	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.75	◎	2.60	◎	2.60	◎	5.55	◎	8.84	◎	0.63	◎
		2	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	4.80	◎	2.21	◎	2.17	◎	7.00	◎	8.78	◎	0.80	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	8.60	◎	2.24	◎	3.83	◎	5.32	◎	9.52	◎	0.56	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.62	◎	2.26	◎	2.92	◎	6.32	◎	7.50	◎	0.84	◎
	03.08	1	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.75	◎	2.68	◎	2.52	◎	4.85	◎	8.61	◎	0.56	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	5.00	◎	2.38	◎	2.10	◎	6.05	◎	8.06	◎	0.75	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎	11.16	◎	2.46	◎	4.53	◎	4.26	◎	8.69	◎	0.49	◎
		2	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	8.13	◎	2.29	◎	3.54	◎	5.79	◎	7.52	◎	0.77	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	5.77	◎	1.77	◎	3.25	◎	0.40	◎	3.38	◎	0.12	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.74	◎	2.70	◎	2.50	◎	5.39	◎	8.05	◎	0.67	◎
	04.06	1	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	5.89	◎	1.80	◎	3.28	◎	0.40	◎	2.72	◎	0.15	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	10.37	◎	2.18	◎	4.76	◎	3.67	◎	7.37	◎	0.50	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎	5.52	◎	1.29	◎	4.28	◎	0.97	◎	4.32	◎	0.22	◎
		2	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.00	◎	2.67	◎	2.25	◎	6.28	◎	9.04	◎	0.69	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.14	◎	0.97	◎	6.32	◎	0.43	◎	3.19	◎	0.13	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎	5.59	◎	1.67	◎	3.36	◎	2.85	◎	10.96	◎	0.26	◎
	05.06	1	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.06	◎	1.42	◎	4.28	◎	1.23	◎	4.32	◎	0.29	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	7.10	◎	2.58	◎	2.75	◎	6.11	◎	8.75	◎	0.70	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.59	◎	1.21	◎	5.45	◎	0.83	◎	3.47	◎	0.24	◎
		2	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	9.79	◎	2.45	◎	4.00	◎	4.87	◎	9.54	◎	0.51	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	5.80	◎	1.62	◎	3.59	◎	1.75	◎	5.18	◎	0.34	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎	11.36	◎	2.63	◎	4.32	◎	4.76	◎	7.51	◎	0.63	◎
	06.10	1	当年葉	◎	○	◎	◎	◎	6.91	◎	1.51	◎	4.56	◎	1.15	◎	3.58	◎	0.32	◎
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎	8.17	◎	2.51	◎	3.25	◎	5.20	◎	8.39	◎	0.62	◎
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎												
		2	当年葉	◎	○	◎	◎	◎												
			1年葉	◎	○	◎	◎	◎												
			2年葉	◎	○	◎	◎	◎												

（注） ◎：良 ○：中庸 ▽：不良

表3 樹木葉中の無機成分の季節変化（5月～10月）についての報告事例

成分 樹種	硫 黄		リ ン		窒 素		カリウム		Ca	マグネシウム		Zn	Mn	Fe	Cu	Al	Hg	文 献
	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	トータル	水溶性	トータル	トータル	トータル	トータル	トータル	トータル	
ス ギ		↑(*)																3)4)
〃	→	→	↓		↓	↓			↑	?		?	?	↑	↓	↑	↑	13)
ケ ヤ キ	↓		↓			↓			↑	↓		↑	↑	?	→			11)
〃	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↓	↑	?	↑	?				12)
〃		↓																3)4)
イ チ ョ ウ		↑																3)
〃		↑																5)6)
ク リ			↓		↓	↓			↑	↑			↑	↑		↑		19)
カ キ			→		→	→			↑	↑								20)
コ ナ ラ	→																	4)
キ ャ ク ト リ	↑																	3)
ミ カ ン	↑		→		→	↓			↑	↑			↑					21)
ツ バ キ	↑																	5)6)
ス ダ ジ イ	↓																	5)6)
サ ク ラ	↓																	5)6)

（*）1年葉（当該報告書では、「2年葉」と表示）についての結果である。

（注）季節変化についての「↑：増加 →：横ばい ↓：減少 ?：不明」の判定は、必ずしも原著者によるものとは限らない。

したがって、この表の内容についての責任はすべて筆者にある。

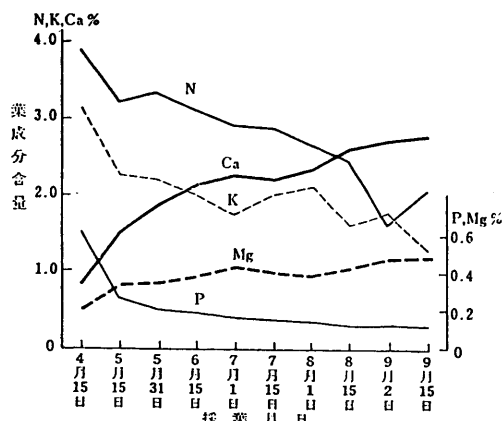


図1 ナシの葉中成分濃度の季節変動
(石原著「果樹の栄養生理」より)

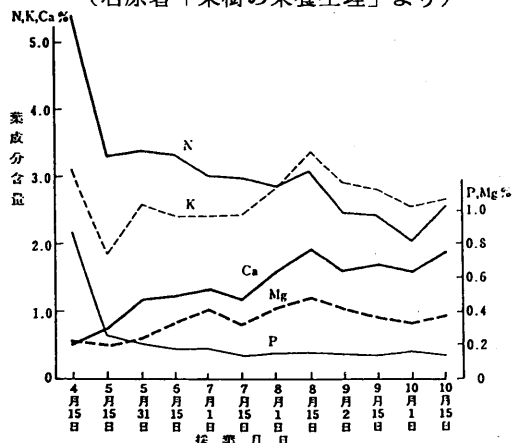


図2 カキの葉中成分濃度の季節変動
(石原著「果樹の栄養生理」より)

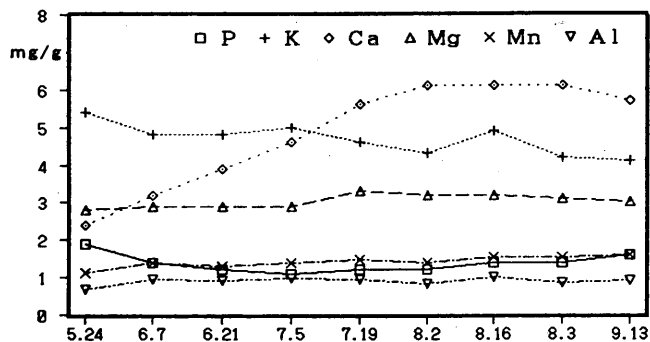


図3 クリの葉中成分濃度の季節変動 (1976)
(文献19) から、筆者が作図した)

3.2.1 硫黄

スギ葉中硫黄濃度の季節変動を図4.1~4.3に示す。

図中において、『T-(W-)スギ1』とは、「スギ1のトータル(水溶性)成分」を意味している。

まず、当年葉の全硫黄濃度には、横ばいないし減少の傾向が認められる。

また、気孔から葉中に取り込まれる大気中の硫黄酸化物量と相関性が高いと言われてきた¹⁾ 水溶性硫黄は、当年葉、1年葉ともおおむね横ばいに推移している。

一方、田口ら⁴⁾は、大気中の二酸化硫黄濃度が、今回の調査地域と同一レベルである4 ppb程度の地域において、

スギの1年葉中の水溶性硫黄濃度が、5月から翌年1月にかけて増加することを報告している。

しかし、図4.3に示した今回の調査結果から判断すれば、水溶性硫黄について、そのような増加傾向は認められず、横ばいに推移していると考えられる。

これらのことから、大気中の硫黄酸化物濃度が数ppb程度の地域においては、スギ葉中の水溶性硫黄濃度と大気中硫黄酸化物濃度との関係を調査しようとしても、評価・解析が困難であると言わざるを得ない。

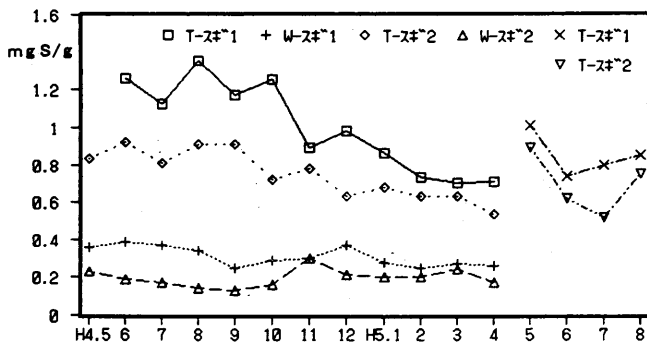


図4.1 当年葉中硫黄濃度の季節変動

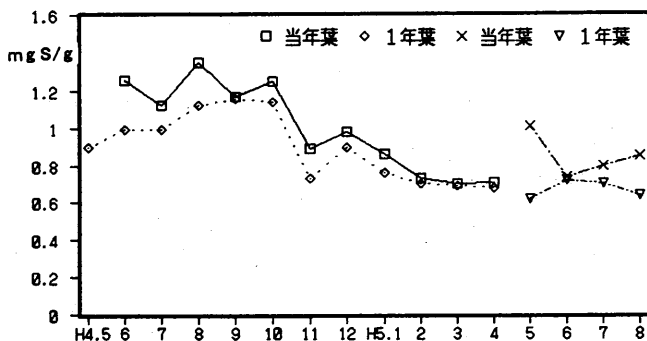


図4.2 葉中全硫黄濃度の季節変動 (スギ1)

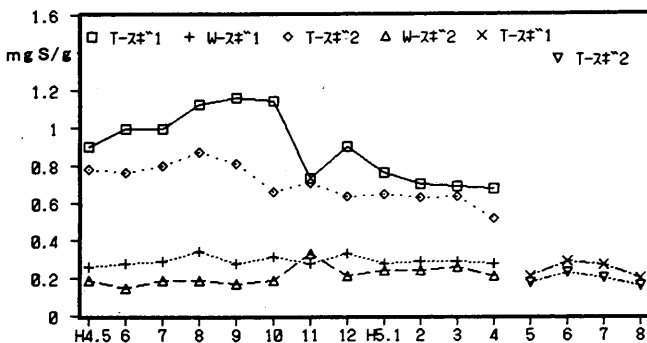


図4.3 1年葉中硫黄濃度の季節変動

3.2.2 リン

リン濃度は、5月から6月にかけて急激に減少し、以後横ばいに推移する。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、5月には当年葉中のリン濃度が1年葉中の濃度の3倍にも達していたが、6月以降は同一レベルで推移している。

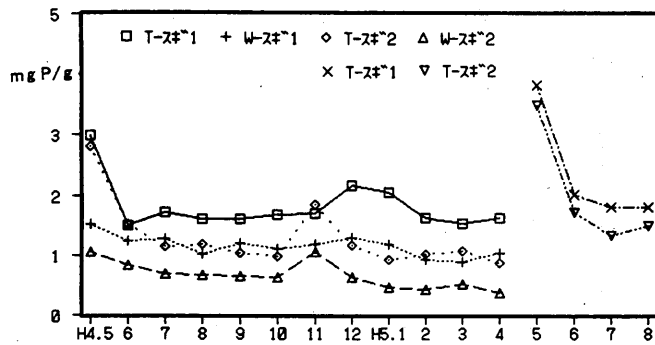


図 5.1 当年葉中リン濃度の季節変動

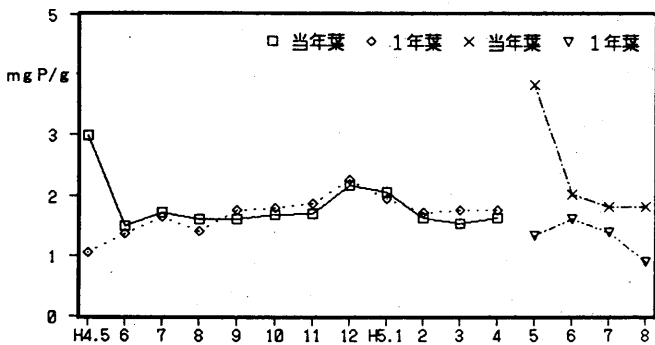


図 5.2 葉中全リン濃度の季節変動(スギ1)

3.2.3 窒素

窒素濃度の季節変動は、リンの場合と類似しており、5月から6月にかけて急激に減少し、以後横ばいに推移する。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、5月には当年葉中の窒素濃度が1年葉中の濃度の2倍にも達していたが、6月以降は同一レベルで推移している。

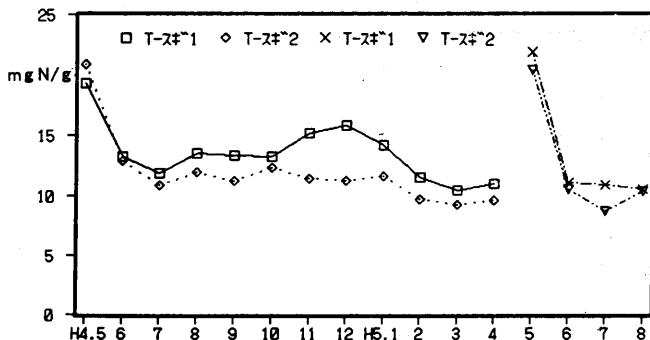


図 6.1 当年葉中全窒素濃度の季節変動

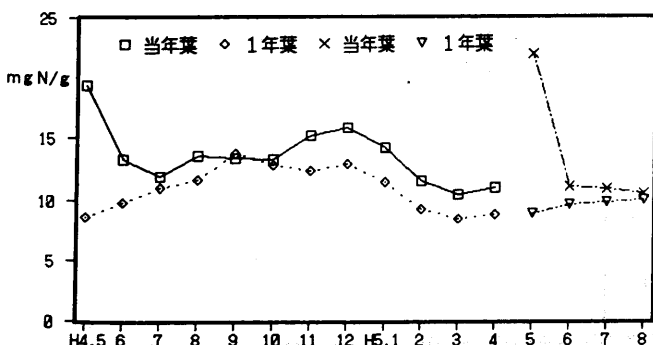


図 6.2 葉中全窒素濃度の季節変動(スギ1)

3.2.4 カリウム

図 7.1 から、葉中でのカリウムは、その大部分が水溶性態として存在していることがわかるほか、季節の推移に伴う明白な減少傾向が見てとれる。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、5月には当年葉中のカリウム濃度が1年葉中の濃度の3倍にも達していたが、以後その差は小さくなり、翌年2月以降は同じ濃度になっている。

なお、今回の分析項目のうちで、カリウムの場合に、2本のスギの葉中成分濃度が最もよく一致していた。

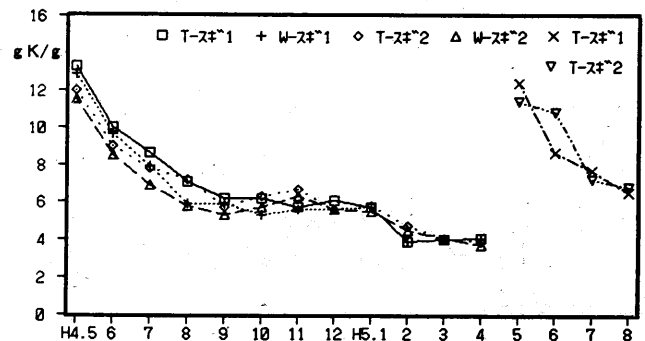


図 7.1 当年葉中カリウム濃度の季節変動

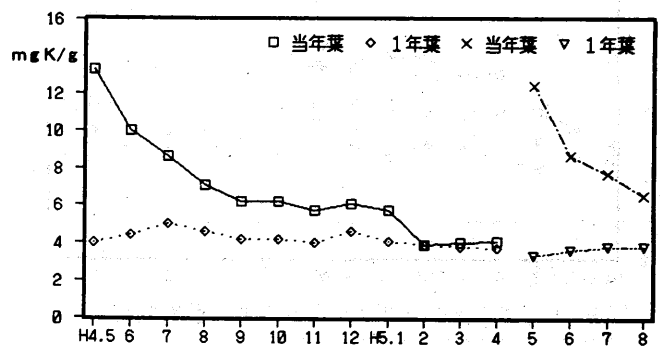


図 7.2 葉中全カリウム濃度の季節変動

3.2.5 カルシウム

リン・窒素・カリウムの場合と異なり、カルシウム濃度は5月から翌年4月にかけて、明らかな増加傾向を示す。

また、図 8.2 から分かるように、当年葉と1年葉とを比較すると、1年葉中のカルシウム濃度は、常に当年葉中の濃度を上回っている。

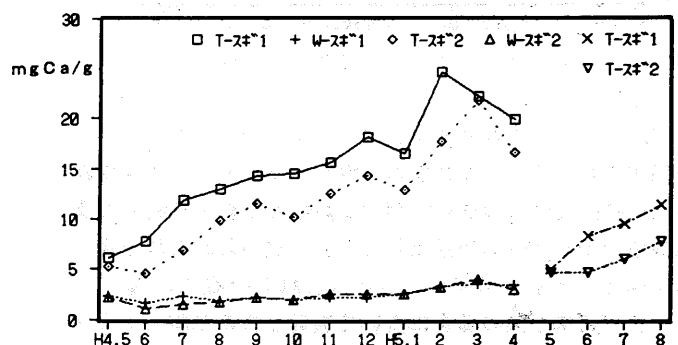


図 8.1 当年葉中カルシウム濃度の季節変動

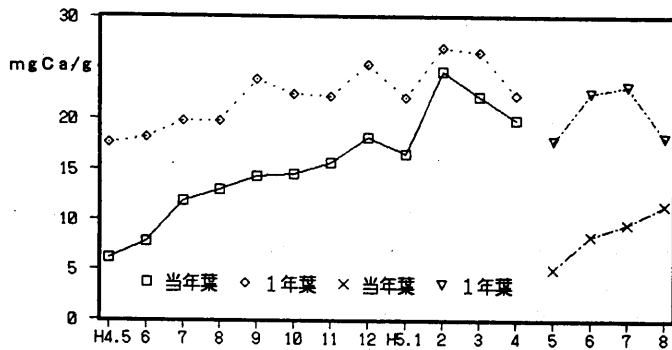


図8.2 葉中全カルシウム濃度の季節変動(スギ1)

3.2.6 マグネシウム

マグネシウム濃度は、トータル成分・水溶性成分とも、5月から10月にかけて増加し、以後、横ばいに推移している。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、1年葉中のマグネシウム濃度は、常に、若干、当年葉中の濃度を上回る傾向が見てとれる。

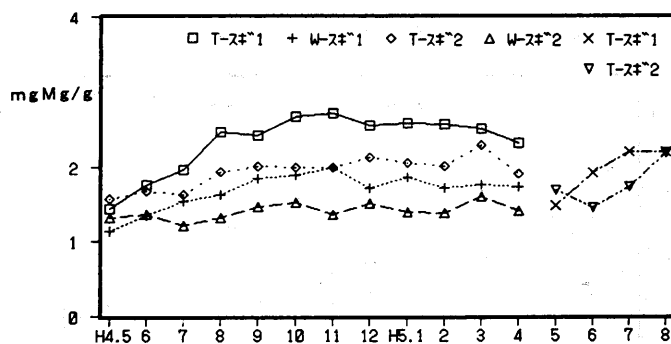


図9.1 当年葉中マグネシウム濃度の季節変動

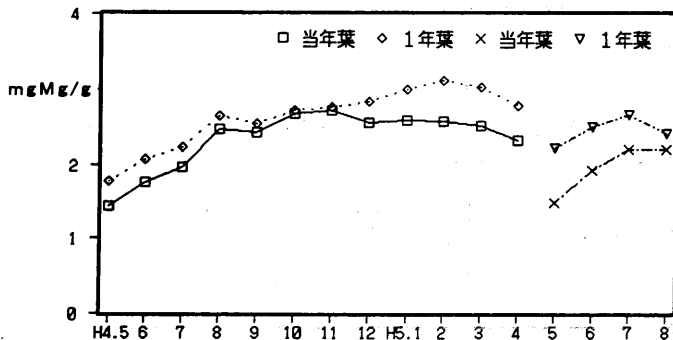


図9.2 葉中全マグネシウム濃度の季節変動(スギ1)

3.2.7 カリウム+カルシウム+マグネシウム

果樹においては、カリウム・カルシウム・マグネシウムの間に拮抗関係、つまり、葉中におけるこれら三成分の葉100g中のミリグラム当量としての合計量がおおむね一定の値を保とうとする傾向があるとされている¹⁰⁾。

そこで、スギ葉の場合について検討してみたが、トータル成分・水溶性成分濃度ともに、一定の値とはならず、むしろ明らかな増加傾向が認められる。

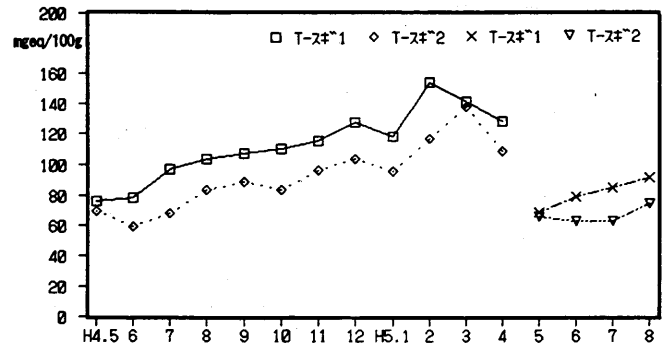


図10.1 当年葉中K+Ca+Mg濃度の季節変動

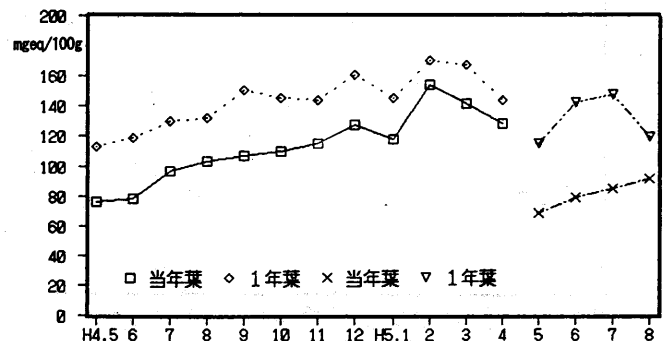


図10.2 葉中全K+Ca+Mg濃度の季節変動(スギ1)

3.2.8 亜鉛

亜鉛濃度には、5月から翌年4月にかけて、減少する傾向が認められる。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、5月には当年葉中の亜鉛濃度が1年葉中の濃度の3倍にも達していたが、以後その差は小さくなっている。

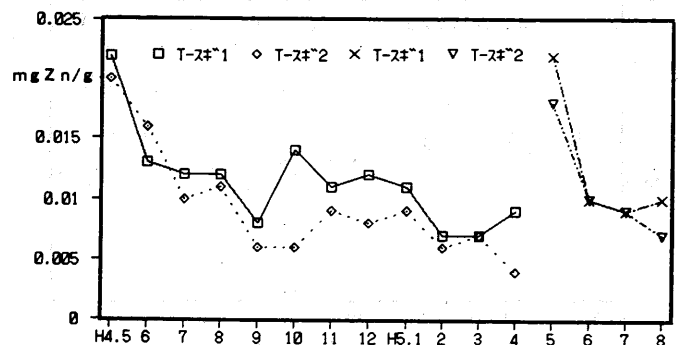


図11.1 当年葉中全亜鉛濃度の季節変動

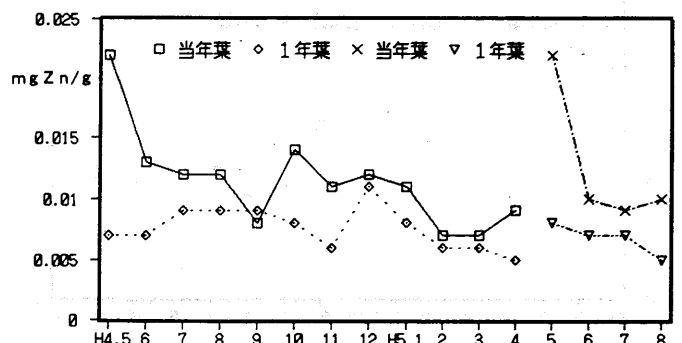


図11.2 葉中全亜鉛濃度の季節変動(スギ1)

3.2.9 マンガン

マンガンは、濃度のばらつきが大きく、また季節的な推移にも一定の傾向が認められないように見える。

しかしながら、今回採用した分析方法は、湿式灰化したあとの共通検液からさまざまな項目を測定することを念頭において考えられたものであり、マンガン分析のためには、必ずしも、最適なものではない。

従って、マンガンについては、その評価は差し控える。

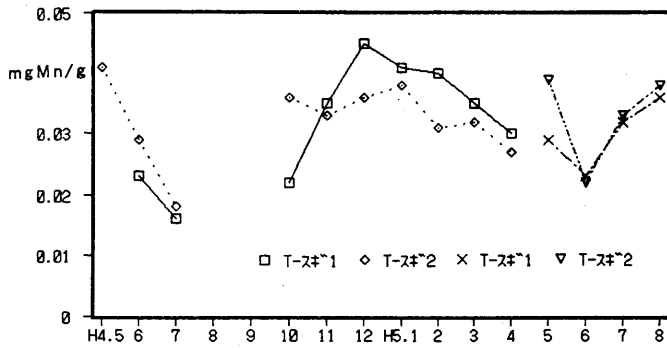


図12.1 当年葉中全マンガン濃度の季節変動

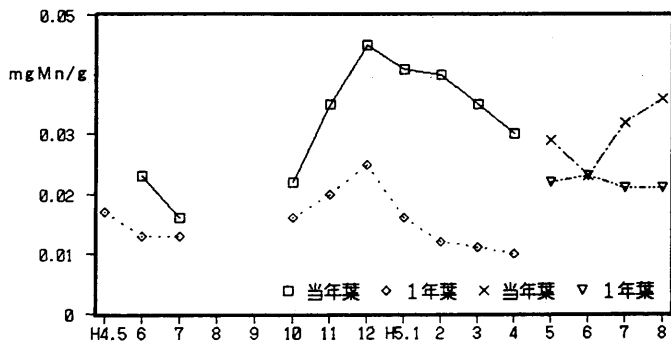


図12.2 葉中全マンガン濃度の季節変動(スギ1)

3.2.10 鉄

鉄濃度には、かなりばらつきがあるものの、5月から翌年4月にかけて、増加する傾向が認められる。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、1年葉中の鉄濃度は、常に、若干、当年葉中の濃度を上回る傾向が見てとれる。

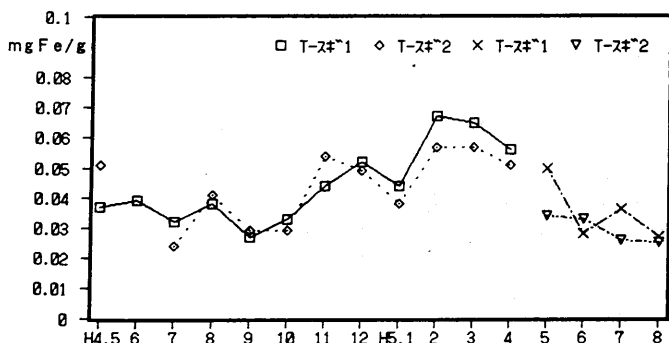


図13.1 当年葉中全鉄濃度の季節変動

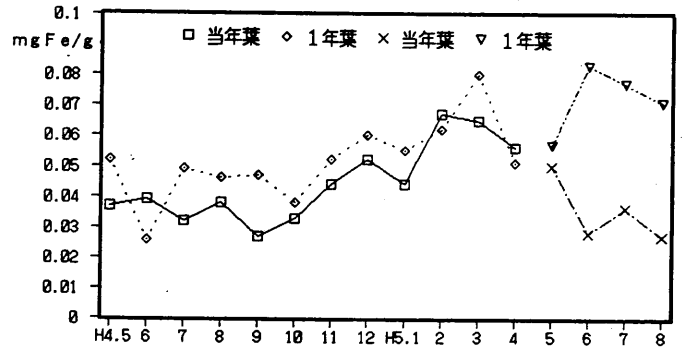


図13.2 葉中全鉄濃度の季節変動(スギ1)

3.2.11 銅

銅濃度は、5月から翌年4月にかけて、減少する傾向が認められる。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、5月には当年葉中の銅濃度が1年葉中の濃度の2倍にも達していたが、以後その差は小さくなり、翌年1月以降は同じ濃度になっている。

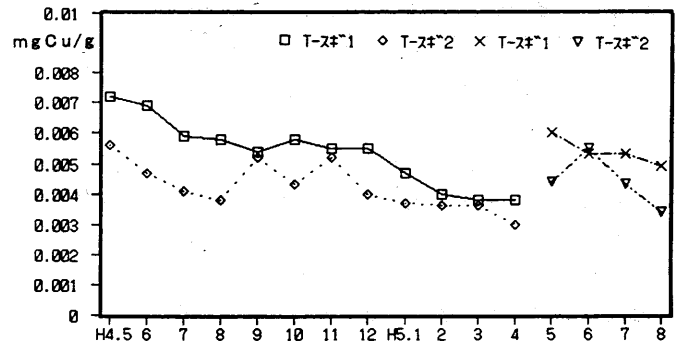


図14.1 当年葉中全銅濃度の季節変動

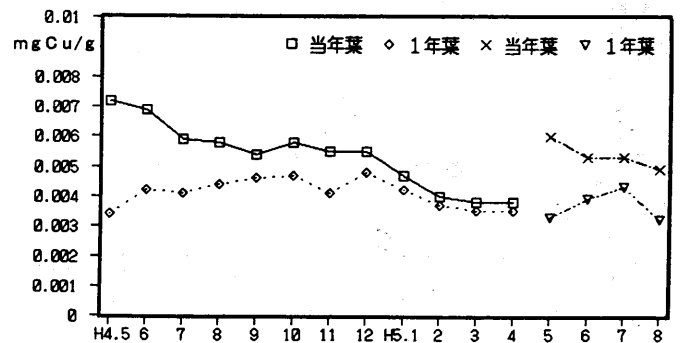


図14.2 葉中全銅濃度の季節変動(スギ1)

3.2.12 アルミニウム

アルミニウムは、植物の根の育成を阻害することが知られており、近年、その土壌中からの溶出が、酸性雨との関連で、注目・懸念されている元素である²²⁾。

アルミニウム濃度には、5月から翌年4月にかけて増加する傾向が認められる。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、1年葉中のアルミニウム濃度は、常に、若干、当年葉中の濃度を上回る傾向が見てとれる。

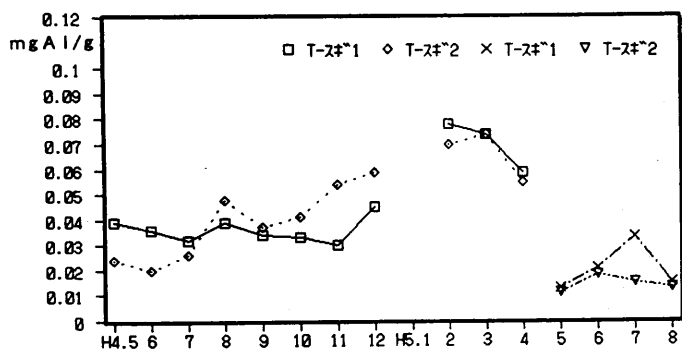


図15.1 当年葉中全アルミニウム濃度の季節変動

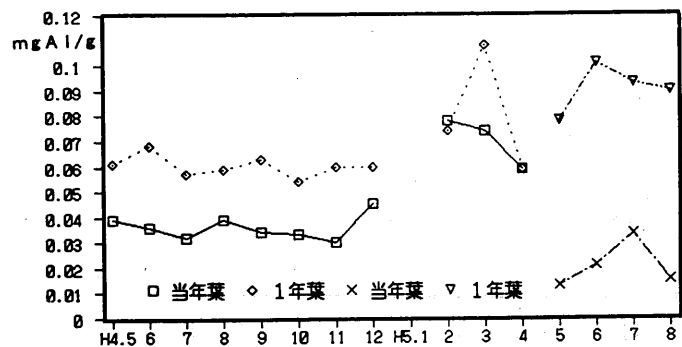


図15.2 葉中全アルミニウム濃度の季節変動(スギ1)

3.2.13 水銀

水銀濃度は5月から翌年4月にかけて、明らかな増加傾向を示す。

また、当年葉と1年葉とを比較すると、1年葉中の水銀濃度は、常に当年葉中の濃度を上回っている。

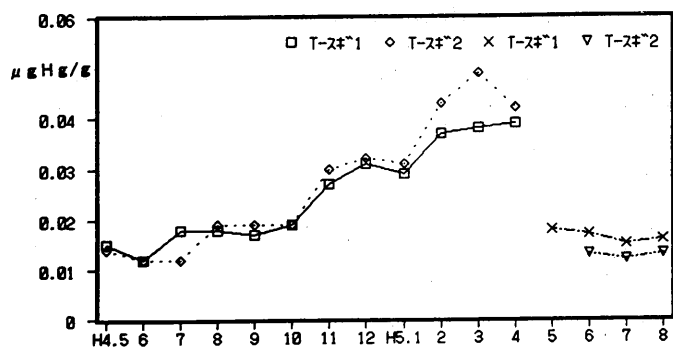


図16.1 当年葉中全水銀濃度の季節変動

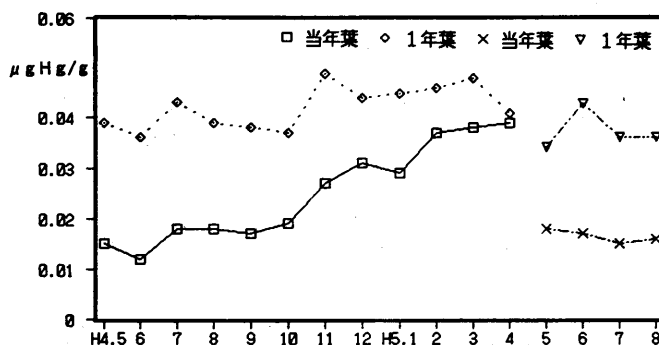


図16.2 葉中全水銀濃度の季節変動(スギ1)

4 まとめ

スギ当年葉中の成分濃度の季節変動傾向を、簡略化して、表4にまとめた。

また、これまでの調査から分かったことを、要約すると、以下のとおりである。

- (1) トータル成分についての季節変動の傾向
濃度増加成分：カルシウム、マグネシウム、鉄、アルミニウム、水銀
濃度横ばいないし減少成分：硫黄
濃度減少成分：リン、窒素、カリウム、亜鉛、銅
- (2) 濃度増加傾向を示す成分においては、1年葉中濃度が当年葉中濃度を上回る傾向が、また、濃度減少傾向を示す成分においては、当年葉中濃度が1年葉中濃度を上回る傾向が認められた。
- (3) 葉中成分濃度の季節変動、および当年葉中濃度と1年葉中濃度との比較結果から、葉中への蓄積性が認められる成分のうち、とくにアルミニウムと水銀については、環境汚染の指標として活用できると思われる。

なお、本文中でも断っているが、これらの季節変動の傾向は、あくまでも、「スギの葉」についての報告であり、他の樹木葉についてもあてはまる場合もあるが、普遍化しての拡大解釈をしてはならない。

表4 スギ当年葉中の無機成分の季節変化

成分 樹種	硫 黄		リ ン		窒素		カリウム		カルシウム		マグネシウム		Zn	Mn	Fe	Cu	Al	Hg	K+Ca+Mg	
	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性
スギ	↘	→	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↗	↗	↗	↗	↘	?	↗	↘	↗	↗	↗	↗

(注) 「↗: 増加 →: 横ばい ↘: 減少 ↘: 横ばいないし減少 ? : 不明」

参考文献

- 1) (財)日本公衆衛生協会：「昭和55年度環境庁委託 環境影響評価予測技術検討調査報告書 大気汚染の植物影響に係る環境影響評価マニュアル案(昭和56年3月)」, 1981.
- 2) 農林水産技術会議：「大気汚染による農作物被害の測定方法に関する研究」, 1973.
- 3) 大阪府：「樹木によるNO₂浄化調査結果報告書(昭和62年3月)」, 1987.
- 4) 大阪府：「樹木によるNO₂浄化調査結果報告書(昭和63年3月)」, 1988.
- 5) 近藤 隆之ほか：「樹木による大気浄化作用に関する研究(第1報)」, 富山県公害センター年報, 17, p. p. 41-49, 1989.
- 6) 近藤 隆之氏との私信
- 7) 芝本 武夫ほか：「林業技術者のための肥料ハンドブック」, p. p. 49-105, 創文, 東京, 1979.
- 8) 芝本 武夫ほか：「森林の土壌と肥培」, p. 142, 農林出版, 東京, 1976.
- 9) 伊藤 忠夫：「茨城県下における森林立地区分に関する研究」, 茨城県林業試験場研究報告, No9, p. p. 64-68, 1976.
- 10) 石原 正義：「果樹の栄養生理」, p. p. 16-109, (社)農山漁村文化協会, 東京, 1982.
- 11) 大橋 毅ほか：「ケヤキの葉分析結果と樹勢との関係について」, 東京都公害研究所年報, p. p. 84-90, 1980.
- 12) 坪内 彰ほか：「ケヤキ葉中成分の経月変化について」, 福井県公害センター年報, 19, p. p. 131-137, 1989.
- 13) 坪内 彰ほか：「スギ葉中成分についての二、三の考察」, 福井県環境センター年報, 20, p. p. 111-122, 1990.
- 14) 福井県：「敦賀地区植物環境調査報告書(事前調査, 平成3年3月)」, p. p. 22-24, 1991.
- 15) (財)農産振興奨励会：「土壌、水質及び作物体分析法(昭和60年3月)」, p. p. 161-180, 1985.
- 16) 前川 勉ほか：「葉中全窒素の分析方法の検討」, 福井県公害センター年報, 18, p. p. 79-82, 1988.
- 17) 坪内 彰ほか：「福井県における酸性雨と生態系の実態について(第3報)樹木調査」, 福井県環境センター年報, 21, p. p. 41-51, 1991.
- 18) 林野庁：「林野庁森林活動調査作業仕様書(昭和49年)」, 1974.
- 19) 福井県農業試験場果樹科：「昭和51. 52. 53年度果樹試験成績書(昭和54年3月)」, p. p. 79-85, 1979.
- 20) 杉本 明夫ほか：「北陸地方におけるカキ樹体内の炭水化合物および無機成分の時期別変化」, 福井県農業試験場研究報告, 31, p. p. 21-30, 1994.
- 21) 松島 二良ほか：「果樹の亜硫酸ガスによる煙害(第2報)」, 被害カンキツ樹の実態ならびにその栄養学的観察, 園芸学会雑誌, 34, No3, p. p. 25-32, 1965.
- 22) 山崎 伝：「微量要素と多量要素(土壌・作物の診断・対策)」, 博友社, 1981.

別表1 スギ葉中成分調査結果(敦賀市杉津, 平成4年5月~12月)

調査対象樹木			単位 mg/g (水銀はμg/g)																参考						
調査地点名	採取年月日	樹木番号	葉 齢	分				析												結		果		参 考	
				トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	μg/g/100g	K+Ca+Mg		
杉 津	4.05.06	1	当年葉	—	0.36	2.99	1.51	19.4	13.3	12.9	6.1	2.3	1.43	1.14	0.022	—	0.037	0.0072	0.039	0.015	20.83	76.21			
			1年葉	0.90	0.26	1.05	0.79	8.6	4.0	3.7	17.6	3.1	1.77	1.33	0.007	0.017	0.052	0.0034	0.061	0.039	23.37	112.58			
		2	当年葉	0.83	0.23	2.80	1.05	20.9	12.0	11.5	5.2	2.2	1.57	1.31	0.020	0.041	0.051	0.0056	0.024	0.014	18.77	69.55			
			1年葉	0.78	0.19	0.76	0.42	9.4	4.4	4.1	12.7	2.2	1.67	1.26	0.007	0.017	0.040	0.0032	0.067	0.030	18.77	88.34			
		06.04	1	当年葉	1.26	0.39	1.49	1.24	13.3	10.0	9.6	7.7	1.7	1.76	1.34	0.013	0.023	0.039	0.0069	0.036	0.012	19.46	78.47		
				1年葉	0.99	0.28	1.36	1.18	9.8	4.4	4.1	18.2	2.8	2.07	1.63	0.007	0.013	0.026	0.0042	0.068	0.036	24.67	119.06		
	07.06	2	当年葉	0.92	0.19	1.51	0.83	12.9	9.0	8.5	4.5	1.1	1.67	1.36	0.016	0.029	—	0.0047	0.020	0.012	15.17	59.21			
			1年葉	0.76	0.15	0.70	0.39	9.5	3.7	3.5	14.4	2.3	1.70	1.25	0.007	0.020	0.023	0.0033	0.062	0.034	19.80	95.28			
		1	当年葉	1.12	0.37	1.72	1.27	11.9	8.6	7.9	11.8	2.3	1.96	1.54	0.012	0.016	0.032	0.0059	0.032	0.018	22.36	96.98			
			1年葉	0.99	0.29	1.65	1.17	11.0	5.0	4.4	19.8	3.4	2.23	1.68	0.009	0.013	0.049	0.0041	0.057	0.043	27.03	129.89			
		2	当年葉	0.81	0.17	1.14	0.69	10.9	7.8	6.9	6.9	1.6	1.62	1.21	0.010	0.018	0.024	0.0041	0.026	0.012	16.32	67.70			
			1年葉	0.80	0.19	0.80	0.50	10.3	4.1	4.0	14.0	2.6	1.82	1.43	0.006	0.013	0.039	0.0038	0.065	0.039	19.92	95.29			
	08.03	1	当年葉	1.35	0.34	1.61	1.02	13.6	7.1	5.9	13.0	1.9	2.46	1.63	0.012	—	0.038	0.0058	0.039	0.018	22.56	103.24			
			1年葉	1.12	0.34	1.40	1.19	11.6	4.6	4.3	19.8	3.1	2.64	2.07	0.009	—	0.046	0.0044	0.059	0.039	27.04	132.25			
		2	当年葉	0.91	0.14	1.19	0.66	12.0	7.2	5.8	9.8	1.8	1.93	1.32	0.011	—	0.041	0.0038	0.048	0.019	18.93	83.18			
			1年葉	0.87	0.19	0.94	0.56	11.7	4.5	4.4	16.7	2.8	2.07	1.64	0.005	—	0.019	0.0040	0.064	0.043	23.27	111.84			
		09.07	1	当年葉	1.17	0.25	1.61	1.20	13.4	6.2	5.9	14.3	2.2	2.42	1.85	0.008	—	0.027	0.0054	0.034	0.017	22.92	107.10		
				1年葉	1.16	0.28	1.75	1.39	13.7	4.2	3.8	23.9	3.7	2.54	1.98	0.009	—	0.047	0.0046	0.063	0.038	30.64	150.85		
	10.05	2	当年葉	0.91	0.13	1.03	0.64	11.3	5.7	5.3	11.5	2.2	2.01	1.46	0.006	—	0.029	0.0052	0.037	0.019	19.21	88.48			
			1年葉	0.81	0.17	1.01	0.60	10.4	3.8	3.3	19.4	3.1	2.24	1.65	0.006	—	0.043	0.0040	0.078	0.043	25.44	124.91			
		1	当年葉	1.25	0.29	1.67	1.10	13.3	6.2	5.3	14.5	2.0	2.67	1.89	0.014	0.022	0.033	0.0058	0.033	0.019	23.37	110.15			
			1年葉	1.14	0.31	1.79	1.30	12.8	4.2	3.9	22.5	3.4	2.71	2.13	0.008	0.016	0.038	0.0047	0.054	0.037	29.41	145.27			
		2	当年葉	0.72	0.16	0.98	0.63	12.4	6.3	5.7	10.2	2.0	1.99	1.52	0.006	0.036	0.029	0.0043	0.041	0.019	18.49	83.36			
			1年葉	0.66	0.19	0.81	0.56	11.3	4.2	4.0	16.8	2.7	2.00	1.52	0.007	0.013	0.043	0.0043	0.068	0.040	23.00	110.99			
11.05	1	当年葉	0.89	0.30	1.70	1.18	15.2	5.7	5.6	15.6	2.2	2.72	2.00	0.011	0.035	0.044	0.0055	0.030	0.027	24.02	114.77				
		1年葉	0.73	0.28	1.86	1.23	12.4	4.0	4.0	22.3	3.0	2.76	1.99	0.006	0.020	0.052	0.0041	0.060	0.049	29.06	144.17				
	2	当年葉	0.78	0.30	1.84	1.06	11.4	6.7	6.3	12.5	2.5	2.00	1.36	0.009	0.033	0.054	0.0052	0.054	0.030	21.20	95.94				
		1年葉	0.71	0.33	1.73	1.14	9.8	4.7	4.7	17.7	3.7	1.54	1.09	0.008	0.017	0.075	0.0043	0.086	0.048	23.94	112.97				
	12.09	1	当年葉	0.98	0.37	2.15	1.29	15.9	6.1	5.6	18.2	2.2	2.56	1.71	0.012	0.045	0.052	0.0055	0.045	0.031	26.86	127.44			
			1年葉	0.90	0.33	2.25	1.48	12.9	4.6	4.4	25.3	3.3	2.83	1.90	0.011	0.025	0.060	0.0048	0.060	0.042	32.73	161.24			
2	当年葉	0.63	0.21	1.17	0.62	11.3	5.6	5.6	14.3	2.5	2.13	1.51	0.008	0.036	0.049	0.0040	0.059	0.032	22.03	103.17					
	1年葉	0.64	0.21	1.08	0.69	10.2	4.2	4.1	20.7	3.1	2.67	1.75	0.005	0.016	0.058	0.0041	0.081	0.048	27.57	135.96					

別表2 スギ葉中成分調査結果(敦賀市杉津, 平成5年1月~8月)

調査対象樹木			単位 mg/g (水銀はμg/g)																			参考					
調査地点名	採取年月日	樹木番号	分						析						結						果						K+Ca+Mg
			葉	幹	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	トータル	水溶性	μg/g/100g		
杉 津	5.01.05	1	当年葉	0.86	0.28	2.05	1.18	14.2	5.7	5.7	16.5	2.6	2.59	1.86	0.011	0.041	0.044	0.0047	—	0.029	24.79	118.19					
			1年葉	0.76	0.28	1.93	1.19	11.4	4.1	4.1	22.1	3.3	2.99	2.24	0.008	0.016	0.055	0.0042	—	0.045	29.19	145.32					
			当年葉	0.68	0.20	0.93	0.47	11.6	5.8	5.5	12.8	2.5	2.05	1.39	0.009	0.038	0.038	0.0037	—	0.031	20.65	95.55					
		2	1年葉	0.65	0.24	1.12	0.52	10.7	4.5	4.2	19.3	3.1	2.51	1.73	0.006	0.014	0.048	0.0037	—	0.050	26.31	128.43					
			当年葉	0.73	0.25	1.63	0.92	11.5	3.9	3.9	24.7	3.3	2.57	1.71	0.007	0.040	0.067	0.0040	0.078	0.037	31.17	154.32					
			1年葉	0.70	0.29	1.71	1.06	9.2	3.9	3.9	27.0	3.5	3.11	2.06	0.006	0.012	0.062	0.0037	0.074	0.046	34.01	170.23					
	02.01	1	当年葉	0.63	0.20	1.02	0.43	9.7	4.7	4.5	17.7	3.2	2.01	1.38	0.006	0.031	0.057	0.0036	0.070	0.043	24.41	116.84					
			1年葉	0.63	0.24	1.18	0.62	9.0	4.2	4.2	21.2	3.2	2.67	1.76	0.005	0.010	0.045	0.0037	0.071	0.051	28.07	138.45					
			当年葉	0.70	0.27	1.54	0.88	10.4	4.0	4.0	22.2	3.5	2.51	1.76	0.007	0.035	0.065	0.0038	0.074	0.038	28.71	141.61					
		2	1年葉	0.69	0.29	1.75	1.07	8.4	3.8	3.6	26.6	3.5	3.03	2.02	0.006	0.011	0.080	0.0035	0.108	0.048	33.43	167.33					
			当年葉	0.63	0.24	1.07	0.52	9.2	4.1	4.1	21.8	4.0	2.29	1.60	0.007	0.032	0.057	0.0036	0.074	0.049	28.19	138.06					
			1年葉	0.64	0.26	1.30	0.75	8.6	3.8	3.6	24.0	3.4	3.20	2.21	0.005	0.011	0.065	0.0034	0.085	0.052	31.00	155.76					
	03.08	1	当年葉	0.71	0.26	1.63	1.03	11.0	4.1	4.1	19.9	3.4	2.31	1.73	0.009	0.030	0.056	0.0038	0.059	0.039	26.31	128.75					
			1年葉	0.68	0.28	1.76	1.28	8.8	3.7	3.7	22.4	3.4	2.78	2.00	0.005	0.010	0.051	0.0035	0.059	0.041	28.88	144.06					
			当年葉	0.54	0.17	0.86	0.37	9.6	3.9	3.7	16.6	3.0	1.91	1.40	0.004	0.027	0.051	0.0030	0.055	0.042	22.41	108.49					
		2	1年葉	0.52	0.21	0.96	0.52	7.8	3.4	3.3	19.7	3.3	2.62	1.88	0.005	0.010	0.069	0.0030	0.063	0.049	25.72	128.51					
			当年葉	1.01	0.35	3.81	1.29	22.0	12.4	11.8	5.0	1.6	1.48	1.14	0.022	0.029	0.050	0.0060	0.013	0.018	18.88	68.83					
			1年葉	0.62	0.21	1.32	0.80	8.9	3.3	3.2	17.8	2.6	2.21	1.55	0.008	0.022	0.057	0.0033	0.078	0.034	23.31	115.41					
	05.06	1	当年葉	0.89	0.26	3.48	1.08	20.5	11.4	10.5	4.6	1.8	1.69	1.28	0.018	0.039	0.034	0.0044	0.011	—	17.69	66.01					
			1年葉	0.51	0.18	0.82	0.41	8.5	3.9	3.9	14.3	2.5	1.94	1.41	0.004	0.022	0.069	0.0030	0.082	0.038	20.14	97.26					
			当年葉	0.74	0.33	2.01	1.11	11.1	8.6	8.3	8.3	1.4	1.92	1.41	0.010	0.023	0.028	0.0053	0.021	0.017	18.82	79.19					
		2	1年葉	0.72	0.29	1.60	1.09	9.6	3.6	3.6	22.6	3.1	2.50	1.77	0.007	0.023	0.083	0.0039	0.101	0.043	28.70	142.50					
			当年葉	0.62	0.21	1.71	0.74	10.5	10.8	10.5	4.6	1.0	1.44	1.12	0.010	0.022	0.033	0.0055	0.018	0.013	16.84	62.42					
			1年葉	0.56	0.23	1.43	0.93	8.0	4.8	4.6	13.7	3.1	1.25	0.87	0.006	0.021	0.075	0.0035	0.101	0.036	19.75	90.89					
	06.10	1	当年葉	0.80	0.34	1.80	1.03	10.9	7.7	6.8	9.5	1.8	2.20	1.51	0.009	0.032	0.036	0.0053	0.033	0.015	19.40	85.18					
			1年葉	0.70	0.27	1.38	0.77	9.8	3.8	3.8	23.2	3.1	2.65	1.87	0.007	0.021	0.077	0.0043	0.093	0.036	29.65	147.24					
			当年葉	0.52	0.16	1.32	0.69	8.7	7.2	6.9	6.0	1.5	1.73	1.19	0.009	0.033	0.026	0.0043	0.015	0.012	14.93	62.58					
		2	1年葉	0.57	0.20	0.95	0.49	9.3	3.8	3.6	18.5	3.0	1.94	1.41	0.005	0.021	0.071	0.0032	0.087	0.036	24.24	117.96					
			当年葉	0.85	0.40	1.81	1.02	10.5	6.5	6.5	11.4	2.2	2.20	1.60	0.010	0.036	0.027	0.0049	0.015	0.016	20.10	91.59					
			1年葉	0.64	0.20	0.88	0.38	10.0	3.8	3.6	18.1	2.6	2.41	1.65	0.005	0.021	0.071	0.0032	0.090	0.036	24.31	119.83					
	07.07	1	当年葉	0.75	0.31	1.49	0.88	10.3	6.8	6.7	7.8	1.9	2.18	1.54	0.007	0.038	0.025	0.0034	0.013	0.013	16.78	74.24					
			1年葉	0.57	0.16	1.26	0.65	10.3	4.1	4.1	21.3	3.0	2.54	1.88	0.007	0.022	0.055	0.0043	0.064	0.032	27.94	137.63					
			当年葉	0.57	0.16	1.26	0.65	10.3	4.1	4.1	21.3	3.0	2.54	1.88	0.007	0.022	0.055	0.0043	0.064	0.032	27.94	137.63					
		2	1年葉	0.57	0.16	1.26	0.65	10.3	4.1	4.1	21.3	3.0	2.54	1.88	0.007	0.022	0.055	0.0043	0.064	0.032	27.94	137.63					
			当年葉	0.57	0.16	1.26	0.65	10.3	4.1	4.1	21.3	3.0	2.54	1.88	0.007	0.022	0.055	0.0043	0.064	0.032	27.94	137.63					
			1年葉	0.57	0.16	1.26	0.65	10.3	4.1	4.1	21.3	3.0	2.54	1.88	0.007	0.022	0.055	0.0043	0.064	0.032	27.94	137.63					