

ナシ ‘二十世紀’ おける物質生産 と無機成分の季節変化

内田 吉紀*・高橋 国昭**

Seasonal Changes of Dry matter Production and Mineral Content in
Japanese Pear ‘Nijisseiki’.

Yoshinori UCHIDA and Kuniaki TAKAHASHI

目 次

I 緒 言	125	5) 純同化率 (NAR) 及び個体群生長 速度 (CGR)	129
II 調査方法	126	2. 無機成分の季節変化	129
III 調査結果	127	1) 器官別無機成分含有率	129
1. 乾物生産の季節変化	127	2) 器官別無機成分含有量	130
1) 樹の生育	127	IV 考 察	132
2) 器官別乾物率	127	V 摘 要	135
3) 現存量及び器官別乾物重の季節変化	127	引用文献	136
4) 純生産量	128	Summary	137

I 緒 言

島根県におけるナシ ‘二十世紀’ の栽培は、島田村(現安来市島田町)の安松七衛門が、1910年(明治43年)に14本の苗木を導入したことに始まったとされ、現在の産地は安来市とその近郊に限られている。栽培面積は約125haであるが、10a当たりの収量は1,500kg程度と低く、経営は困難になってきている。この困難を打開する有力な手段は、単位面積当たりの収量を高めることである。

ナシ果実から水を除けばそのほとんどが光合成産物によるものであるにもかかわらず、光合

成生産に関する報告は少ない(小豆沢ら, 1983; 平田ら, 1980; 岸本, 1978)。本報告はナシの高品質多収を目指す栽培法を確立する上で必要と考えられる、乾物生産と無機成分の動きを明らかにしようとしたものである。

本調査の実施に当たり、島根県農業試験場果樹科の職員各位には終始ご協力をいただいた。ここに謝意を表す。

なお、本報告の一部は、昭和60年度及び昭和62年度園芸学会中四国支部大会において発表した。

* 企画推進課 (元果樹科)

** 次長

II 調査方法

本調査は1984年に行ったもので、供試樹は1977年に島根県農業試験場の果樹圃場へ植え付けられた8年生の「二十世紀」である。供試圃の植栽本数は10a当たり41.7本で、収量は3,625kgであった。

調査の時期は、発芽直前(3月23日)、開花期(4月24日)、新梢生長停止期(7月19日)、成熟期(9月19日)及び落葉直後(11月22日)の5つの生育ステージ(生育期)であった。各生育ステージに2樹ずつ掘り上げ、果実、葉、当年枝、旧枝、太根及び細根に分類してそれぞれ生体重を測定した。各器官から約100gを採取して細く切り刻み乾燥して乾物率を求めた。乾物重は電気定温乾燥器(ヤマト科学製DS-62)により90℃で3~4日間乾燥させたのち、105℃で2~3時間乾燥しこれを恒量になるまで繰り返して測定した。

10a当たりにおける生育期ごとのナシ樹の乾物重は、各生育期の1樹当たりの乾物重に栽植本数を乗じて算出した。1樹当たりの乾物重は、全器官の乾物重を合計したもので表したが、供試樹の個体差による誤差を小さくするため、落葉直後に調査した樹の数値を基に、それ以外の時期に調査した樹の数値を補正した。補正の方法は次のとおりである。

果実、短果枝葉及び短果枝の乾物重は、落葉直後に調査した樹のそれぞれの短果枝数に、各調査時期におけるそれぞれの1個あるいは1本当たりの平均乾物重を乗じて計算した。発育枝の葉と枝の乾物重はその長さとの高い正の相関があるので(未発表)、各生育期ごとに回帰式を作成しておき、落葉直後に調査した樹の発育枝の長さを代入して、発育枝1本当たりの葉と枝の乾物重を算出し、本数を乗じて求めた。ただし、開花期の葉と枝の乾物重は発芽直後に当たるので、その時の短果枝、発育枝にかかわりなく1本当たりの乾物重に落葉直後に調査した樹の開花期における発芽数を乗じて求めた。旧枝は幹、主枝、垂主枝、側枝に分類したのち、それぞれ平均的な太さの部分で輪切り、年輪幅から材積に占める当年生長部分の比率を求めた。旧枝に

おける前年までの材積は、調査時期に関係なく同じであると考えられるので、各生育期における前年までの生長部分の乾物重は、落葉直後に調査した樹の前年までの生体重に、各調査時期の乾物率を乗じて算出した。それに各時期の当年生長部分の比率を乗じた数値を加えてその時期の旧枝の乾物重とした。

根の乾物重は、直径が2mm以上の太根については旧枝と同様に算出したが、細根については各調査時期における調査樹の太根と細根の乾物重の比率を求めて落葉直後に調査した樹のその時期における総乾物重に乗じて求めた。

純生産量は、各生育期の現存量から発芽直前の現存量を差し引いて求めた。なお地下部については、発芽直前は太根と細根の総てを旧根とし、開花期は細根の半分を新根、残りは旧根とした。新梢生長停止期以後は細根を新根とし、太根は旧根とした。

生育期ごとの純同化率(NAR)は、その生育期間の乾物重の増加量を同じ生育期間の積算葉面積で除して計算した。積算葉面積は調査時期ごとの葉面積の平均値に、その期間の日数を乗じて計算した。なお、積算葉面積の推定値は、果そう葉と発育枝葉の葉面積調査結果(未発表)に基づいて計算した。また、生育期ごとの個体群生長速度(CGR)はその生育期間の乾物重の増加量をその日数と栽植面積の積で除して計算した。

樹冠占有面積は、樹冠の外周を代表すると思われる6つの点を基に樹冠投影法(高橋, 1986)で求めた。

葉面積は、短果枝葉と発育枝葉に分けて測定した。1樹当たりの短果枝葉面積は、全短果枝葉の生体重を測定したのち、サンプルの単位生体重当たりの葉面積から計算した。また1樹当たりの発育枝葉面積は、総ての発育枝長を測定したのち、各樹から長さの異なる発育枝を20本ずつ抽出し、発育枝長とその葉面積との回帰式を求めて計算した。なお葉面積測定には、緑葉面積計(林百工製AAC-400)を用いた。

無機成分は、各器官のサンプルを乾燥後粉砕して分析した。分析法は、全窒素(N)がケルダール法、リン(P)がバナドモリブデン黄色法、カリウム(K)が炎光法、カルシウム(Ca)

とマグネシウム (Mg) は原子吸光法で行った。各無機成分の器官別含有率は対乾物率で表し、無機成分含有量は現存量に含有率を乗じて求め元素で示した。

III 調査結果

1. 器官別乾物重の季節変化

1) 樹の生育

観察による調査園全体の平均的な生育期は第1表に示したとおりで、実際に調査した時の生育期と若干ずれが生じた。この年の開花は平年より7日遅い4月25日で、新梢の生長は6月27日にほとんど停止し、その後の二次生長は見られなかった。一部の短果枝は5月中旬から二次伸長を始めたが、発育枝と同様に6月下旬には生長を停止した。成熟期は果色から判断して9月中旬と考えられ、収穫は9月10日から21日にかけて行った。また11月12日には70~80%の葉が落葉した。

各生育期における葉面積と葉面積指数 (LAI) について示したのが第2表である。開花期における1樹当たりの葉面積は4.68m²と少なく、そのほとんどが幼葉であった。開花期から

新梢伸長停止期にかけて急激に拡大し42.93m²となり、その後はほとんど増加しなかった。新梢生長停止期における葉面積のうち短果枝葉が占める割合は45.1%であり、その後も同程度であった。なお短果枝のうち二次生長したのものについては発育枝に数えたので、実際の短果枝葉率はもう少し高い。

2) 器官別乾物率

器官別の乾物率は第3表のとおりである。果実の乾物率は開花期が13.4%であり、新梢生長停止期には16.1%に上昇したが、成熟期には10.3%に低下した。葉の乾物率は開花期の20.9%から、その後上昇して成熟期には42.7%になった。当年枝も、開花期の16.0%からその後上昇し落葉直後には50.1%となった。旧枝は発芽直前の49.7%から生長に伴って低下し、新梢生長停止期には47.5%で最低となり、その後徐々に上昇し落葉期にはほぼ発芽前の状態に回復した。太根も旧枝とほぼ同様な傾向を示した。細根は開花期に低下したが新梢生長停止期には上昇し、その後再び低下した。

3) 現存量及び器官別乾物重の季節変化

10a当たりの器官別乾物重の季節変化については第1図に示したとおりである。10a当たりの現存量は発芽直前の853kgから、開花期にやや減少したものの、その後急激に増加し、果実、葉、当年枝を含めると落葉直後には1,967kgの231%になった。枝と根だけで比較すると853kgから1,386kgへと162%になった。果実、葉、当年枝及び新根の新生器官を除いた旧器官は139%であった。開花期から新梢生長停止期までは新生器官の増加が著しく、当年枝は1.83kgから80.98kgへと44.3倍、葉は18.8倍、果実は13.0倍になった。新梢生長停止期から成熟期までは、

第1表 調査園の生育時期 (1984)

生育期	始 盛 終		
	月.日	月.日	月.日
発芽期	—	4.7	—
開花期	4.23	4.25	4.27
新梢生長停止期	—	6.27	—
成熟期	9.10	9.17	9.21
落葉期	—	11.12	—

第2表 1樹当たりのLAI, 葉面積および新梢の生育 (1984)

調査時期	葉面積指数	葉面積			短果枝数	発育枝数	平均発育枝長
		計	短果枝	発育枝			
		m ²	m ²	m ²	本	本	m
開花期	0.20	4.68	—	—	—	—	—
新梢生長停止期	1.79	42.93	19.34	23.59	—	—	—
成熟期	1.74	41.66	19.15	22.51	—	—	—
落葉直後	1.75	42.12	19.17	22.95	697	184	58.2

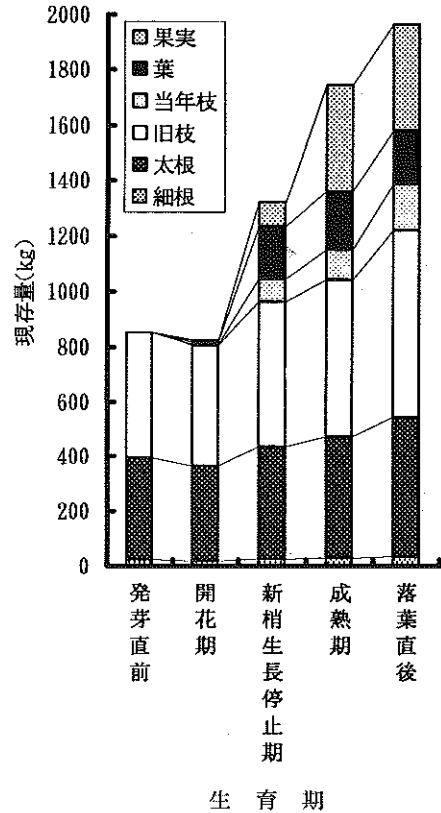
第3表 器官別乾物率の季節変化 (1984)

調査時期	果実	葉	当年枝	旧枝	太根	細根
	%	%	%	%	%	%
発芽直前	-	-	-	49.7	50.5	44.0
開花期	13.4	20.9	16.0	47.8	46.0	38.4
新梢生長停止期	16.1	37.4	36.1	47.5	46.6	49.8
成熟期	10.3	42.7	43.9	49.3	47.9	37.9
落葉直後	-	49.3	50.1	52.8	50.1	39.9

葉、枝及び根の増加はあまり多くなかったが、果実は87.61kgから384.61kgへと著しく増えた。成熟期から落葉直後までは枝と根が1.1~1.5倍に増加した。

4) 純生産量

発芽直前を基点とした各生育期までの純生産量と分配率は第4表に示した。発芽直前から開花期までに果実、葉、当年枝の新生器官は18.6kg/10a増加したにもかかわらず、純生産量は減少した。しかし、新梢生長停止期にはプラスに転じ落葉直後まで増加し続けた。発芽直前から落葉直後までの生育期間中における純生産量



第1図 10a 当たりにおける器官別現存量の季節変化 (1984)

第4表 発芽直前 (3月23日) から各生育期までの純生産量及び器官別分配率 (1984)

項 目		開花期 (4月24日)	新梢生長停止期 (7月19日)	成熟期 (9月19日)	落葉直後 (11月22日)
		kg	kg	kg	kg
純 生 産 量	1 樹 当 た り	-0.7	11.2	21.4	26.7
	土地面積 10 a 当 た り	-28.3	467.3	891.8	1,113.3
	樹冠占有面積1,000m ² 当 た り	-48.6	612.8	1,169.6	1,461.6
	葉面積 1,000 m ² 当 た り	-145.3	266.4	508.4	634.3
分 配 率	果 実	23.8	18.7	43.1	34.5
	葉	35.5	40.4	23.5	17.6
	(短果枝葉)	(-)	(22.2)	(10.0)	(7.7)
	(発育枝葉)	(-)	(18.2)	(13.5)	(9.9)
	当 年 枝	6.5	17.3	12.0	14.8
	旧 枝	-65.5	14.6	12.6	19.4
	地 上 部 計	0.3	91.0	91.2	86.3
	旧 根	-133.8	3.7	5.4	10.7
	新 根	33.5	5.3	3.4	3.0
	地 下 部 計	100.3	9.0	8.8	13.7
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	

は、土地面積10a 当たり1,113.3kg, 樹冠占有面積1,000m²当たり1,461.6kg, 葉面積1,000m²当たり634.3kgであった。そのうちの42.0%は新梢生長停止期までに、80.1%は成熟期までに増加した。

発芽直前から開花期までに増加した新器官への分配率では葉が35.5%と最も多く、次いで新根の33.5%であった。発芽直前から新梢生長停止期までの期間では、葉に40.4%と最も多く分配され、次いで果実が18.7%、当年枝が17.3%の順であり、いずれも新器官であった。またこの期間における短果枝葉への分配率は22.2%であり発育枝葉の18.2%より高かった。発芽直前から成熟期までは果実が43.1%で最も高く、次いで葉であり、旧枝と当年枝がこれに次いだ。発芽直前から落葉直後までの全生育期間中における分配率は、果実が34.5%で最も高く、次いで旧枝19.4%、葉17.6%、当年枝14.8%、旧根10.7%、新根3.0%の順であった。地下部への分配率は13.7%で地上部の86.3%に比べて極めて低かった。

5) 純同化率及び個体群生長速度

第5表には各生育期間における土地面積10a 当たりの純生産量、積算葉面積、NAR及びCGRについて示した。純生産量は発芽直前から開花期にかけて28.30kg/10a 減少したが、開花期以後は増加に転じ、開花期から新梢生長停止期の期間に496.51kgと大きく増加し、その後落葉直後まで増加し続けた。NARは発芽直前から開花期まではマイナスであったが、開花期から新梢生長停止期までは4.53g/m²/dayと最も高く、次いで新梢生長停止期から成熟期にかけては3.88g/m²/dayとなり、成熟期から落葉直後までは2.43g/m²/dayで徐々に低下した。

CGRは発芽直前から開花期までは-0.88g/m²/dayであったが、その後プラスに転じ新梢生長停止期から成熟期にかけて最も高く6.85g/m²/dayであり、次いで開花期から新梢生長停止期の5.77g/m²/dayで、成熟期から落葉期までは3.45g/m²/dayと低くなった。

2. 無機成分の季節変化

1) 器官別無機成分含有率

器官別の無機成分含有率の季節変化については第6表に示した。果実と葉のN含有率は開花期が最も高く、果実3.20%、葉4.09%であり、生育が進むにつれて低下し成熟期の果実は0.46%、落葉直後の葉は0.83%であった。当年枝のN含有率は開花期が3.85%で最も高く新梢生長停止期に0.46%と最低となり、落葉直後には0.93%に上昇した。旧枝や太根は新器官ほど大きな変動は見られなかったが、発芽直前と落葉直後が0.57~0.63%と高く、開花期から成熟期までの間は0.38~0.49%と低い傾向にあった。

P含有率についてもN含有率とほぼ同様な傾向を示した。果実と葉及び当年枝では開花期が最も高く、0.5~0.6%であったが、生育とともに低下し、成熟期には0.1%前後になった。旧枝や太根のP含有率は、生育期による変動があまり見られなかった。

次にK含有率を見ると、果実、葉及び当年枝の開花期における含有率は果実2.94%、葉2.72%、当年枝3.17%で最も高く、生育に伴って低下する傾向がみられ、成熟期の果実で1.10%、葉で1.44%、落葉直後の当年枝で0.56%となった。旧枝では0.25~0.32%、太根では0.29~0.42%であり大きな変動は見られなかった。

また果実のCa含有率は、N含有率などと同様

第5表 各生育期間における10a 当たり乾物増加量、積算葉面積、NAR及びCGR (1984)

生育期	期間	乾物増加量	積算葉面積	NAR	CGR
	月/日	kg	m ²	g/m ² /day	g/m ² /day
発芽直前 - 開花期	3/23 - 4/24	-28.30	975.08	-29.02	-0.88
開花期 - 新梢生長停止期	4/24 - 7/19	496.51	109,602.52	4.53	5.77
新梢生長停止期 - 成熟期	7/19 - 9/19	424.39	109,283.74	3.88	6.85
成熟期 - 落葉直後	9/19 - 11/22	220.70	90,874.35	2.43	3.45

第6表 器官別無機成分含有率の季節変化 (1984)

成分	調査時期	果実	葉	当年枝	旧枝	太根	細根
		%	%	%	%	%	%
N	発芽直前	—	—	—	0.61	0.58	0.86
	開花期	3.20	4.09	3.85	0.45	0.47	0.69
	新梢生長停止期	0.82	2.15	0.46	0.38	0.49	0.69
	成熟期	0.46	1.90	0.77	0.40	0.44	0.74
	落葉直後	—	0.83	0.93	0.57	0.63	0.80
P	発芽直前	—	—	—	0.09	0.11	0.15
	開花期	0.52	0.59	0.56	0.06	0.10	0.13
	新梢生長停止期	0.12	0.18	0.19	0.07	0.11	0.15
	成熟期	0.08	0.14	0.13	0.06	0.09	0.15
	落葉直後	—	0.12	0.17	0.08	0.13	0.15
K	発芽直前	—	—	—	0.31	0.35	0.34
	開花期	2.94	2.72	3.17	0.26	0.29	0.38
	新梢生長停止期	1.30	1.70	0.83	0.29	0.35	0.38
	成熟期	1.10	1.44	0.57	0.32	0.35	0.40
	落葉直後	—	1.52	0.56	0.25	0.42	0.56
Ca	発芽直前	—	—	—	0.67	0.28	0.69
	開花期	0.33	0.38	0.80	0.70	0.25	0.68
	新梢生長停止期	0.17	1.43	0.84	0.61	0.26	0.71
	成熟期	0.10	1.87	1.28	0.78	0.29	0.68
	落葉直後	—	2.64	1.25	0.77	0.31	0.63
Mg	発芽直前	—	—	—	0.08	0.09	0.20
	開花期	0.33	0.33	0.31	0.08	0.07	0.16
	新梢生長停止期	0.09	0.41	0.16	0.06	0.07	0.18
	成熟期	0.06	0.36	0.15	0.08	0.07	0.18
	落葉直後	—	0.43	0.15	0.08	0.09	0.18

に開花期が0.33%で最も高く、その後低下し収穫期は0.10%になった。一方、葉と当年枝では、開花期に葉の0.38%、当年枝の0.80%から、生育が進むにつれて増加し落葉期には葉2.64%、当年枝1.25%となった。旧枝では0.61~0.78%、太根では0.25~0.31%とあまり大きな変動はなかった。

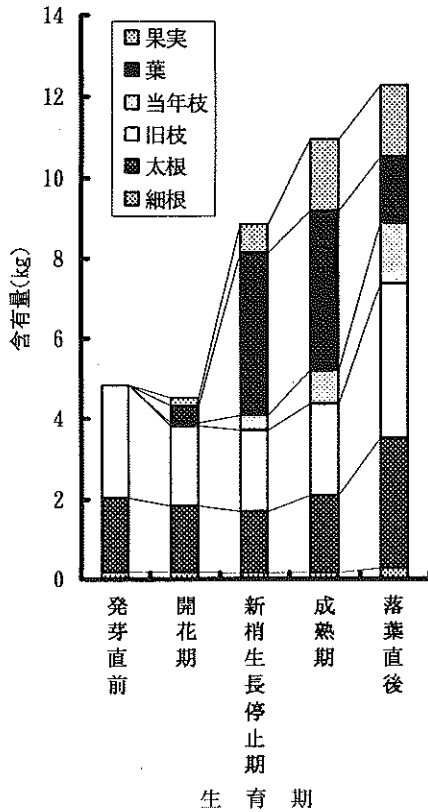
Mg含有率は、果実及び当年枝についてはK含有率と同様な傾向で変動し、開花期が最も高く果実0.33%、当年枝0.31%であり、生育に伴って低下した。葉は生育期ごとの変動に一定の傾向は見られなかった。また、旧枝や太根では大きな変動は見られなかった。

なお細根は、いずれの成分の含有率も他の器

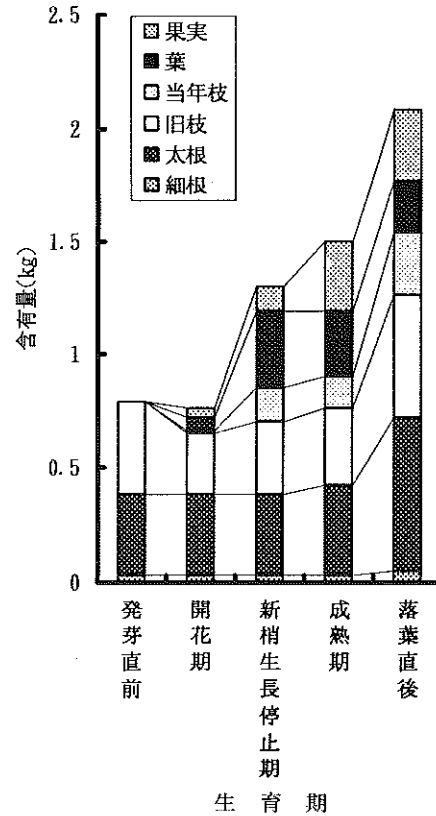
官ほど大きな変動は示さなかった。

2) 器官別無機成分含有量

10a 当たりにおける器官別N含有量の季節変化については第2図に示した。旧枝の含有量は発芽直前の2.81kgから開花期には1.99kgに減少し、その後横這い状態を続け、落葉直後になって3.86kgと発芽直前の含有量を越えた。太根でも発芽直前の1.85kgから減少し、新梢生長停止期に1.55kgと最低になり、収穫直後にはほぼ回復し落葉直後には3.23kgになった。一方新生器官では、葉のN含有量が開花期から新梢生長停止期にかけて、発芽直前の樹の全含有量に匹敵する4.06kgも増加したが、その後徐々に減少し落葉直後には1.62kgになった。果実では新梢生長



第2図 10a 当たりにおける器官別N含有量の季節変化 (1984)

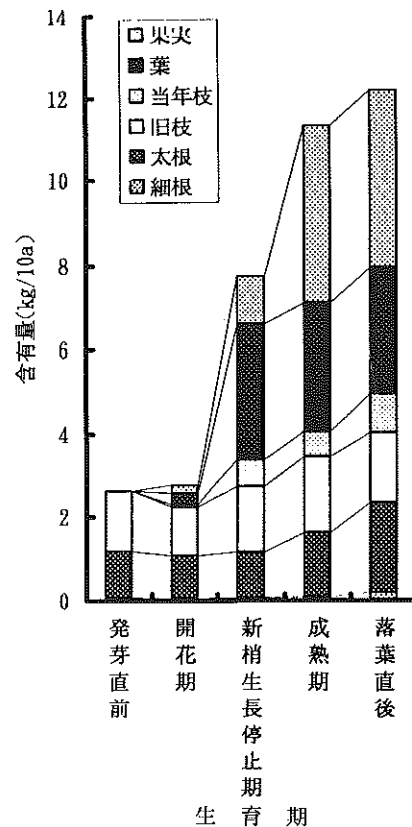


第3図 10a 当たりにおける器官別P含有量の季節変化 (1984)

停止期の0.72kgから著しく増加し、収穫期には1.77kgになった。当年枝では、生育が進むにつれて増加し、落葉直後には1.54kgになった。

第3図には10a 当たりにおけるP含有量の季節変化について示した。発芽直前から開花期までは旧枝のP含有量が、0.41kgから0.27kgに減少したが、太根は減少しなかった。開花期から新梢生長停止期までは主に果実、葉及び当年枝が増加し、特に葉では0.06kgから0.34kgへと急激に増えた。新梢生長停止期から成熟期にかけて果実が最も増加し0.11kgから0.31kgになった。成熟期以後は枝や根の増加が著しかった。また、地下部の含有量は新梢生長停止期まで変化がみられず、その後増加し落葉直後には発芽前の1.9倍となった。

第4図には10a 当たりのK含有量の季節変化について示した。旧枝と太根のK含有量は発芽直前から開花期にかけて減少したが、新梢生長停止期には回復し、その後増加し続けた。開花期から新梢生長停止期にかけては新生器官の増加が著しかったが、特に葉の含有量は0.27kgから3.21kgに2.94kg増え、その量は発芽直前にお



第4図 10a 当たりにおける器官別K含有量の季節変化 (1984)

ける樹全体の含有量より多かった。新梢生長停止期から成熟期までは、果実のK含有量が1.14kgから4.23kgに3.09kg増えた。成熟期から落葉直後までは、主に当年枝や根が増加した。Kは果実と葉の含有量が多く、枝や根は少なかった。またNとは異なり落葉期になっても葉の含有量はあまり減少しなかった。

10a 当たりCa含有量の季節変化については第5図に示した。発芽直前から開花期までは大きな変動が見られず、その後全器官において落葉期まで増加し続ける傾向が見られた。開花期から新梢生長停止期にかけて、葉では0.04kgから2.70kgに急激に増加した。新梢生長停止期から成熟期までは葉、当年枝及び旧枝における増加が著しかった。成熟期から落葉期までの葉内N, P, K含有量は減少傾向にあったのに対して、Ca含有量は5.16kgに増加した。これは発芽直前における樹全体の含有量より多い。Caのほとんどは葉と枝に含まれ、果実と根では少なかった。

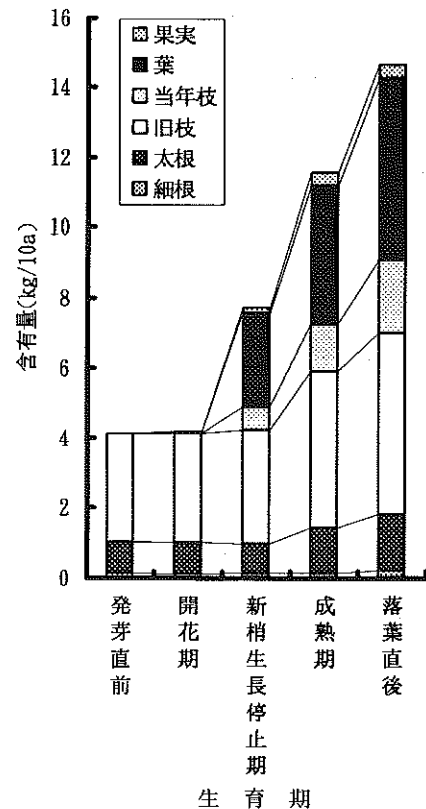
10a 当たりMg含有量の器官別季節変化については第6図に示した。旧枝や太根の含有量は発芽直前から新梢生長停止期にかけて減少し、その後増加して落葉直後には1.5倍になった。開花期から新梢生長停止期にかけての葉の含有量は、0.03kgから0.78kgに著しく増加した。これは発芽直前における樹全体の含有量より多い。新梢生長停止期から成熟期までは果実の増加が著しく、0.08kgから0.23kgとなった。Mgは葉に多く含まれ、樹全体の吸収量の50%であった。

落葉直後の含有量から発芽直前のそれを差し引き、10a 当たり年間無機成分吸収量を求めた。その結果は、N : 7.46kg, P : 1.29kg, K : 9.54kg, Ca : 10.50kg, Mg : 1.68kgであった。

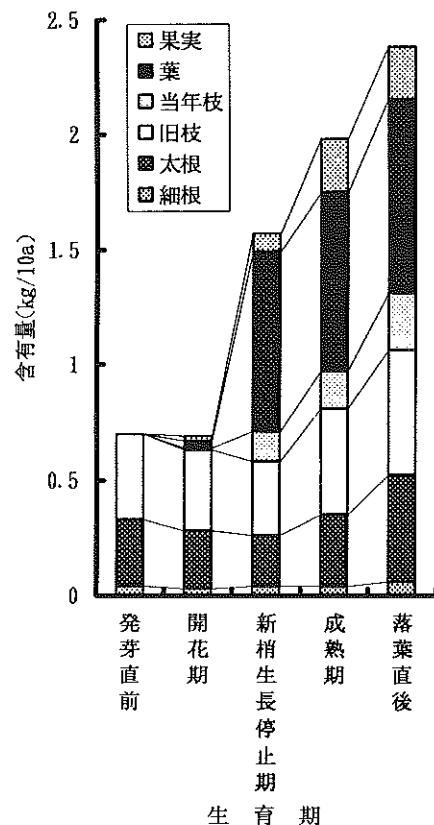
IV 考 察

1. 乾物生産の季節変化

ナシは落葉果樹であり、初期生育は主として貯蔵養分を消費して行われることは林ら(1956)の研究で明らかにされている。また、高橋(1986)によると、ブドウにおける新器官の乾物重は、発芽後S字状に増加したが、旧器官の乾物重は発芽後に減少し、展葉5枚期頃を最低に増加に



第5図 10a 当たりにおける器官別Ca含有量の季節変化 (1984)



第6図 10a 当たりにおける器官別Mg含有量の季節変化 (1984)

転じ、発芽前の乾物重に回復したのは果粒軟化期であったという。本報でも同様に、新生器官の乾物重はS字状に増加したが、貯蔵器官である旧枝や太根の乾物重は、開花期には発芽前より減少し、新梢生長停止期には増加に転じて落葉直後まで増加した。また、旧枝や太根の乾物率は、生育とともに低下し落葉直後には発芽直前のレベルまで回復した。これらのことから、ナシ ‘二十世紀’ では、春に生長が始まると新生器官の生長のために旧器官から貯蔵物質が転送され、転送された量と呼吸で失った量の物質が、発芽前の量まで復元するのは落葉期頃だと考えられ、収穫後の葉の保護は栽培上極めて重要であると言えよう。

高橋 (1986) はブドウの土地面積10 a 当たりの年間純生産量は652.3~1,713.4kgで、平均では1,045kgであったとし、倉橋ら (1989) はイチジクのそれは1,120.5kgであったと報告している。また、小豆沢ら (1983) は、41~43年生 ‘二十世紀’ 8 樹を掘り上げて高生産樹、中生産樹、低生産樹に分類し、それぞれの純生産量を求め、樹冠占有面積1,000m²当たりで1,419.1~745.3 kg, 平均1,053kgであったと報告している。本報における ‘二十世紀’ の土地占有面積10 a 当たりの純生産は1,113.3kgであり、これらの値とほぼ同じであった。ところで、小豆沢ら (1983) や高橋 (1986) は、純生産量はL A I に比例すると報告しており、それぞれL A I と純生産量との回帰式を計算している。そこで、小豆沢ら (1983) の式からL A I 3 における ‘二十世紀’ の樹冠占有面積1,000m²当たりの純生産量を計算すると1,109kgとなる。また、高橋 (1986) の式から同様に計算すると、土地面積10 a 当たりのブドウの純生産量は954kgとなる。本調査の値は、土地占有面積10 a 当たりで1,113.3kg, 樹冠占有面積1,000m²当たりでは1,461.6kgである。土地面積当たりのL A I が1.75で、樹冠占有面積当たりに換算しても2.3であることを考慮すれば、生産力は非常に高いと言えよう。このような高い値になった原因としては、若木で樹冠占有面積率が76%で、樹冠内部への光の照射が多いこと及び旧器官の割合が少なかったことなどが考えられる。岸本 (1978) は葉重Fに対する非同化器官Cの比率について論じてお

り、生産力の高い棚仕立てと生産力の低い立木仕立てのC/Fが、‘長十郎’ では13.0, 11.3, ‘石井早生’ では18.5, 15.6であったとし、小豆沢ら (1983) は、‘二十世紀’ の高生産樹が5.6, 中生産樹が12.0で、低生産樹は15.1であったとしている。本報の調査樹のC/Fを計算すると10.1で比較的lowく、基礎呼吸による消費が少なかったものと考えられる。

本調査樹の10 a 当たり収量は3,652kgで、8年生樹にしては比較的多く、純生産量に占める果実乾物重の比率は34.5%であった。ナシの果実分配率に関する報告は少ないが、小豆沢ら (1983) によれば、高生産樹が32.9%, 中生産樹26.0%, 低生産樹21.6%であったから、本調査樹の果実分配率は最も高い部類に属するようである。ナシの葉は、着葉期間で見れば短果枝葉と發育枝葉に分けることができる。筆者らの調査 (未発表) によると短果枝葉は5月中旬にはほぼ葉面積の拡大が終わるのに対して、發育枝葉は7月上旬まで展葉が続く。細井ら (1958) は ‘二十世紀’ の果実生産能率は短果枝葉が發育枝葉より優るとし、小豆沢ら (1983) は、全葉面積に占める短果枝葉の割合が高い方が生産力は高いとしている。またブドウにおいて高橋 (1986) は、新梢の長さが短いほど、葉の光合成期間が長くなるだけでなく、枝が細いため枝への乾物分配が少なくなるので、果実分配率は高くなるとしている。ナシにおいて短果枝葉は、枝への分配が極めて少ないこと、展葉が早いことから光合成期間が長くなり、単位葉面積当たりの乾物生産力は高いはずである。したがって、短果枝葉の比率が高いほど、果実分配率が高まると考えられる。これとは反対に發育枝は、その生長が続く限り葉面積の拡大は終わらず、枝部分への乾物の分配は高まり、果実への分配を低下させると考えられる。したがって、樹勢が低下するなどのことがない限り、短果枝葉の比率を高め、發育枝の生長を早く停止させることが高生産につながると考えられる。本報の調査樹は短果枝葉の比率が45.1%で小豆沢ら (1983) の低生産樹程度であったが、發育枝は徹底して誘引したため6月下旬には生長が停止した。このために、發育枝が短果枝化したことにより果実分配率が高くなったものと推定した。

NARについて高橋(1986)は、ブドウのNARは物質生産収支からみた養分転換期まではマイナスを示したが、その後プラスとなり開花期から成熟期では4~5.5 g/m²/dayと最も高く、収穫後は2 g/m²/day以下に低下したと報告している。ナシにおいても同様な傾向が見られ、NARは発芽直前から開花期まではマイナス、開花期から成熟期まではプラスに転じ、4.53~3.88 g/m²/dayと高い値を示し、成熟期から落葉直後までは2.43 g/m²/dayに低下した。発芽直前から開花期までは貯蔵養分を消費しながら生長する時期であり、光合成はほとんど行われぬ。また開花期から成熟期までは、樹全体の生育が旺盛なうえ果実肥大が盛んな時期である。そして成熟期から落葉直後までは、主として貯蔵養分の蓄積のみが行われる時期である。このことからNARは生長が盛んでSinkが大きい時期は大きく、成長が鈍化し炭水化物が各器官に蓄積されてくると小さくなると推定される。

果樹生産出荷統計(1987)から‘二十世紀’の10a当たり収量を計算すると産地により1,088kgから4,500kgと大きな差がある。収量の多い産地では短果枝の密度と比率が高いように観察される。本県の‘二十世紀’では、冬季せん定時に花芽を着果予定数近くまで減らすことが常識化している。したがって、短果枝の密度は低く、発育枝の多くは徒長して遅くまで生長する。そのために生育初期の葉面積の拡大は遅れ、LAIも高まらないから純生産量は少なくなり、旺盛に生長する発育枝への分配が増えるだけ果実への分配率が低くなると推定される。

以上を総合すると、‘二十世紀’ナシの収量を高めるためには、純生産量を増やすとともに果実分配率を高めなければならない。純生産量を増やすには、葉面積の拡大を早めLAIを高める必要があり、果実分配率を高めるには果そう葉の比率を高めなければならない。このような条件を満たすためのせん定では、果そう葉の比率が50%程度になるよう短果枝や葉芽を多く残すとともに、最適LAIに近づけるようにその密度を高める必要があろう。そのためには、適度な発生角度で生育中庸な発育枝を多く残す必要があり、生育初期に発育枝をこまめに誘引す

ることが大切である。

このような考えに沿って、整枝せん定を改善し数年間の実証を行っているが、平均で6,000kg程度の収量が得られている。

2. 無機成分の季節変化

ナシの器官別の無機成分5要素(N, P, K, Ca, Mg)含有率の季節変化に関する報告は見当たらない。本報では、生育の進展に伴って低下した無機成分は、果実では5要素、葉ではN, P, Kであった。反対に生育に伴って高くなる無機成分は葉と当年枝のCaであった。また、生育に伴って一度低下し、再び高くなる成分は、当年枝、旧枝、太根、細根のN, Pであり、その他は変動が見られないかあるいは一定の傾向を示さなかった。小豆沢(1990)はブドウの新梢において、落葉期が近づくとつれ葉や葉柄内のN含有率が低下し、茎内の含有率が高まることから、葉から茎にNが転送され、貯蔵養分として蓄積されるのではないかと推測している。本報においても葉のNは成熟期から落葉直後の低下が著しいことから、後述するように、吸収量の点でも同様な現象が起きているのではないかと考えられる。

年間の5要素吸収量について小豆沢ら(1983)は、41~43年生‘二十世紀’8樹の樹冠占有面積1,000m²当たりの無機成分5要素の吸収量を調査し、N:5.95~19.52kg, P:1.18~2.82kg, K:5.19~14.67kg, Ca:5.16~14.39kg, Mg:1.35~5.72kgであったと報告している。本報の供試樹の吸収量はその範囲内にある。しかし小豆沢ら(1983)の報告の樹冠占有面積1,000m²当たり収量が本報と同程度である樹についてみると、N:18.40kg, P:2.79kg, K:13.14kg, Ca:14.16kg, Mg:5.56kgである。これに対して本報の10a当たり吸収量を樹冠占有面積1,000m²当たりに換算した値は、N:9.78kg, P:1.69kg, K:12.50kg, Ca:13.76kg, Mg:2.20kgであり、その差はN:8.62kg, P:1.10kg, K:0.64kg, Ca:0.40kg, Mg:3.36kgである。KとCaを除けば小豆沢ら(1983)の方がかなり多い。しかし、LAIと吸収量は比例するとする報告もあるので(高橋, 1987)、LAIが同じと仮定して計算すると、本調査樹の吸収量はN:11.41kg, P:1.93kg, K:15.50kg, Ca:

18.96kg, Mg: 3.05kgとなり、その差は少なくなる。また細井ら(1964)は無機成分の施肥濃度が高くなると葉内無機成分含有量は多くなるとしている。そこで、両者の年間施肥量を比較すると本報の調査園はN: 13.3kg, P₂O₅: 1.8kg, K₂O: 13.7kgであるのに対して、小豆沢ら(1983)はN: 15.0kg, P₂O₅: 15.0kg, K₂O: 15.0kgであった。したがって無機成分吸収量は、LAIだけでなく施肥量にも影響されるかも知れない。

器官別の5要素含有量の季節変化についてみると、Kを除き旧器官の含有量は発芽後に減少し、新器官は逆に増加した。このことから、旧器官に貯蔵された無機成分は、炭水化物と同様に新器官の初期生長のため転送されたと考えられる。高橋(1987)もブドウにおいて同様な現象を認めている。このことは、ナシの旧枝や根の無機成分は、炭水化物と同様に開花期に減少した後生長に伴って増加し、貯蔵養分として再蓄積されると考えられる。したがって、翌年の初期生育を旺盛にするためには、収穫後に貯蔵養分としての無機成分を十分に吸収させるような管理が重要である。

各生育期における無機成分含有量から、時期別無機成分吸収量を計算すると、Nの1日当たり吸収量は開花期から新梢生長停止期までが最も多く、新梢生長停止期までに年間吸収量の54.0%が吸収された。ことから、Nは生育の初期から吸収されやすいといえる。Pの吸収量は生育期間を通じてあまり多くないが、1日当たり呼吸量は成熟期以後が最も多く、新梢生長停止期までに年間吸収量の34.9%、成熟期まででも55.0%しか吸収されないことから、年間を通じて吸収されるものと思われる。Kは開花期から成熟期にかけて多く吸収され、成熟期までに年間吸収量の91.2%が吸収されるが、その多くは果実に含まれる。Nと同様に生育の初期から吸収されやすいので、発芽後の積極的な施用が必要と思われる。Caは開花期以後はどの期間もよく吸収され、一旦吸収されると器官に集積するようであり、生育期間を通じて吸収されやすい成分であるといえる。またMgは、葉緑素の構成成分であるためか葉の吸収量が圧倒的に多く、新梢生長停止期までに51.8%吸収された。

しかし、年間の吸収量はあまり多くなく、吸収されにくい成分と思われるので、生育期間を通じて吸収させておくような施肥法が必要であろう。高橋(1987)はブドウにおける各無機成分の吸収について、N, K, Caは吸収されやすく、生育初期から増加が著しいのに対して、PとMgは開花期頃まではほとんど増加せず、果実、葉、枝の初期生育には旧器官からの転送に依存する度合いが強いとしている。本報においてもそれに近い傾向が見られた。

成熟期から落葉期までの樹全体におけるN含有量は1.33kg/10a増加したが、枝と根だけで3.70kg/10a増加した。これは、含有率のところで述べたように、葉において減少した2.37kg/10aが貯蔵器官である枝や根へ転送されたものと考えられる。このことは伴野ら(1986)も未結実樹において確認している。それが正しいとすれば、病虫害などにより葉からの転送が完了していない時期に落葉させると、貯蔵養分としてのNが不足し翌年の発芽の勢いをそぐ結果になるかも知れない。したがって、収穫後落葉期までの葉の保護は、貯蔵養分としての炭水化物の増加だけでなく、無機成分としてのNの増加にも有効であろう。

V 摘 要

ナシにおける乾物生産と養分吸収の季節変化を知るために、8年生「二十世紀」を発芽直前、開花期、新梢生長停止期、成熟期及び落葉直後の5つの生育期に2樹ずつ掘り上げて器官別に解体調査した。

1. 器官別乾物率では、葉と当年枝は生育につれて高まり、果実は新梢生長停止期に最高となったが、旧枝と旧根は発芽とともに低下し、落葉期になって元に回復した。

2. 新器官の乾物重はS字状に増加したが、現存量は発芽後一時的に減少し開花期以後は増加に転じた。

3. 10a当たりの収量は3,625kgであった。年間純生産量は1,112.37kgであり、そのうち42.1%が新梢生長停止期までに、80.1%が成熟期までに増加した。また器官別の分配率はいずれの時期においても新器官が高く、その中で

も生育の前半は葉、中間は果実、後半は枝と根が高かった。そして、果実分配率は34.5%であった。

4. NARは、生育が盛んな開花期から新梢伸長停止期までが $4.53\text{kg}/\text{m}^2/\text{day}$ と最も多く、収穫後は $2.43\text{kg}/\text{m}^2/\text{day}$ に低下した。

5. 無機成分含有量は成分によって違いはあるもののほぼ現存量の増加と一致しており、生育初期は葉と当年枝、中期は果実、後期は枝と根で増加した。

6. 発芽直前から落葉直後までの10a当たりの無機成分吸収量はN:7.46kg, P:1.29kg, K:9.54kg, Ca:10.50kg, Mg:1.68kgであった。

引用文献

- 小豆沢 斉 (1990) 施肥の基本と施肥設計. 農業技術大系果樹編2ブドウ. 農文協, 技123-129.
- 小豆沢 斉・伊藤武義 (1983) '二十世紀' ナシの乾物生産と養分吸収. 島根農試研報18, 31-47.
- 伴野 潔・林 真二・田辺賢二 (1986) ニホンナシ幼木における樹体内養分の動向について. 園学要旨. 昭61春, 78-79.
- 林 真二・脇坂津雄 (1956) '二十世紀' 梨の貯蔵養分並びに養分転換期. 農および園31, 333-335.
- 平田克明・秋元稔万・小林英郎 (1980) 日本梨幸水, 新水の品種特性及び生産力増強に関する研究. 広島果樹試研報6, 19-34.
- 細井寅三・平田尚美 (1958) 梨樹の栄養に関する研究(第5報)'二十世紀' 梨葉の短果枝上における葉位とその生理的機能の相違. 農および園33, 1851-1852.
- 細井寅三・門屋一臣・湯田英二 (1964) 細胞組織学的にみたナシ果実の発育と肥料三要素との関係(第1報)4か年継続の砂耕試験成績. 園学雑33, 29-34.
- 岸本 修 (1978) カキとナシにおける摘果とせん定の適正度に関する研究. 宇都宮大農学部学術報33, 1-78.
- 倉橋孝夫・高橋国昭 (1989) イチジク蓬萊柿の乾物生産と養分吸収. 近畿中国農研77, 29-36.
- 農水省統計情報部 (1987) 昭和61年産果樹生産出荷統計. 58-59.
- 高橋国昭 (1986) ブドウの適正収量に関する研究. 島根農試研報21, 1-104.
- 高橋国昭 (1987) ブドウ栽培の新しい理論と実際. 農および園62, 1331-1338.

Summary

In order to make clear the seasonal changes of dry matter production and mineral contents in Japanese pear ‘Nijisseiki’, each 2 trees of 8-year-old were examined on respective organ at 5 growth stages; just prior to bud sprouting, at flowering, at the end of current shoot growth, at fruit maturity and just after leaf fall.

1 . The rates of dry matter in leaf and new stem increased with their growth and the rate in fruit reached the highest level at the end of current shoot growth. On the other hand, the rates in old stem and root decreased with their growth after bud sprouting, which restored their original levels at leaf fall.

2 . The dry matter weights of new organs increased likely as sigmoid curve with their growth. The amount of standing crop per 10 a decreased for a time after bud sprouting, which increased after flowering.

3 . The yield per 10 a was 3,625kg. The amount of net production per year was 1,112.37kg, 42.1% of which was gained until the end of current shoot growth. Further, 82.1% of it was gained until fruit maturity. The rates of distribution to organs were higher at any growth stages in newly produced organs than old ones. As to the new organs, the rate to leaf was high during the first half of growth stage and that to fruit was high at the middle of it. Moreover, the rates to stem and root were high during the latter half of it. The final rate to fruit was 34.5%.

4 . NAR (net assimilation rate) was highest ($4.53\text{kg}/\text{m}^2/\text{day}$) from flowering to the end of shoot growth, and it decreased to $2.43\text{kg}/\text{m}^2/\text{day}$ after fruit harvest.

5 . The amounts of 5 components in leaf and new stem increased during the first half of growth stage. The amounts in fruit increased at the middle of it and those in stem did during the latter half of it. These increments were proportional to those in the amounts of standing crops, even though the relations differed more less depending on components.

6 . The amounts of 5 components absorbed per 10 a from just prior to bud sprouting to just after leaf fall were as follows; N 7.46kg, P 1.29kg, K 9.54kg, Ca 10.50kg and Mg 1.68kg.