

第2章 整枝法の違いが果実生産効率に及ぼす影響

緒言

著者は第1章において、ニホンナシ‘ゴールド二十世紀’の早期増収を目的として、間伐樹の幼木期の整枝法の違いが、樹冠拡大と収量に及ぼす影響について比較を行い、主枝数の多い整枝法の樹体が、樹冠拡大と収量の増加が速く、間伐樹に適していることを報告した。しかし、収量の違いについて検討するには、果実生産の効率についても比較する必要がある。

果実生産の効率を、樹冠面積や樹容積当たりの収量、あるいは葉面積や葉重当たりの収量として評価した結果がリンゴ（浅田，1988；Forshey・Mckee，1970；福田ら，1987；猪俣ら，2004；倉橋・高橋，1994黒田・千葉，1999）、ウンシュウミカン（平野・森岡，1975；岩垣ら，1983；森永・池田，1991；橘・中井，1989；橘，1990）、カキ（文室・村田，1987；文室，1997；林ら，2002）、モモ（Kishimoto，1983）、キウイフルーツ（末澤・土居，1986）で報告されている。

ニホンナシの果実生産効率については、品種間の比較（岸本ら，1998）や、立木と棚仕立てという根本的な樹形の違いによる比較（岸本ら，1971；岸本ら，1984）、腋花芽利用率の違いによる比較（水戸部ら，1991）、あるいは成木の果実生産力に差が生じる要因についての検討（小豆沢ら，1983）が行われている。しかし、幼木時の整枝法の違いによる生産効率を比較した報告は見あたらない。そこで、ニホンナシ‘ゴールド二十世紀’の間伐樹に対する幼木期の整枝法の違いが、果実生産力と収量効率に及ぼす影響について、様々な指標による比較を行った。特に、主枝本数の多い樹体の初期収量が速く、間伐樹として適する要因について、果実生産力の観点から検討した。

材料および方法

実験材料は第1章のとおりである。すなわちマンシュウマメナシ台のニホンナシ‘ゴールド二十世紀’の幼木を、以下の異なる7種の樹形に整枝し、それぞれを処理区とし、4年生（1991年）から12年生（2000年）にかけての樹体成長と収量、収量効率を比較した。適用した整枝法は3本主枝永久樹（PT）、3本主枝間伐樹（3-SF）、4本主枝間伐樹（4-SF）、6本主枝間伐樹（6-SF）、改良二分8本主枝間伐樹（I-8-SF）、8本主枝間伐樹（8-SF）、改良二分12本主枝間伐樹（I-12-SF）である。

永久樹、間伐樹ともに、8年生（1995年）までは、樹冠の拡大を続けたが、間伐樹では9年生以降、永久樹の

拡大に伴って樹冠が縮小され、11年生を最後に伐採された。従って、8年生までは永久樹、間伐樹を問わず、隣接樹の干渉を受けずに樹冠拡大した期間であるといえる。

樹体成長の調査

永久樹については7樹、間伐樹については各整枝法につき4樹ずつを選定し調査樹とした。

落葉後に、接ぎ木部の上10cmの主幹径を測定し、これを直径とする真円の面積を主幹断面積（TCA）とした。さらに、旧枝全ての長さを枝齢別に測定した。また、長さ10cm以上に伸びた新梢について、全ての長さを測定した。10cmに満たない枝は、短果枝として数えた。

樹冠面積は、主幹中心から樹冠外縁までの距離を、放射状に24方位に分けて測定し、得られた24の三角形の面積を合計して求めた。

葉面積は、樹齢により異なる方法（第1章参照）で推定した。すなわち、4年生時については、7月に数えた全葉枚数に、サンプルの葉の個葉面積を乗じて求めた。また、5年生時以降は、新梢葉と短果枝葉に分けて、それぞれ別に求めた新梢長、短果枝数との関係式を用いて、葉面積を求めた。

収量調査

1樹当たり収量は、収穫前に数えた着果数に、無作為に収穫した1樹当たり50～60果の平均果重を乗じて求めた。

結果および考察

1. 樹冠面積当たり、葉面積当たりの収量

整枝法の違いが果実生産の効率に及ぼす影響について、樹冠面積当たりの収量と、葉面積当たりの収量という2つの指標で評価した（図2-1）。

樹冠面積1㎡当たりの収量は、年次と整枝法の違いにより、2～5kgの範囲で変動した（図2-1A）。7年生時（1994年）の値が大きいののは、生育期間中の気象条件が優れ、果実肥大が旺盛で収量が多かったことによる。また、翌年（1995年）の値が急激に低下したのは、夏期の寡日照によって、果実発育が不良だったためである。

8年生時までの値を処理区間で比較すると、PTや3-SF等、主枝数の少ない処理区に比べ、I-8-SF、8-SF、12-SF等の主枝数の多い区の方が高い値で推移する傾向がみられた。この傾向は、特に6～8年生時で明かであった。この3年間の平均値は、慣行整枝であるPTが2.8kgであっ

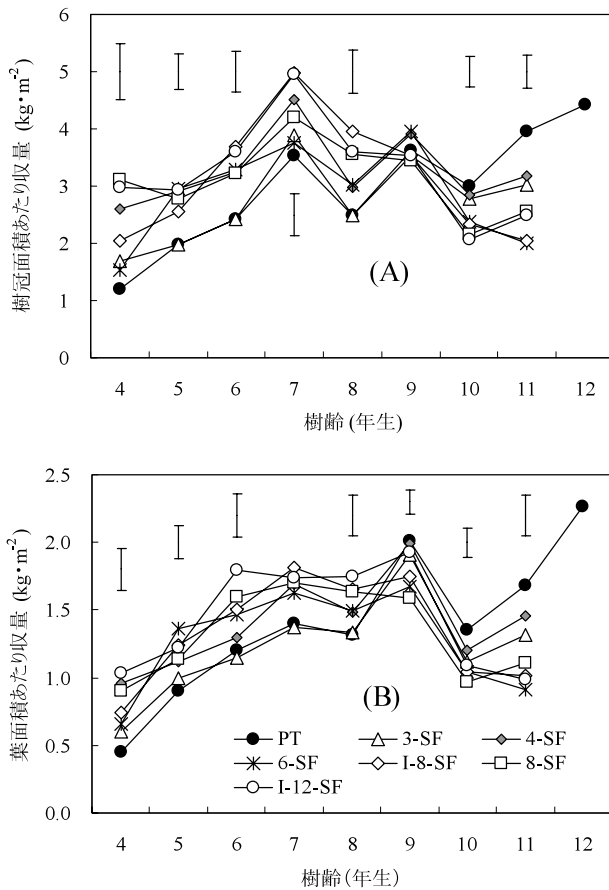


図2-1 ‘ゴールド二十世紀’の永久樹と、異なる6種樹形の間伐樹の樹冠面積当り収量(A)および葉面積当り収量(B)の比較
永久樹は7樹、間伐樹はそれぞれ4樹の平均値を示す
図中の縦線は最少有意差(LSD)を示す(5%レベルの有意差がある場合のみ表示)

たのに対し、最も主枝本数が多いI-12-SFの値は4.1kgであり、後者の値が44%多かった。ニホンナシの樹冠面積1m²当たりの収量としては、水戸部ら(1991)が成木の‘幸水’、‘豊水’でそれぞれ3.3kg、4.1kgを報告している。また、小豆沢ら(1983)は‘二十世紀’の成木を、1樹当たりの収量の多少により「高生産樹」「中生産樹」「低生産樹」に分類し、それぞれの果実生産効率を比較している。これによると、樹冠面積1m²当たりの収量は、「低生産樹」で1.3kg、「高生産樹」では4.5kgであったとしている。今回の実験によるI-12-SFの値は、水戸部ら(1991)による‘豊水’の成木の値に匹敵するものであった。

葉面積当たりの収量は、4年生時(1991年)から7年生時(1994年)にかけて増加し、その後、ほぼ頭打ちとなる傾向であった(図2-1B)。10年生時(1997年)に、全ての処理区が一様に低下したのは、開花期の天候不順により、結実数が少なかったためである。

8年生時までの値の推移を処理区間で比較すると、樹冠面積当たりの収量と同様に、主枝本数の多い処理区

方が高い値で推移した。6~8年生時における値の平均値は、PTが1.3kgであったのに対し、I-12-SFの値は1.8kgであり、後者の方が35%高かった。

ニホンナシの葉面積当たりの収量としては、岸本ら(1998)が成木の‘長十郎’で約2.1kg、‘豊水’、‘幸水’で1.0~1.5kg、‘新水’で0.7~1.0kgを報告しており、文室ら(1999)は、根域制限密植栽培の‘幸水’、‘豊水’の5年生樹で、それぞれ1.38kg、1.56kgを報告している。また、小豆沢ら(1983)のデータから算出すると、‘二十世紀’成木の「低生産樹」で0.98kg、「高生産樹」で1.22kgであった。今回の実験によるI-12-SFの値は、‘長十郎’での値には及ばないものの、根域制限密植栽培の‘豊水’や‘二十世紀’成木の値を上回るものであった。

2. 収量効率

Westwood・Roberts(1970)は、樹齢に関わらず、リングの主幹断面積(TCA)と地上部重量に直線的な相関関係を認め、TCA当たりの収量を、収量効率(Yield Efficiency)として果実生産力の指標とする事を提唱した。その後、この指標が果実生産力の評価に多用されている(Chalmersら, 1981; Ferree, 1980; 福田ら, 1987; 文室, 1997; Grossman・DeJong, 1998; 猪俣ら, 2004; Kappel・Brwonlee, 2001; 岸本ら, 1998; Lombardら, 1988; Robinsonら, 1991; 矢野ら, 2002; Westwood, 1978)。

表2-1に、樹齢3年生時から11年生時までの各樹形の収量効率を示した。4~8年生時の間、主枝本数が多い樹形ほど、収量効率が高い傾向が認められ、慣行整枝法のPTと、最も主枝本数が多いI-12-SFとの間には、常に有意な差が認められた。間伐樹の最初の縮伐を行った9年生時でこの傾向が失われ、さらに10年生時以降、間伐樹の値が顕著に低下したのは、樹冠がさらに強く切り縮められたためである。

Westwood・Roberts(1970)は、せん定強度が異なる樹体では、TCAと地上部重量との関係の直線性が失われ、せん定強度が強い樹体ほど、収量効率が低いとしている。また、Elfving(1990)は、リングの幼木に対する強せん定が、収量効率を低下させることを報告している。これらに従えば、本実験における4~8年生時の、主枝本数の多い区(特にI-12-SFで顕著)の収量効率の高さは、この間のせん定強度が、主枝本数の少ない区に比較して小さかったことを示唆している。

9年生時以降のI-12-SFでは、TCAに対する収量が大きく低下している。これは、樹冠の縮小に伴う強せん定が加わったためである。

表2-1 ‘ゴールド二十世紀’の永久樹と、異なる6種樹形の間伐樹の収量効率の比較

暦年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
樹齢	3(年生)	4	5	6	7	8	9	10	11
PT	218 a ^z	473 a	554 bc	733 bc	933 c	682 b	886 a	697 a	919 a
3-SF	194 a	435 a	449 c	596 c	942 c	689 ab	798 a	387 b	223 b
4-SF	252 a	569 a	649 abc	850 abc	1139 abc	855 ab	892 a	419 b	250 b
6-SF	287 a	506 a	771ab	906 abc	1040 bc	725 ab	750 a	338 b	165 b
I-8-SF	247 a	557 a	717abc	1038 ab	1170 abc	769 ab	750 a	349 b	178 b
8-SF	247 a	640 a	691abc	973 abc	1319 ab	894 ab	819 a	371 b	185 b
I-12-SF	230 a	690 a	918 a	1222 a	1476 a	997 a	956 a	380 b	188 b

^z 主幹断面積当たりの収量(g・cm²)を示す
 PTは7樹，その他はそれぞれ4樹の平均値を示す
 同一カラムの異なる符号の値には，多重比較法（Tukey-Kramer test, p<0.05）による有意差が認められる

3. 果実生産効率の差をもたらす要因

1) 着果部位の密度

‘ゴールド二十世紀’は，‘二十世紀’同様，原則として短果枝に着果させるため，着果部位である短果枝を早期に確保することが，増収につながる。

図2-2に，樹冠面積当たりの，短果枝着生枝（3年生以上の旧枝）長を示す。主枝数の多い区ほど，短果枝の着生した旧枝の密度が高く，樹冠面積当たりの着果部位が多いことがわかる。このことから，主枝本数の多い区は旧枝長の確保と樹冠面積の拡大が早い（第1章）のみならず，着果部位の密度が高く，これが，高い果実生産効率をもたらす一要因となっていると考えられる。

2) 果そう葉の割合

小豆沢ら（1983）は，‘二十世紀’成木の，樹当たり収量の多少に関わる要因として，果実生産への寄与が大きい，果そう葉の割合（面積比）をあげており，「高生産樹」の果そう葉率が65%に達するのに対し，「低生産樹」では49%であったとしている。

図2-3に，各処理区の短果枝葉率を比較した。6年生時までの若齢時において，主枝本数の多い区の方が高い割合で推移しており，4～6年生時におけるPTの平均が58.8%であるのに対し，最も割合の高いI-12-SFの値は65.9%であった。この差は，小豆沢ら（1983）の示す「高生産樹」「低生産樹」の差ほど大きくはないが，若齢時における，主枝本数の多い区の果実生産効率の高さに，果そう葉率の高さも関与していると考えて良いであろう。

3) 新梢の発生程度

果そう葉率は，1樹当たりの全葉面積から，新梢葉面積を除いた面積の割合なので，新梢の発生程度が大

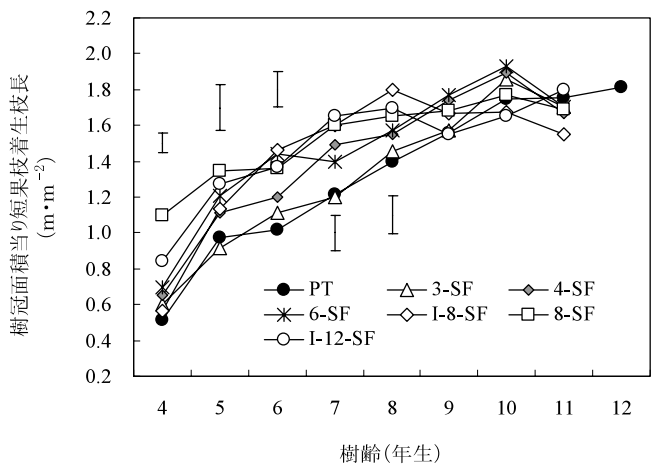


図2-2 ‘ゴールド二十世紀’の永久樹と，異なる6種樹形間伐樹の樹冠面積当たり旧枝長（短果枝着生枝）長の比較
 永久樹は7樹，間伐樹はそれぞれ4樹の平均値を示す
 図中の縦線は最少有意差（LSD）を示す（5%レベルの有意差がある場合のみ表示）

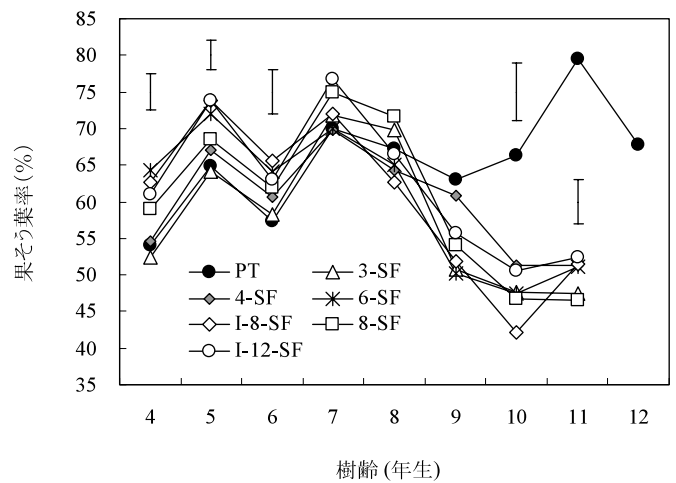


図2-3 ‘ゴールド二十世紀’の永久樹と，異なる6種樹形間伐樹の果そう葉率の比較
 永久樹は7樹，間伐樹はそれぞれ4樹の平均値を示す。
 図中の縦線は最少有意差（LSD）を示す（5%レベルの有意差がある場合のみ表示）。

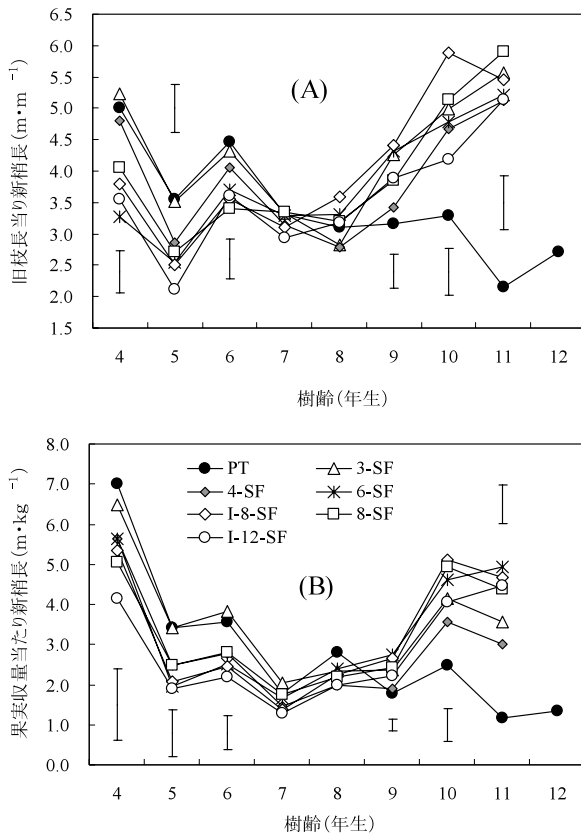


図2-4 ‘ゴールド二十世紀’の永久樹と、異なる6種樹形間伐樹の旧枝長当たり新梢長 (A) と果実収量当たり新梢長 (B) の比較
永久樹は7樹、間伐樹はそれぞれ4樹の平均値を示す
図中の縦線は最少有意差 (LSD) を示す (5%レベルの有意差がある場合のみ表示)

きいほど値が小さくなる。従って、前述の果そう葉率の差には、新梢発生程度の違いが関与していると考えられる。

図2-4に、新梢発生程度を比較した。指標としては、旧枝長1m当たりの新梢長 (A) と、果実収量 (新鮮重) 1kg当たりの新梢長 (B) を用いた。いずれの指標とも、4~6年生の若齢時において、主枝本数の少ない区の方が、新梢発生が旺盛であることを示している。旺盛な新梢発生は、それ自身が新梢葉の面積を増加させるのに加え、果そう葉の着生すべき短果枝の密度を減らし、複合的に果そう葉率を低下させる。また新梢は、乾物分配の上で、果実と競合する関係にあり、発生が旺盛であるほど、果実への分配を減少させる。PTや3-SFといった、主枝本数の少ない区では、若齢時の新梢発生が旺盛であり、これに対して主枝本数の多い区ほど、新梢発生が少ない。このことが器官別の乾物分配率の差をもたらし、主枝本数の多い区の果実生産効率を高めている一要因と考えられる。

せん定強度の違いと新梢成長、収量との関係については多くの報告があり (浅見,1953; Cullinan・Baker,1922;

Elfving,1990; Elfving・Forshey,1976; Hibbard,1948; 黒田,1999; Mika,1986), いずれも、幼木に強せん定を加えることにより樹体成長が旺盛となり、果実生産力が低下するとしている。本実験においても、PTや3-SF等、当初から主枝本数を少数に制限した区に対して、8-SFやI-12-SF等、主枝本数の多い区における果実生産効率が高かった。これは、後者の剪定強度が、相対的に低かったことによるものと考えられる。

以上の結果より、主枝本数の多い整枝法の初期収量が高く、間伐樹の整枝法として適する要因として、第1章で報告した旧枝長の延長、樹冠拡大、LAIの増加の早さに加えて、果実生産効率の高さも関与していることが明らかとなった。これは、樹冠内の短果枝着生枝の密度の高さ、果そう葉率の高さ、新梢発生程度の少なさが、大きな要因となっていると考えられた。

摘要

ニホンナシ ‘ゴールド二十世紀’の間伐樹の幼木期の整枝法の違いが果実生産効率に及ぼす影響について比較を行なった。

間伐樹は3本主枝(3-SF), 4本主枝(4-SF), 6本主枝(6SF), 改良二分8本主枝(I-8-SF), 8本主枝(8-SF), 改良二分12本主枝(I-12-SF)に仕立て、永久樹(PT)は3本主枝とした。間伐樹は、8年生時まで樹冠の拡大を続けた後、9年生時以降樹冠を縮小し、植え付け10年目(11年生時)の果実生産を最後に伐採した。

果実生産の効率については、樹冠面積当たりの収量、葉面積当たりの収量、および収量効率(主幹断面面積当たりの収量)を指標として評価した。

樹冠面積1㎡当たりの収量は、主枝本数の多い区の方が高い値で推移した。最も主枝本数が多いI-12-SFの6~8年生時における平均値は4.1kgであり、PTに比較して44%高かった。

葉面積1㎡当たりの収量も、主枝本数の多い区の方が高い値で推移した。6~8年生時におけるI-12-SFの平均値は1.8kgであり、これはPTに比較して35%高い値であった。

収量効率も、主枝本数の多い区の方が高い値で推移した。6~8年生時におけるI-12-SFの平均値は1,232 g·cm⁻²であり、これはPTよりも60%高い値であった。

以上のように、主枝本数が多い区ほど、果実生産効率が高く、これは、樹冠内の短果枝着生枝の密度が高いこと、全葉面積に対して、果実生産に寄与する程度が大きい果そう葉の割合が高いこと、および新梢発生の程度が少ないことが要因と考えられる。