

既成リンゴ園のヘッジロー化に関する研究

第2報 ヘッジロー仕立て樹の樹相診断について

久米靖穂・今 喜代治・田口辰雄・鈴木 宏

目 次

I. 緒言	13
II. 樹相の分類と樹体形質	13
1. 材料と方法	13
2. 試験結果および考察	14
III. 新しょうによる樹相診断	16
1. 材料と方法	16
2. 試験結果および考察	16
IV. 葉による樹相診断	18
1. 材料と方法	18
2. 試験結果および考察	19
V. 果実の大きさ、着色、果色による樹相診断	22
1. 材料と方法	22
2. 試験結果および考察	22
VI. 総合考察	24
VII. 摘要	27
VIII. 引用文献	27

I. 緒 言

前報においてはヘッジロー仕立て樹が生産力、果実品質、受光量などにおよぼす影響を明らかにしたが、良品果を毎年均産させるためには樹勢の安定が必要である。樹勢は果樹栽培者にとって古くから使い慣らされてきた言葉であるが定義づけされていない。

望月(31)はこの語の意味する範囲を定めるならば花芽分化というような面を除いて主として樹の栄養状態を示すものにしたいと述べている。菊池(20)は樹勢とは栄養状態であるという程度の理解が妥当であり、幹の肥大のように重量増加に還元できると考えられるものもあれば、頂端新しょう長のように必ず物質生産と結びつかないものもあるとしている。WILCOX (41)はリンゴの生長と結実についての圃場試験のなかで vigor とは植物の分裂組織あるいは生長部分の細胞の activity の表現であり、より樹勢の強い植物は細胞分裂が非常に active で樹体が大きくなると述べている。また、CHANDLER (5)はvigorous な生長とは新しょうが比較的長く、葉は大きく、葉色はその品種としては濃く、夏遅くまで生長が続くよ

うな状態であると報告している。

樹相という語は大崎(32)により最初に使われたが、その定義はみあたらない。今(22)によれば栽培されているリンゴ樹、および園地を外見的、内面的にみてありのままの姿をさすものであって樹形、骨格形成、樹冠の大きさ、枝の数、枝の性質、芽、葉の大きさ、形状、葉色、花の大きさ、花数、着果数、果実の大きさ、果実品質などを総称するものであるとしている。樹勢は樹を外見的にとらえて示すものであるが、樹相はこれに加えて内面的なものもはいり包含する範囲が広いものと解釈できる。ここではヘッジロー仕立て樹について樹相を最もよく表現しうな新しょう、葉、果実をとりあげて診断時期、診断方法を検討したのでここにとりまとめて報告する。

この研究は農林省総合助成制度による中核試験で、とくに農林水産省果樹試験場、同盛岡支場、岩手県園芸試験場、青森県りんご試験場、その他関係試験場のご援助におうところが大きかった。また当场職員のご援助をいただきましたがとくに園芸化学科職員には分析を依頼しご援助をいただきました。明記して謝意を表します。

また本研究のとりまとめにあたって、本論文の御高覧を賜った弘前大学教授、菊池卓郎博士に対し謹んで深甚の謝意を表します。

II. 樹相の分類と樹体形質

良品果を多収、均産するには樹相の安定が重要な要因である。そこでヘッジロー仕立て樹を外観的にとらえて分類するとともにその樹体形質についても調査した。

1. 材料と方法

試験場所は平鹿郡平鹿町醍醐、秋田県果樹試験場ほ場で供試品種はスターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスである。スターキーク デリシャスは1957年、10 a 当たり、33本植 (5.4m × 5.4m)、ゴールデン デリシャスは1962年、10 a 当たり、50本植 (4.5m × 4.5m) に計画密植した。樹冠の拡大にしたがって密植状態になったので1971年にヘッジロー (樹列は東西方向) に樹形改造した。せん定はヘッジャーを用いてヘッジング、トッピングを行い、樹冠内部には人手による間引せん定と夏季せ

ん定も加えた。

両品種とも50樹を対象に樹冠上部の新しょうを測定し、長さ別に四つの型に分類した。各型から代表樹3樹を選び樹体形質を継続調査した。

新しょう長：樹冠の高さ3m以上の部位から出た頂端新しょうとトッピングされた部位より出た徒長枝もいれ1樹、50本測定した。

樹冠容積：樹冠高×樹冠幅×樹冠の長さで算出した。

頂芽数：せん定後、調査樹全樹について調査し平均した。

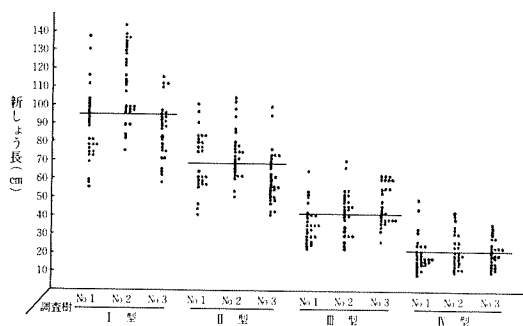
着果数：仕上げ摘果後、調査樹全樹について調査し平均した。

2. 試験結果および考察

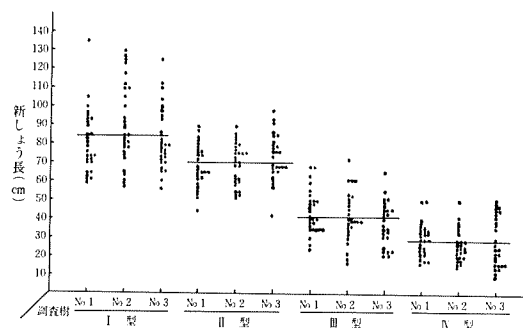
1974年のせん定前に樹冠上部の新しょう長を調査し、四つの型に分類した。これを平均新しょう長が長いものからⅠ型、Ⅱ型、Ⅲ型、Ⅳ型とした。

各型代表樹の新しょう長を第1図、第2図に示したがスターキング デリシャスのⅠ型では、60cmから140cmの範囲であり、平均新しょう長が95.6cm、Ⅱ型では40cmから105cmの範囲であり、平均新しょう長が69.1cm、Ⅲ型では32cmから70cmの範囲であり、平均新しょう長が42.0cm、Ⅳ型では10cmから50cmの範囲であり、平均新しょう長が22.0cmであった。同様にゴールデン デリシャスのⅠ型は56cmから135cmの範囲であり、平均新しょう長は84.1cm、Ⅱ型は42cmから98cmの範囲であり70.2cm、Ⅲ型は17cmから72cmの範囲であり41.3cm、Ⅳ型では10cmから50cmの範囲であり29.1cmであった。

樹冠容積は見かけ上の樹勢が強いものほど大きく、スターキング デリシャスのⅠ型は3年間を通じてⅣ型の1.4倍から2.4倍、Ⅱ型は1.2倍から1.9倍、Ⅲ型は1.1倍から1.7倍と大きかった。ゴールデン デリシャスにおいても同じ傾向であり、Ⅰ型は1.3倍から1.6倍、Ⅱ型は1.2倍から1.5倍、Ⅲ型は1.1倍から1.2倍と大きかった。



第1図 新しょう長(樹冠上部)による樹相の分類
スターキング デリシャス (1974)



第2図 新しょう長(樹冠上部)による樹相の分類
ゴールデン デリシャス (1974)

第1表 頂芽数の年次変化 (1971~1976)

品種 調査年 型別	スターキング デリシャス						ゴールデン デリシャス						
	1972	1973	1974	1975	1976	平 均 頂芽数	1971	1972	1973	1974	1975	1976	平 均 頂芽数
I 型	1932	2681	2179	2627	2526	2389	3065	1180	1274	1124	1199	1102	1491
II 型	1631	1920	1617	2378	1714	1852	2907	1176	1197	1029	1110	1148	1428
III 型	1798	2555	1985	2376	2280	2199	2357	1321	1281	1362	1387	1116	1471
IV 型	1132	1417	1200	1160	1449	1283	1594	1166	1212	805	1072	1123	1162

(各型3樹平均)

頂芽数は第1表に示したように5年間の総計でみるとスターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスともに樹冠容積の最も大きいⅠ型で多く、次いでⅢ型、Ⅱ型の順で樹冠容積の小さいⅣ型で最も少なかった。両品種ともⅠ型、Ⅲ型間の差は大きくなかった。

単位樹冠容積当りの頂芽数を3年間の平均でみると、スターキング デリシャスのⅠ型では40.1芽、Ⅱ型では36.4芽に対してⅢ型では49.8芽と密に着生していた。ゴールデン デリシャスにおいてもⅠ型は22.8芽、Ⅱ型は23.8芽に対してⅢ型は34.4芽と密であり、見かけ上の樹勢がおおむね適当であるⅢ型で多かった。Ⅰ型、Ⅱ型では旺盛

な枝のびをし、新しょう停止期も遅く、節間もⅢ型、Ⅳ型に比べて長かった。同じ型でも品種によって芽の密度が異ったのはスターキング デリシャスが短果枝型であり夏季せん定によって頂芽に変化したものがゴールデン デリシャスよりも多かったためと思われる。

着果数を5年間の総計でみると、スターキング デリシャスではⅢ型が最も多く、Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅳ型の順であったが、Ⅲ型はⅣ型に比べると1.5倍から1.9倍多かった。ゴールデン デリシャスは6年間の総計であるが、Ⅱ型が最も多く、Ⅲ型、Ⅰ型、Ⅳ型の順であった。Ⅳ型に比べてみると1.2倍から1.4倍多かった。

第2表 着果数の年次変化 (1971~1976)

品種 調査年 型別	スターキング デリシャス						ゴールデン デリシャス						
	1972	1973	1974	1975	1976	平均 着果数	1971	1972	1973	1974	1975	1976	平均 着果数
I 型	410	568	270	491	524	453	592	196	324	184	268	423	332
II 型	348	334	358	462	444	389	637	163	351	191	360	511	369
III 型	461	575	450	446	464	479	615	163	323	296	302	381	347
IV 型	250	278	320	178	245	254	479	191	284	134	265	264	270

(各型3樹平均)

単位樹冠容積当りの着果数を3年間の平均でみると、スターキング デリシャスのⅠ型では7果、Ⅱ型では8果Ⅳ型では7果に対し、Ⅲ型では10果と多かった。ゴールデン デリシャスにおいてもⅠ型が6果、Ⅱ型が7果、Ⅳ型が6果に対し、Ⅲ型では9果と頂芽数同様に多かった。

第4表 樹冠容積(1㎡)当り頂芽数の年次変化
(1974~1976)

品種 調査年 型別	スターキング デリシャス			ゴールデン デリシャス		
	1974	1975	1976	1974	1975	1976
Ⅰ 型	45.5	43.1	31.6	29.8	19.9	18.7
Ⅱ 型	39.0	43.3	26.9	29.1	20.1	22.1
Ⅲ 型	51.3	57.5	40.6	45.1	31.6	26.4
Ⅳ 型	34.6	36.3	44.7	29.2	29.4	30.2

第3表 樹冠容積(㎡)の年次変化
(1974~1976)

品種 調査年 型別	スターキング デリシャス			ゴールデン デリシャス		
	1974	1975	1976	1974	1975	1976
Ⅰ 型	47.9	60.9	79.9	37.7	60.3	58.8
Ⅱ 型	41.5	54.9	63.7	35.4	55.3	51.9
Ⅲ 型	38.7	41.3	56.1	30.2	43.9	42.3
Ⅳ 型	34.7	32.0	32.4	27.6	36.5	37.2

第5表 樹冠容積(1㎡)当り着果数の年次変化
(1974~1976)

品種 調査年 型別	スターキング デリシャス			ゴールデン デリシャス		
	1974	1975	1976	1974	1975	1976
Ⅰ 型	5.6	8.1	6.6	4.9	4.4	7.2
Ⅱ 型	8.6	8.4	7.0	5.4	6.5	9.8
Ⅲ 型	11.6	10.8	8.3	9.8	6.9	9.0
Ⅳ 型	9.2	5.6	7.6	4.9	7.3	7.1

KRAUSとKRAYBILL (38) はトマトを使って多数の化学分析の成績を基礎に結実や、栄養生長の盛衰を決定すべき四つのクラスに分類して説明している。クラスⅠに該当する植物は日かげや落葉によって光合成の割合が減り、炭水化物の生成が低率になる。したがって葉は淡緑色となり、莖は軟弱で柳のようにしなやかとなる。クラスⅡに該当する植物は生長旺盛であり、莖は太く、葉は大きく、葉色は濃緑色である。このクラスもわずかながら炭水化物不足である。このため花は多くついても結実は不良である。クラスⅢに該当する植物は炭水化物と窒素が十分であり、花や果実に重要である炭水化物はクラスⅠやⅡのように制限的ではない。クラスⅣに該当する植物は栄養生長がわずかで弱々しい。葉は黄色がかった傾向であり、すべての栄養生長の部分は止っておりクラスⅠと相反するものであると報告している。

GOURLEY (9) らは、リンゴにおける窒素・炭水化物含量と開花・結実の関係を模式図に示し、原因等についても説明しているが、クラスⅠでは炭水化物が極端に不足しているが窒素は多い。クラスⅡでは栄養生長が著しく炭水化物がやや不足し、窒素も多い。クラスⅣは炭水化物が極めて多いが窒素が少なく、クラスⅢでは炭水化物と窒素の量が適量で花芽分化や結実がよいとしており、これに対する基本的な対策も示唆している。本研究ではスターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスとも最初の分類は樹冠上部の枝のびをおもな指標としたが、かなりよく樹相を表現しており分類された樹について観察してみるとGOURLEYらの分類とよく類似していたが、スターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスのⅠ型はGOURLEYらのクラスⅡに、Ⅲ型はクラスⅢ、Ⅳ型はクラスⅥに該当するようであった。リンゴのⅡ型はクラスⅡとⅢの中間にはいるものと思われる。樹肌（樹皮の色）も樹相を分類するよい指標であるが、両品種とも見かけ上の樹勢が強いⅠ型では黒みがかった青みを示しており、Ⅲ型では赤褐色で光沢があり、Ⅳ型では淡赤色で黄色みがかった。これは渋谷(36)の観察と一致した。そこでⅠ型は見かけ上の樹勢が著しく強いもの、Ⅱ型は見かけ上の樹勢が強いもの、Ⅲ型は見かけ上の樹勢がおおむね適当であるもの、Ⅳ型は見かけ上の樹勢が弱いものとした。

Ⅲ. 新しいによる樹相診断

各型別に新しい生長の差異を把握し、樹相が分類できる最適期をみいだすとともに結果枝の分布状態から樹相診断が可能かどうかを検討した。

1. 材料と方法

Ⅰによって分類した各型から3樹ずつを用いて行った。スターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスとも、5月中旬に枝先きが斜立ぎみの側枝を選び、その頂端新しい20本にマークした。測定部位は樹冠上部（地上2m以上の部位）と樹冠下部（地上2m以下の部位）に分け、同一新しい長を経時的に調査し、新しい停止時期も合せて調査した。新しい停止時期は、樹冠外側の頂端新しいのなかで新しい葉を形成しなくなった新しい本数が90%以上になった時である。また、果そうから発出した新しい（副新しい）についても調査した。1975年にはゴールデン デリシャスを供試し、各型から代表樹1樹を選び、主枝単位に全枝について長さを冬期間測定し次の基準にしたがって分類した。

短果枝：5cm以下

中果枝：5.1cm～10.0cm

長果枝：10.1cm以上

2. 試験結果および考察

1974年

スターキング デリシャスの樹冠上部の新しい長は各型とも時期を追って伸長した。調査を開始した6月下旬には各型間において差が明らかであり、時期がたつにつれて顕著であった。調査の最終時点である10月3日の数値はⅠ型が82cm、Ⅱ型が73cm、Ⅲ型が64cm、Ⅳ型が24cmであった。樹冠下部の枝のびは6月下旬まではⅠ型、Ⅱ型、Ⅲ型の間に大きな差がみられなかったが7月下旬になって差がみられた。Ⅳ型は生育初期から伸長がわずかであった。最終的な枝のびはⅠ型が52cm、Ⅱ型が48cm、Ⅲ型が38cm、Ⅳ型が21cmであった。

ゴールデン デリシャスの樹冠上部の新しい長は7月下旬まではⅡ型、Ⅲ型では明らかでなかったが8月下旬になって明らかに差がついた。これはⅡ型の樹に二次伸長がかなりあったためである。Ⅰ型とⅣ型の間には生育初期から明らかな差が認められた。最終的な枝のびはⅠ型が81cm、Ⅱ型が70cm、Ⅲ型が65cm、Ⅳ型が46cmであった。樹冠下部の新しい長は6月下旬ころより各型間に差がみられ、7月下旬以降でさらに差は明らかになった。最終的な枝のびはⅠ型が76cm、Ⅱ型が53cm、Ⅲ型が44cm、Ⅳ型が30cmであった。

1975年

スターキング デリシャスの樹冠上部の新しい長は1974年と同じ傾向であり、最終調査の時点の枝のびはⅠ型が61cm、Ⅱ型は52cm、Ⅲ型は41cm、Ⅳ型が13cmで各型の間に明らかな差が認められた。樹冠下部の最終の新しい

第6表 樹相別新しょう長の経過 (1974)

樹冠 上 部	品種 調査月日 型別	スターキング デリシャス							ゴールデン デリシャス						
		5/28	6/12	6/19	6/28	7/23	8/30	10/3	5/24	6/3	6/14	6/28	7/23	8/30	10/3
樹冠 上 部	I 型				45.5	56.2	79.4	82.4				44.9	59.5	78.7	80.7
	II 型				40.0	48.9	69.1	72.4				40.9	45.8	68.6	69.8
	III 型				36.5	44.9	63.9	63.5				42.4	46.9	61.8	65.1
	IV 型				15.9	15.9	23.7	23.7				32.3	37.9	45.8	46.3
	有意性				※	※※	※※※	※※※				NS	NS	NS	NS
樹冠 下 部	I 型	11.3	25.7	24.9	35.1	41.3	50.0	52.0	11.8	21.7	30.4	41.5	45.9	64.7	76.0
	II 型	11.6	24.8	24.5	31.4	35.5	46.3	48.0	11.7	21.4	29.7	37.5	39.8	51.9	51.9
	III 型	9.1	21.6	23.6	32.2	33.4	38.6	38.6	11.5	22.1	29.1	33.8	34.0	43.9	43.9
	IV 型	3.9	10.6	12.4	19.4	19.9	21.8	21.8	8.7	18.4	23.4	27.6	29.0	30.4	30.4
	有意性	§	※※※	※※	※※	※※※	※※※	※※※	※※	§	※※	§	※	※※	※※

NS……有意差なし §……20%で有意

※……5%で有意 ※※……1%で有意

※※※……0.1%で有意

う長はI型が44cm、II型が32cm、III型が33cm、IV型が13cmであり6月中旬ごろから差が認められた。ゴールデンデリシャスでは樹冠上部の新しょう長は8月下旬において各型間に明らかな差が認められた。樹冠下部の新しょう長はII型、III型では明らかでなかったが、I型、III型IV型は7月上旬ごろより差が明らかであった。

副しょうは5月下旬までIV型を除いて明らかな差はないが6月中旬ごろになると明らかであった。その後は各

型とも伸長せずI型は25cm、II型は15～16cm、III型は10～13cm、IV型は5cm以下であった。

年次別の新しょう伸長をみると同じ型でも伸長度合いは異なり1974年の不成年に比較して1975年の成年年で伸びは相対的にわずかであった。これは1樹当りの着果数が最も大きく関与したと考えられ、スターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスとも1975年で大きかった。

PICKERING 37は果実の着生は樹の生長を減少させる

第7表 樹相別新しょう長の経過 (1975)

樹冠 上 部	品種 調査月日 型別	スターキング デリシャス						ゴールデン デリシャス					
		5/12	5/29	6/16	7/2	7/15	8/21	5/12	5/29	6/16	7/2	7/15	8/21
樹冠 上 部	I 型	—	17.0	32.2	38.7	40.9	60.7	—	23.7	39.2	45.1	47.2	73.0
	II 型	—	18.5	31.1	36.3	38.0	52.5	—	22.3	36.9	43.5	44.5	63.2
	III 型	—	19.9	30.5	33.7	35.0	41.1	—	23.6	34.9	39.1	41.1	48.9
	IV 型	—	14.5	8.5	11.8	11.4	13.5	—	16.6	27.8	31.1	32.1	32.1
	有意性		※※	※	※	※	※※		§	§	§	NS	※※
樹冠 下 部	I 型	6.5	15.5	34.5	36.7	37.7	43.7	8.5	21.8	41.2	44.8	45.4	53.5
	II 型	5.9	15.4	28.4	28.7	30.2	32.4	8.1	19.5	38.1	36.9	40.3	42.8
	III 型	6.4	15.4	31.5	31.5	32.6	32.6	9.9	19.7	37.3	38.2	38.0	39.5
	IV 型	0.8	2.8	6.8	14.3	12.8	13.3	6.1	14.2	26.4	27.7	27.9	31.6
	有意性	§	※	※	§	※	※	§	§	§	※	§	§

NS……有意差なし §……20%で有意

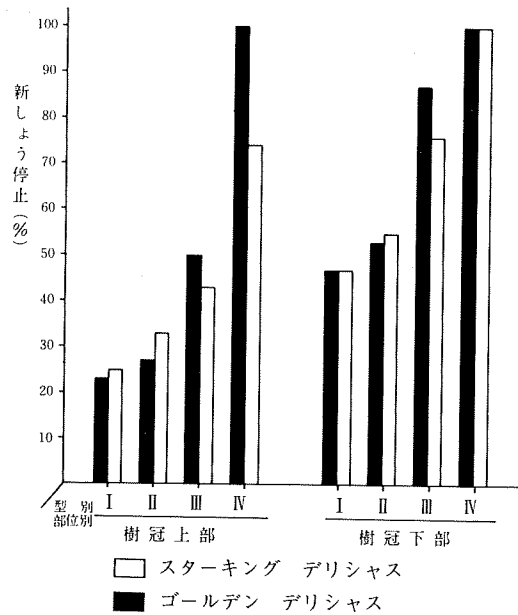
※……5%で有意 ※※……1%で有意

としている。これに反しWILCOX (40.41.42)は隔年結果するリング樹は幹周の増加が少なく、不成り年よりもむしろ成り年において頂端新しょうの伸長が著しいとしている。一方、SINGH (37)はMiller's seedling の新しょう伸長は成り年、不成り年間に於いて有意な差がないと述べている。そして成り年の摘花などが新しょう伸長を増大させる原因になっているとしている。望月(31)は果実が着生すると、その年の新しょう生長は影響されないが根の生長が著しく抑制され、翌年の新しょう伸長の減少をもたらすものであると述べている。同様な見解がROGERS(35)らによって発表されているが、着果数が多いと貯蔵養分が少なくなるため翌年の新しょう伸長が抑えられるとしている。このように意見を異にしているが、ヘッジロー仕立て樹においては両品種とも成り年には新しょうが抑えられ、不成り年には相対的に新しょうが伸びた。

頂端新しょうによる診断としてはスターキング デリシャスでは樹冠上部、樹冠下部いずれでもよく、時期としては樹冠上部では二次伸長も止った8月下旬、樹冠下部では新しょうがほとんど停止した7月下旬が適期と思われる。ゴールデン デリシャスではスターキング デリシャスよりも明らかでないが樹冠上部では8月下旬、樹冠下部では7月下旬ころから診断が可能と思われた。また、副しょうでの診断は樹冠下部で6月中旬ころと思われた。新しょう長による診断としては樹冠上部の頂端新しょう長がⅠ型では80cm以上、Ⅱ型は61~80cm、Ⅲ型は41~60cm、Ⅳ型は40cm以下が該当し、樹冠下部ではⅠ型が61cm以上、Ⅱ型が41~60cm、Ⅲ型が21~40cm、Ⅳ型が20cm以下が該当した。副しょう長による診断はゴールデン デリシャスの場合であるがⅠ型は25cm、Ⅱ型は15~16cm、Ⅲ型は10~13cm、Ⅳ型は5cm以下が該当した。ただし果そうに果実が成っているものが対象である。ヘッジロー仕立て樹において頂端新しょう長(何年か延長して伸びた枝の先端新しょう)が樹相を適確に表現しうる樹体形質である。

新しょう停止時期を6月28日の時点で調査すると、両品種とも樹冠上部に比較して樹冠下部で停止率が高かった。型別にみるとⅠ型、Ⅱ型ほど停止率は低く、Ⅳ型ほど停止率が高かった。診断時期としてはⅣ型がほとんど停止する6月下旬ころがよく、頂端新しょうに次ぎ樹相を診断しうる樹体形質である。

一樹全枝の長さを測定し結果枝別に分類したところ、短果枝はⅠ型、Ⅱ型では41~51%、Ⅲ型は66%、Ⅳ型は88%とみかけ上の樹勢が弱いものほど短果枝の割合が高かった。長果枝の分布、とくに30.1cm以上の枝はⅠ型では23%、Ⅱ型では19%、Ⅲ型では9%、Ⅳ型では2%と



第3図 樹相別の新しょう停止率
(1974年6月28日調査)

みかけ上の樹勢が強いほど長い枝の割合が高かった。せん定前の長果枝割合、短果枝割合から大まかな樹相診断は可能である。菊池(15.16.17)は新しょう長の慣行的な測定法について問題点を指摘し、特定部位の生長をもって樹全体の生長を代表させることは妥当ではなく、樹冠全体を測定の対象とすることが唯一の方法であるとしている。しかし、全枝長の調査は時間と労力がかかりコストでは容易でない。そして普通仕立て樹の場合、整枝せん定の程度によって新しょう長の伸びが影響され、測定枝の一定したサンプリングは困難である。この点ヘッジロー樹では内部に弱いせん定が加わったものの樹高、樹冠幅とも一定の部位で画一的にせん去されているので一般の普通仕立て樹よりも妥当性があるように思われた。

Ⅳ. 葉による樹相診断

各型別に葉の生長差異、葉色の差異、葉内無機成分含量の差異を把握し、樹相が葉によって分類できるかどうかを検討し、診断時期も合わせてみる。

1. 材料と方法

1によって分類した各型より3樹ずつを用い、5月中旬より果そう葉、新しょう葉に分けて各樹30枚ずつ採葉し、葉身長、葉幅、葉面積、葉重、葉色を時期別に調査した。調査は果そう葉の場合一果そう内の最大葉、新しょう葉は中間部位の葉である。葉面積は葉面積計(林電工

KK) とHALFACRE(10) (葉身長×葉幅×0.724)の方法で算出した。葉色は両品種とも5月から6月下旬までクロロフィル含量(20cm)を測定し、7月中旬からは樹上の新しょうの中間部位の葉を葉色カラーチャートで測定した。1975年は各型別に若葉2～3枚ついた生長点をとり窒素含量を調査し、葉分析は8月上旬採葉したものについて行った。

2. 試験結果および考察

両品種とも1果そうから7～10葉展葉するが、1葉、2葉、3葉は5月始めで生長が停止する。4葉よりも上部の葉はその後ゆるやかに生長を続けるが、5～6葉位の葉が最大葉である。スターキング デリシャスでは5月下旬には生長がほぼ停止するが、この時点でI型の平均葉身長は7.0cm、II型が6.2cm、III型が6.2cm、IV型が5.1cmであった。平均葉幅はI型が4.1cm、II型が3.7cm、III型が3.7cm、IV型が3.1で、葉面積においてもI型>II型

第8表 樹相別葉の形質変化

スターキング デリシャス (1974)

	調査月日 型別	果 そ う 葉					新 し ょ う 葉			
		5 / 20	5 / 30	6 / 10	6 / 20	7 / 3	5 / 30	6 / 10	6 / 20	7 / 3
葉身長 (cm)	I 型	7.0	7.0	6.6	6.5	6.3	7.0	7.9	7.6	8.0
	II 型	6.2	6.8	6.3	6.5	6.0	5.8	7.8	7.4	7.7
	III 型	6.2	6.8	6.5	6.2	6.3	6.2	7.9	7.5	7.8
	IV 型	5.1	5.4	5.9	6.0	5.6	5.3	6.8	7.0	6.6
	有意性	※	※	NS	NS	NS	§	NS	NS	§
葉幅 (cm)	I 型	4.1	4.1	4.0	3.8	3.7	3.3	3.9	3.8	4.2
	II 型	3.7	4.1	3.9	3.9	3.6	2.6	4.0	3.7	3.8
	III 型	3.7	4.1	4.0	3.7	3.9	3.1	4.1	3.9	4.0
	IV 型	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	2.4	3.5	3.8	3.4
	有意性	※※	§	§	NS	NS	§	NS	NS	NS
葉面積 (cm ²)	I 型	21.48	22.51	20.14	20.29	18.06	18.22	21.78	22.17	23.96
	II 型	17.00	21.41	18.84	19.98	16.15	12.30	22.62	20.98	20.55
	III 型	17.01	22.52	20.37	19.29	18.58	15.04	23.60	22.18	22.28
	IV 型	11.64	15.17	15.85	16.70	14.50	12.09	17.62	19.52	15.80
	有意性	※※	§	NS	NS	NS	§	NS	NS	NS
葉重 (g)	I 型	9.16	9.76	8.43	8.26	7.16	7.43	8.63	8.33	9.16
	II 型	7.52	9.27	9.76	8.45	6.83	5.24	11.30	8.25	8.16
	III 型	7.54	10.29	10.50	8.12	7.76	6.86	11.26	8.60	9.03
	IV 型	4.68	5.45	4.00	3.71	5.65	2.50	3.95	4.26	5.80
	有意性	※	§	※	※※	NS	※※	※	※※	NS
クロロフィル (mg)	I 型	5.37	5.40	6.46	6.75	6.63	3.15	4.04	4.81	—
	II 型	5.12	4.59	5.95	5.97	6.33	2.63	3.63	4.21	—
	III 型	4.44	4.72	6.07	6.17	6.07	2.65	3.78	4.26	—
	IV 型	4.13	3.67	5.45	4.96	5.37	1.25	1.84	3.03	—
	有意性	※	NS	NS	NS	NS	※※※	NS	NS	—
葉色 (指数)	調査月日						7 / 14	8 / 7	8 / 17	—
	I 型						6.5	7.0	7.0	—
	II 型						6.3	6.5	6.6	—
	III 型						4.8	5.0	5.0	—
	IV 型						3.0	3.1	3.0	—
	有意性						※※※	※※※	※※※	—

NS……有意差なし

§……20%で有意

※……5%で有意

※※……1%で有意

※※※……0.1%で有意

第9表 樹相別葉の形質変化 ゴールデン デリシャス (1974)

葉別 型別	調査月日	果 そ う 葉					新 し ょ う 葉		
		5 / 15	5 / 24	6 / 4	6 / 14	6 / 24	6 / 4	6 / 14	6 / 24
葉身長 (cm)	I 型	6.3	7.1	7.5	7.3	7.0	11.4	11.7	11.2
	II 型	6.2	7.0	7.0	6.7	6.6	11.4	11.5	10.9
	III 型	6.2	6.3	6.5	6.7	6.4	11.6	12.0	10.7
	IV 型	5.5	6.1	6.4	6.2	6.1	11.4	11.1	10.1
	有意性	※	※	※※	§	NS	NS	§	§
葉幅 (cm)	I 型	4.0	5.0	4.6	4.8	4.5	5.4	5.8	5.5
	II 型	4.1	4.7	4.7	4.5	4.4	5.4	5.5	5.2
	III 型	4.1	4.4	4.3	4.6	4.3	5.4	5.5	5.2
	IV 型	3.8	4.2	4.1	4.3	4.2	5.3	5.4	5.0
	有意性	§	※※	※※	§	NS	NS	NS	§
葉面積 (cm ²)	I 型	18.36	25.04	24.50	27.10	25.10	46.15	47.48	45.17
	II 型	17.97	21.70	23.25	23.99	25.22	46.44	46.37	42.51
	III 型	17.03	21.65	21.40	20.38	20.69	47.70	48.55	40.95
	IV 型	14.84	19.07	20.04	19.68	19.29	46.19	43.27	38.01
	有意性	NS	※	NS	※※	※	NS	NS	NS
葉重 (g)	I 型	7.03	11.21	10.77	12.03	13.31	17.95	19.60	22.91
	II 型	6.83	9.13	10.15	11.43	13.43	18.43	20.00	21.30
	III 型	7.01	9.99	9.45	9.43	9.98	18.46	19.63	17.80
	IV 型	5.80	9.14	8.70	8.90	10.45	19.33	19.23	20.03
	有意性	§	§	NS	※	※	NS	NS	§
クロロフィル (mg)	I 型	3.30	4.82	5.67	6.08	5.86	3.40	4.14	4.97
	II 型	3.20	4.69	5.78	5.90	5.49	3.38	4.16	4.26
	III 型	3.43	4.79	5.59	5.77	5.49	3.23	4.38	4.16
	IV 型	3.08	4.34	4.41	5.07	5.24	3.07	3.73	3.76
	有意性	NS	NS	NS	§	NS	NS	NS	NS
葉色 (指数)	調査月日						7 / 14	8 / 7	8 / 17
	I 型						6.7	6.7	6.6
	II 型						6.2	6.4	6.4
	III 型						5.2	5.2	5.1
	IV 型						4.0	4.3	4.2
	有意性						※※※	※※※	※※※

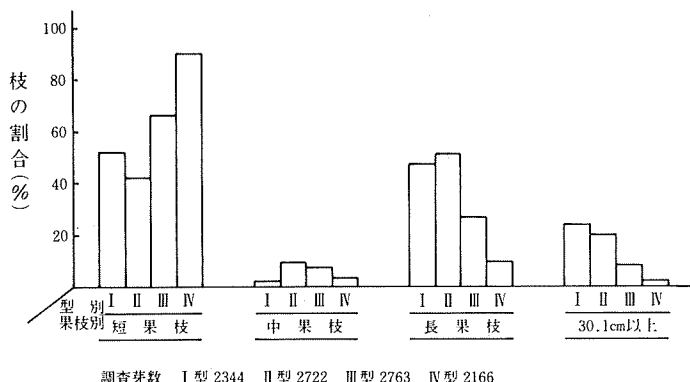
NS……有意差なし §……20%で有意

※……5%で有意 ※※……1%で有意 ※※※……0.1%で有意

＝III型＞IV型と型間に有意な差が認められた。ゴールデン デリシャスでは6月上旬ころまで生長しており、6月14日の時点で平均葉身長はI型が7.5cm、II型は7.0cm、III型は6.5cm、IV型は6.4cmであった。平均葉幅はI型が5.0cm、II型が4.7cm、III型が4.4cm、IV型が4.2cmであり、葉面積においても葉身長、葉幅と同じようにI型＞II型＞III型＞IV型と同じような傾向であった。

CAIN (4)は旭を用いて典型的な樹冠葉の生長について

述べているが、そのなかで果そう葉の生長は5月25日の落花期で終了し、その後ほとんど生長せず新しょう葉はその後も生長して6月下旬には生長が停止すると報告している。ヘッジロー仕立て樹におけるスターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスも同じような経過であり、果そう葉による診断時期はスターキング デリシャスでは5月下旬、ゴールデン デリシャスでは6月上旬ころである。新しょう葉は両品種とも葉身長、葉幅、葉面積において各



調査芽数 I型 2344 II型 2722 III型 2763 IV型 2166

第4図 樹相別枝の分類 ゴールデン デリシャス (1974)

型間の差が明らかでなく、葉重においてもスターキング デリシャスのみが6月20日までの時点で明らかであったが、新しょう葉では大きさ、重さでの樹相診断は困難と思われた。

葉色は果そう葉、新しょう葉ともI型が全クロロフィル含量が高く、IV型で低かった。スターキング デリシャスでは果そう葉、新しょう葉とも5月下旬において各型間に有意な差が認められた。ゴールデン デリシャスにおいては生育初期には果そう葉、新しょう葉とも型間に差が認められなかった。7月からは葉色カラーチャートを使って新しょうの葉色を測定したが、8月7日の時点ではI型がカラーチャート指数7、III型が5、IV型が3と一段階ずつ差が認められた。

山崎(21.44)らは樹相診断の一つの目安とするため、ゴールデン デリシャスを用いて葉色カラーチャートを作製した。そして、カラーチャート指数とクロロフィル含量

の関係を調査し、樹全体からうける葉色の差はクロロフィルの分析値より大きい傾向を認めた。そして葉色が濃くなるとクロロフィル含量よりもカラーチャートで測定するほうが微妙な葉色をよりよく識別できるようだと述べている。当試験ではスターキング デリシャスでもこれを使用した。診断可能であり、診断時期は両品種とも生育中期(7月下旬から8月上旬)が適期で、葉色カラーチャートを使って診断することが適切と思われた。

葉分析の結果、スターキング デリシャスでは葉内N%のみが新しょう葉、果そう葉ともみかけ上の樹勢が強いほど高い傾向であった。

ゴールデン デリシャスでも同じ傾向で、みかけ上の樹勢が強いほど葉内N%は高く、葉内P%は低い傾向が認められた。1975年6月20日に新しょう先端葉2~3枚を含む生長点のN%を調査したところ両品種とも各型間に差がみられ、スターキング デリシャスのI型では2.94%、II型は2.68%、III型は2.40%、IV型は2.13%であった。ゴールデン デリシャスではI型が2.42%、II型が2.32%、III型が2.17%、IV型が2.08%で各型間に有意な差が認められた。

以上のことから両品種とも葉では葉色、葉中窒素含量、生長点の窒素含量により樹相診断が可能で、その時期は葉色では7月下旬から8月上旬に新しょう中庸の葉を葉色カラーチャートで測定する。葉中N含量は8月上旬採

第10表 品種別、樹相別葉内無機成分含量 (1975)

品 種 名		スターキング デリシャス (%)					ゴールデン デリシャス (%)				
葉 別	無機成分 型 別	N	P	K	C a	M g	N	P	K	C a	M g
新しょう葉	I 型	2.60	0.215	1.478	0.89	0.32	2.54	0.168	1.477	1.13	0.25
	II 型	2.52	0.250	1.340	0.99	0.32	2.45	0.173	1.370	1.04	0.73
	III 型	2.44	0.265	1.423	0.91	0.31	2.14	0.205	1.430	0.98	0.23
	IV 型	1.82	0.212	1.263	0.67	0.19	2.08	0.222	1.420	1.02	0.25
有 意 性		※	\$	\$	※	※※	※	\$	\$	\$	\$
果 そ う 葉	I 型	2.19	0.144	1.000	1.64	0.41	2.08	0.208	1.417	2.27	0.35
	II 型	2.06	0.207	1.163	2.01	0.48	2.11	0.241	1.643	2.11	0.32
	III 型	2.17	0.301	1.220	2.08	0.50	2.10	0.265	1.440	2.13	0.33
	IV 型	1.48	0.139	1.043	1.06	0.22	2.07	0.261	1.547	1.85	0.31
有 意 性		※※	\$	\$	※※	※	\$	\$	\$	\$	\$

\$……20%で有意 ※……5%で有意 ※※……1%で有意

葉したもので行ない、生長点のN含量は6月下旬、Ⅳ型の樹が新しょう停止するころが診断時期と思われた。

分析方法は全葉分析でNはセミマイクロケルダール法、Pは乾式灰化後バナドモリブデン酸法、Kは乾式灰化後炎光光度計で測定、Ca、Mgは乾式灰化後原子吸光分光光度計で測定した。

V. 果実の大きさ、着色、果色による樹相診断

果実の大きさ、果実の着色、果色、果実品質から樹相診断が可能かどうかを検討する。

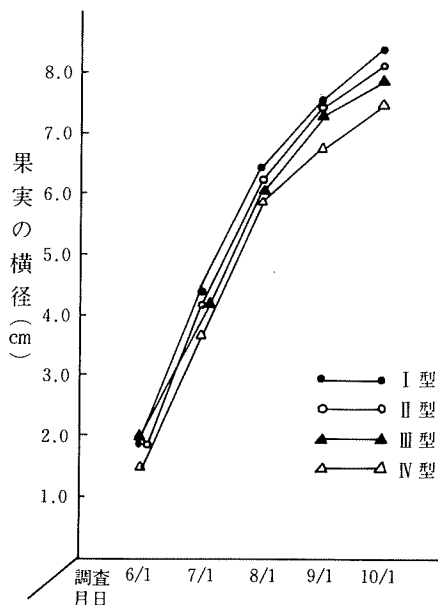
1. 材料と方法

1によって分類した各型より3樹ずつを用いて行った。果実の横径は各樹とも樹冠外周の20果にラベルをつけ、同一果実を経時的に測定した。6月中旬の摘果時において4頂芽1果に制限して行った。収穫時には各型より代表樹を1樹選び、全果実を収穫し大きさ別、等級別、果色別に分類した。なおスターキング デリシャスのⅣ型は1975年9月27日、Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型は10月11日に収穫した。

スターキング デリシャス

大きさ別：大玉、291g 以上、中玉、241～290g
小玉、240g 以下

等級別：秀、着色割合81%以上、優、着色割合61～80%、良、着色割合41～60%、並、着色割合40%以下



第5図 樹相別果実の发育
スターキング デリシャス (1975)

ゴールデン デリシャス

大きさ別：大玉、281g 以上、中玉、231～280g
小玉、230g 以下

果色別：黄色、5 Y 8/8、5 Y 8/6、淡黄色、7.5 Y 8/8、7.5 Y 8/10、黄緑色、10 Y 8/8、10 Y 8/6
緑黄色、2.5 G Y 8/10、2.5 G Y 8/8、緑色、
(アオ実) 5 G Y 7/8、5 G Y 8/8

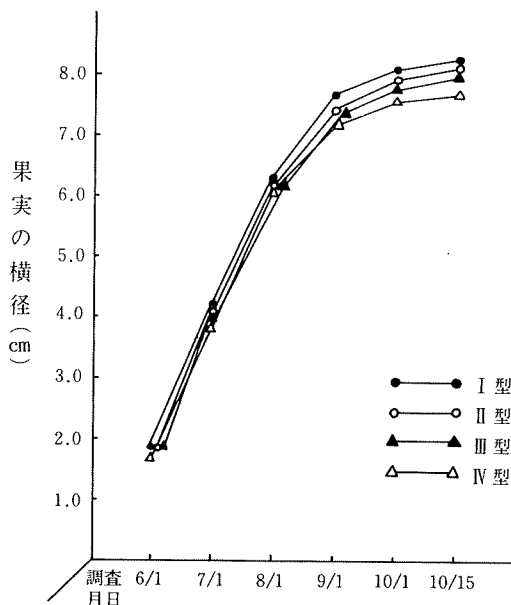
マンセルカラーチャートによって分類

果実品質は各型とも60果について調査した。

2. 試験結果および考察

果実の時期別肥大経過を第5図、第6図に示したが、どの調査時期ともみかけ上の樹勢が強い型ほど果実は大きく、調査時期の経過にしたがって差が明らかになった。収穫時における果実の横径はスターキング デリシャスではⅠ型が8.4cm、Ⅱ型が8.1cm、Ⅲ型が7.9cm、Ⅳ型が7.5cmであった。ゴールデン デリシャスではⅠ型が8.3cm、Ⅱ型が8.1cm、Ⅲ型が8.0cm、Ⅳ型が7.7cmであった。

各型の代表樹から収穫した果実を大きさ別に分類した結果、スターキング デリシャスではⅠ型、Ⅱ型、Ⅲ型で約50%が中玉と大玉、50%が小玉であった。Ⅳ型では約90%が小玉であった。ゴールデン デリシャスではⅠ型が58.1%、Ⅱ型が40.1%、Ⅳ型が59.2%で小玉が大半をしめ、Ⅲ型では中玉が63.8%で大半をしめていた。肥大調査の結果と全果実調査では矛盾しているように思えるが時期別肥大調査の場合は樹冠の外側でよく光が当り、肥



第6図 樹相別果実の发育
ゴールデン デリシャス (1975)

大がよい条件の果実を測定したためと思われる。またゴールデン デリシャスにおいてⅠ型、Ⅱ型で小玉が多かったのは枝のびが著しいため遮光によって翌年の花芽が充実しなかったものと考えられる。

スターキング デリシャスの等級別分類では「秀」と「優」がⅠ型で44.0%、Ⅱ型で74.9%、Ⅳ型で55.1%であったのに比べ、Ⅲ型では85.0%と着色のよい果実の割合が高かった。そのなかでも割合の高い等級はⅠ型では「良」が48%、Ⅱ型では「優」が49%、Ⅲ型では「秀」が46%、Ⅳ型では「優」が49%であった。ゴールデン デリシャスの果色別分類では10Y以上の黄色果がⅠ型で14.3%、Ⅱ型で36.8%、Ⅲ型で39.9%、Ⅳ型で70.4%と見かけ上の樹勢が弱いほど高かった。反対に5GYのアオ実をみると見かけ上の樹勢が強いほど多く発生し、Ⅰ型では44%、Ⅱ型では29%、Ⅲ型では20%、Ⅳ型では6%の発生であった。秋田県南部のゴールデン デリシャス無袋果の選果結果をみると5GYのようなアオ実は毎年20%ぐらい発生している。

第11表 樹相別果実の大きさ、等級分類 スターキング デリシャス (1975)

型別	調査 果数	大 き さ 別 (%)			等 級 別 (%)			
		大 玉	中 玉	小 玉	秀	優	良	並
Ⅰ型	435	27.7	32.3	40.0	11.7	32.3	48.0	8.0
Ⅱ型	295	14.6	34.5	50.9	25.8	49.1	24.1	1.0
Ⅲ型	478	18.0	36.9	45.1	46.7	38.3	15.0	—
Ⅳ型	149	1.0	9.5	89.5	5.4	49.7	34.9	10.0

第12表 樹相別果実の大きさ、果色分類 ゴールデン デリシャス (1975)

型別	調査 果数	大 き さ 別 (%)			果 色 別 (%)				
		大玉	中玉	小玉	5 Y	7.5 Y	10 Y	2.5GY	5 GY
Ⅰ型	553	15.4	26.5	58.1	—	3.9	10.4	41.3	44.4
Ⅱ型	782	22.9	37.0	40.1	—	9.1	27.7	34.2	29.0
Ⅲ型	631	25.0	63.8	11.2	—	7.8	32.1	39.9	20.2
Ⅳ型	364	12.9	27.6	59.5	3.6	17.3	49.5	23.3	6.3

第13表 樹相別果実品質 スターキング デリシャス (1975)

型 別	果 重 (g)	果肉硬度 (lb)	糖 度 (%)	リンゴ酸 (%)	食 味* 指 数	** ミ ッ
Ⅰ 型	260.6	14.8	10.8	0.329	2.0	1.7
Ⅱ 型	279.5	14.6	11.4	0.315	3.3	2.7
Ⅲ 型	285.5	14.5	12.1	0.319	3.2	2.0
Ⅳ 型	219.1	17.0	13.2	0.299	2.8	1.4

※5：非常においしい 4：おいしい 3：食べられる
2：まずい 1：非常にまずい
※※4：大(50%以上) 3：中(30%程度) 2：小(10%程度)
1：極小(ミツの入りはじめ)

果実品質は各型の平均的大きさの果実で比較してみると、スターキング デリシャスのⅠ型は屈折計示度が低く食味は劣った。Ⅳ型は屈折計示度は高かったが渋味が残り食味は劣った。Ⅲ型の果実は甘、酸とも調和され型間において食味は最も良好であった。ゴールデン デリシャスではⅢ型の果実が品質良好であったがⅠ型、Ⅱ型、Ⅳ型間には差が明らかでなかった。以上よりスターキング デリシャスは等級別割合、ゴールデン デリシャスはアオ実の割合などで樹相診断が可能と思われた。

第14表 樹相別果実品質 ゴールデン デリシャス (1975)

型 別	果 重 (g)	果肉硬度 (lb)	糖 度 (%)	リンゴ酸 (%)	食 味 指 数
Ⅰ 型	259.3	11.6	12.7	0.449	3.3
Ⅱ 型	257.1	12.1	13.6	0.429	3.3
Ⅲ 型	246.3	12.1	14.0	0.413	3.7
Ⅳ 型	250.3	11.1	13.0	0.414	3.2

VI. 総 合 考 察

近年におけるリンゴ栽培の課題は省力化と均産、品質の向上である。栽培の重点指針においてもおいしい果実を確実に毎年生産することにおかれ、これには樹の隅々みまで光をいれ、充実した花芽をたくさんつけ、樹相を安定、維持することが重要である。樹勢との関連において1896年、KLEBS(37)は窒素の量と炭酸同化作用による炭水化物の生産量が花芽形成の重要な素因であるという説をたてた。この学説はFISCHER(8)によって支持された。彼は利用できる窒素に対して炭水化物が比較的多量にあるときは花芽の分化がよく、窒素が炭水化物に比例して多いときは花芽がつくられないことをみだした。この学説は実際、農業で経験的にみられる諸事実とよく一致し、その後多くの人々によって支持された。とくにKRAUSとKRAYBILL(38)によってC-N率の理論が提唱され、それを裏書きする研究が多く報告されている。

GOURLEY(9)は1938年にリンゴにおける窒素・炭水化物の含量と開花・結実の関係を模式図に示した。彼は四つの場合に区分し、リンゴ樹の目標はⅢの状態であるとしている。これは窒素の量が適量にある場合で、枝しょうの生長はやや衰え、花芽の分化や結実がきわめて良好なバランスのとれた樹で、つねにこのような樹勢を維持することが望ましいとしている。樹勢については研究者のなかでも必ずしも共通の理解が確立されておらず、慣用語として古くから使ってきたが、望月(31)は樹の栄養生長の状態を示すものにしたいとしており、これらの樹体形質個々の研究や樹勢の測定法に関する研究は古くから行なわれている。WILCOX(41)は樹勢の概念を論じ、植物の分裂組織あるいは生長部分の細胞の活力であると表現している。彼は幹周の増加、幹の横断面積の増加、頂端新しょうの長さ、直径、短果枝の生長、葉面積などいろいろな試験を行い、樹勢について満足しうる測定形質は1年間で作られた木部と皮部の生長率によって示され分裂組織の総計、いわゆる形成層と生長点の総量で表現できるとした。そして幹周の増加に頂端新しょうの長さを乗ずることでgrowth index(生長指数)と呼ばれる数字を与え、これがある程度満足しえるものであったが、この中の一つの樹体形質で完全に信頼できるものはなかった。CHANDLER(5)は枝しょうと葉をとりだし強勢な生長はシーズン遅くまで生長を続け、新しょうは相対的に長く、葉は大きく、葉色はその品種として濃緑色であるとしている。SINGH(37)は新しょうの長さ、幹の肥大、根の生長を測定している。

菊池(20)は樹勢は樹の栄養状態であるとし、栽培者の受

けとり方として新しょうの長さ、太さ、発生密度、葉の大きさ、葉色、新しょう停止期などを総合的にとらえたものであるとしている。今(22)は樹の外見的なこれらの形質に加えて、内面的なものも含めて樹相と表現した。このように樹を総合的にみた研究は少ないが、ここではヘッジロー樹の樹相を四つの型に分け、これらの枝しょう、葉、果実について外面的、内面的に調査し、診断時期、診断方法について検討した。

普通仕立て樹においては栽植時に同じ樹勢の樹でも栽培管理、とくに整枝せん定、肥培管理などで異った樹相となり診断は困難であるが、ヘッジロー仕立ての場合は樹の状態にかかわらず画一的にヘッジング、トッピングしてあり、肥培管理も一樣なのでそのような困難性は排除できた。樹相の分類であるが樹冠上部の新しょう長を測定した結果、スターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスとも四つの型に分類できた。スターキング デリシャスのⅠ型は平均頂端新しょう長が95.6cm、Ⅱ型は69.1cm、Ⅲ型は42.0cm、Ⅳ型は22.0cmであった。ゴールデン デリシャスのⅠ型は84.1cm、Ⅱ型は70.2cm、Ⅲ型は41.3cm、Ⅳ型は29.1cmであった。各型においては短かい新しょうから長い新しょうまでかなりの幅がみられた。WILCOX(40)は普通仕立て樹の新しょうを測定し、樹間において、あるいは1樹のなかでも広い幅の変異があることを報告している。樹体は両品種ともⅠ型が最も大きく、Ⅱ型>Ⅲ型>Ⅳ型の順であった。頂芽数は樹冠容積が大きいほど多かったが、単位樹冠容積当たりになしてみるとⅢ型が多く密に着生していた。着果量はスターキング デリシャスではⅢ型が多く、ゴールデン デリシャスではⅡ型のものがⅢ型のものよりわずかに多かった。外見的にはⅠ型の樹では葉色が濃緑で、大型の葉が多く、うすい感じがした。枝はかなり勢よく伸長し、二次伸長もあり、枝が弱々しく節間も長くなっている。果実は縦軸が長く、クロロフィルの消失が遅く、樹全体として繁茂の様相を呈し、夏季は日かげが多く園地は暗くなっている。Ⅱ型はⅠ型の樹ほどでないが樹勢が強い様相を呈した。Ⅲ型の葉は中ぐらいの大きさで、厚っぽく頑丈である。枝は太く節間は短い。栄養生長と生殖生長のバランスがとれ健康的な状態である。Ⅳ型の葉は淡緑色で小型である。枝伸びはわずかで樹全体として勢いが感じられなかった。樹肌(樹皮の色)についても観察したがⅠ型では黒みがあった青みを示し、Ⅲ型では赤褐色で光沢があった。Ⅳ型では淡黄色であり渋谷(36)の観察と一致した。Ⅰ型からⅣ型までの分類はGOURLEYの分類によく似ていたが、リンゴ(スターキング デリシャス、ゴールデン デリシャス

ス) の場合Ⅰ型がGOURLEYらのクラスⅡに該当するようで、Ⅱ型はクラスⅡとⅢの間にはいるものと思われる。

リングの樹相を表現する樹体形質として枝しょうの長さ、太さを扱った研究は多い。WILCOX (40) はデリシャス樹を使って頂端新しょう長におよぼす樹冠の高さと発生角度について検討している。樹冠部位は上部、中央部、下部に分け、枝の発出角度は垂直に立ったもの、斜めに傾いたもの、水平なもの、下垂したものに分け試験したが、枝の角度別については垂直>斜め>水平>下垂の順で伸びており垂直に伸びた枝は下垂枝の2.9倍も伸びた。樹冠の高さ別では樹冠上部>中央部>下部の順で樹冠上部は樹冠下部の1.5倍も伸びていたと報告している。JOLLYとHOLLAND (11) はリング樹の長さ5cm以上の全新しょうを測定し、サンプリング方法を検討している。新しょう生長の測定は現在まで小さな樹では容易になされてきたが、大きな樹ではなかなか評価される方法が少ない。一つの方法はsystematic shoot samplingであり、一つはrandom branch samplingであるが前者は幼木に適用され、後者は成木に適用されている。

菊池(15.16.17.18) は新しょう特性の研究を中心に樹相の表示法について検討してきた。対象の樹は普通仕立て樹であるが、樹冠上の特定部位の生長は他の部位の生長の影響を受けているものと考え、特定部位の生長をもって樹全体の生長を代表されることは妥当ではなく、樹冠全体を測定の対象とすることが唯一の妥当な方法であるとしている。ヘッジロー仕立て樹の場合は画一的にせん去され、同一管理のもとで行なわれたので普通仕立て樹より新しょう測定に当たっての問題点は少なかった。

ヘッジロー仕立て樹の樹相の分類はせん定前の樹冠上部の頂端新しょう長を両品種とも50樹ずつ測定したところ長さによって四つの型に分類できた。これをⅠ型、Ⅱ型、Ⅲ型、Ⅳ型とし、Ⅰ型は見かけ上の樹勢が著しく強いもの、Ⅱ型は見かけ上の樹勢が強いもの、Ⅲ型は見かけ上の樹勢がおおむね適当であるもの、Ⅳ型は見かけ上の樹勢が弱いものとした。樹冠容積は見かけ上の樹勢が強いものほど大きく、頂芽数は樹冠容積が大きいほど多い傾向があった。容積当りの頂芽数をみると、見かけ上の樹勢がおおむね適当であるⅢ型がほかの区のものよりも多かった。これは新しょうが7月上旬までには樹全体の80%以上停止し、節間もⅠ型、Ⅱ型よりもⅢ型で短かった。着果数をスターキング デリシャスは5年間、ゴールデン デリシャスは6年間の総計でみるとスターキング デリシャスではⅢ型が最も多く、Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅳ型の順であった。

ゴールデン デリシャスではⅡ型が多く、Ⅲ型、Ⅰ型、Ⅳ型の順であった。単位容積当りの着果数でみると両品種ともⅢ型がほかの型よりも多かった。

新しょうによる診断では、枝伸びの様相をみると樹冠上部の枝伸びと樹冠下部の枝伸びには顕著な差があったので両部位に分けて調査した。両品種ともに樹冠上部ほど新しょう停止が遅く、二次伸長もみられたが樹冠上部の新しょう長による診断時期は8月下旬、樹冠下部では7月下旬が適期と思われた。長さによる診断では樹冠上部の頂端新しょう長が81cm以上、樹冠下部の頂端新しょう長が61cm以上ではⅠ型、樹冠上部の頂端新しょう長が61~80cm、樹冠下部の頂端新しょう長が41~60cmではⅡ型、同様に41~60cm、21~40cmではⅢ型、40cm以下、20cm以下ではⅣ型に分類された。ゴールデン デリシャスでは果そうから発出した新しょう(副しょう)によっても診断できた。果そうには果実が成っているものが対象となるが、Ⅰ型は25cm、Ⅱ型は15~16cm、Ⅲ型は10~13cm、Ⅳ型は5cm以下が該当した。OVERLEYとOVERHOLSER (3) は頂端新しょうの長さとその径に高い相関関係があることをみい出しているが長さとの基部の径を合せて測定することが信頼性がより高くなると報告している。神戸(12.13) らはゴールデン デリシャスを用い、新しょう停止時期と果実品質の関係を調査し、6月中旬ごろに樹冠全体の90%ほど停止した樹を早期停止樹、6月末から7月上旬に停止した樹を中期停止樹、7月20日以降に停止する樹を晩期停止樹とした。そして一般的には早期に停止するものは老木によって代表され、中期に停止するものには成木、晩期まで枝伸びするものには幼木が該当していることを述べている。ヘッジロー仕立て樹において6月末に調査すると、両品種とも樹冠上部においても樹冠下部においても見かけ上の樹勢が弱いものほど停止割合は高く、見かけ上の樹勢が強いものほど停止割合は低かった。また神戸(21) はゴールデン デリシャスの全新しょう長の長さ別分布を示し、樹相の強い樹では10cm以下の枝の割合が約30%程度であるが、樹相が適当である樹では42%程度で、樹相が弱いものでは77%程度であったと報告している。ヘッジロー仕立て樹の場合もⅠ型、Ⅱ型では41~51%、Ⅲ型では66%、Ⅳ型では88%と傾向としては似ていた。新しょうによる診断は頂端新しょう長、新しょうの停止時期、短果枝の割合、長果枝割合が最も適確によく表現しうる樹体形質であった。

葉による診断では大きさ、葉面積は昔からは場試験における重要な調査項目となってきた。葉の生長過程、葉面積の拡大状況について調査したところ果そう葉は展葉

後生長を続けるが、5月下旬をピークにその後は変化がみられなかった。新しょう葉は果そう葉が生長停止した後も生長を続けるが、6月中旬をピークとして停止している。CAIN (4)は旭のヘッジロー仕立て樹における樹冠葉の生長について報告しているが、果そう葉は落花期の5月下旬まで生長をとげ、その後葉面積は変らない。新しょう葉は6月下旬まで生長し、その後の葉面積は変らないとしている。これは本報告とまったく一致している。KATOとITO(14)、LUCKWILL (26)によれば果実が成っている果そう葉はよりゆっくりと生長し、花の咲かない果そう葉より葉面積は小さいと報告しており、この観察はMAGGS (27, 28)の報告でも一致している。葉面積はHALFACRE(10)らの方法でもに測定した。葉面積と、HALFACREらの値の相関係数はスターキング デリシャスでは $r=0.868^{***}$ 、ゴールデン デリシャスでは $r=0.841^{***}$ と高い相関関係が得られた。葉の大きさ、葉面積ではスターキング デリシャスにおいてⅠ型>Ⅱ型=Ⅲ型>Ⅳ型、ゴールデン デリシャスではⅠ型>Ⅱ型>Ⅲ型>Ⅳ型と各型の間に有意な差が認められた。診断時期はスターキング デリシャスの果そう葉では生育初期の5月中旬ころ、ゴールデン デリシャスでは5月下旬から6月中旬ころまでである。新しょう葉は各型の間に有意な差が認められず診断は困難であった。葉重はスターキング デリシャスにおいては果そう葉、新しょう葉ともに生育初期で、ゴールデン デリシャスでは生育後期において有意な差が認められた。山崎(22, 44)らは樹相診断の指標となるべき葉色カラーチャートをゴールデン デリシャスについて作製し、カラーチャート指数とクロロフィル含量との関係を求め $r=0.846^{***}$ と有意な相関関係を認めている。松井(30)らはふじについてカラーチャート指数とクロロフィル含量、葉中Nとの関係、地色指数との関係を調査し、それぞれ $r=0.856^{***}$ 、 $r=0.782^{***}$ 、 $r=-0.626^{***}$ と高い相関関係があることを報告している。スターキング デリシャスは生育初期の5月20日は果そう葉、新しょう葉とも各型間に差が認められたがその後大きな差は認められなかった。7月中旬から葉色カラーチャートを用いたが各型間に有意な差が認められた。ゴールデン デリシャスでは果そう葉では各型間にほとんど差が認められなかったが、新しょう葉は7月中旬から各型間に明らかな差が認められた。葉内成分、とくに新しょう葉ではスターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスともにⅠ型、Ⅱ型の栄養生長が旺盛なほど窒素含量は高かった。リン酸含量はゴールデン デリシャスでは窒素含量とは逆の傾向で栄養生長の弱いほど高かった。しかし、スター

キング デリシャスではゴールデン デリシャスと異なり、その傾向は明らかでなかった。カリ含量はゴールデン デリシャスでは差は認められなかったが、スターキング デリシャスでは栄養生長と同じくⅣ型が低い傾向を示した。Ca、Mgはスターキング デリシャスではカリ含量と同じ傾向を示したが、ゴールデン デリシャスでは明らかでなかった。山崎(44)はゴールデン デリシャスにおける葉中Nの基準値を示し、1.53~1.96%の範囲では欠乏、1.96~2.06%の範囲では不足、1.92~2.26%の範囲では適当、2.46%以上であればやや過剰としている。RAESE (34)によればゴールデン デリシャスの適正葉中窒素含量は9月中旬の分析で1.8~2.1%とされており、WILLIAMS (22)の報告でも高品質の果実を生産するためには1.9~2.1%が適正とされており、2.2%以上では果色が緑色をおびる傾向があるとしている。WESTWOOD とGERBER (39)は桃のせん定法について報告しているなかで、強せん定の樹では生長点当たりの窒素が多く使われ、C-Nバランスをこわしていると述べている。ゴールデン デリシャスの若葉を2~3枚加えた生長点の窒素含量でも見かけ上の樹勢が強いⅠ型で窒素含量は高く樹相診断ができるものと思われた。葉による診断は葉色が最も適切で診断時期は7月中旬から8月中旬で可能であった。

果実による診断は果実の大きさ、着色状況、地色を中心に調査したが、スターキング デリシャスでは6月ころの生育初期からⅠ型、Ⅱ型が大きく、Ⅳ型では小さかった。ゴールデン デリシャスでも同じ傾向であり、収穫時の平均果重がスターキング デリシャスのⅠ型では252.0g、Ⅱ型では277.8g、Ⅲ型では266.6g、Ⅳ型では225.8gであった。ゴールデン デリシャスではⅠ型が246.6g、Ⅱ型は268.8g、Ⅲ型は265.4g、Ⅳ型は234.6gであった。果実の着色、等級別分類ではⅢ型で着色良好な果実が多く、次いでⅡ型、Ⅳ型の順であるがⅠ型の割合は低かった。各型別に割合の高いものはⅠ型では「良」、Ⅱ型は「優」、Ⅲ型は「秀」、Ⅳ型は「優」であった。ゴールデン デリシャスは果色別に分類してみると、見かけ上の樹勢が強いⅠ型でアオ実(5GY果)が多く、見かけ上の樹勢が弱いⅣ型で黄色果(7.5Y果、5Y果)が多かった。果実品質ではスターキング デリシャスのⅠ型が果実は小さく、果肉硬度は高く、屈折計示度も高かったが食味の結果渋味が残った。Ⅲ型、Ⅱ型はほとんど食味は同じであったがⅠ型の果実ではまずかった。ゴールデン デリシャスのⅢ型の果実は糖・酸ともに調和して良好であったがⅠ型、Ⅳ型の果実は劣った。神戸(13)らは新しょう停止期が早く、新しょうの短い樹で生産された果実は平均重量が小さく、

果色は良好で屈折計示度が高く、リンゴ酸含量が高い。逆に新しょう停止期の遅れた樹の果実は一般に大きく、果色は悪く、屈折計示度の低い食味の劣る果実が生産されたとおりこの結果と一致していた。スターキング デリシャスなど着色系品種では果実の着色状況、ゴールデン デリシャスなど黄色系品種では果色、地色（クロロフィルの消失程度）が樹相診断の一つの指標となった。

スターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスのヘッジロー仕立て樹の場合、毎年均産し、良品質の果実が生産できる樹相は樹冠上部の頂端新しょう長は41～60cmであり、樹冠下部の頂端新しょう長は21～40cm、新しょう停止時期は6月下旬から7月上旬で、結果枝の長さ別割合をみた場合、短果枝割合が66%、中果枝割合が7%、長果枝割合が27%程度の樹である。葉では新しょう葉の平均葉身長が7.5cm、平均葉幅が3.8cm、全クロロフィル含量が4.72mg、葉色カラーチャート指数5、葉内N含量が2.14%、果そう葉の葉身長は6.8cm、葉幅が3.2cm、全クロロフィル含量が6.07mg、葉内N含量が2.10%ぐらいを保持しているべきである。こういう樹相をした樹から生産された果実は中玉割合が高く、果色は良好で地色は黄色であり、食味のすぐれた果実がとれ、翌年の花芽形成も十分である。各地の園地をよく見てみるに同一園においても多種多様な樹相をもった樹が散在している。これらをよく観察、分析し理想的な樹相の指標を求め、これらに対応する合理的な栽培法を実施することがきわめて重要かつ必要なことである。

Ⅶ. 摘 要

既成樹をヘッジロー仕立てに改造した樹相診断について1974年、1975年の両年検討した。品種はスターキング デリシャス、ゴールデン デリシャスを用い、枝、葉、果実に付けてその診断時期と診断方法を検討した。

1. 樹冠上部の新しょう長により四つの型に分類した。
Ⅰ型：見かけ上の樹勢が著しく強い。
Ⅱ型：見かけ上の樹勢が強い。
Ⅲ型：見かけ上の樹勢がおおむね適当。
Ⅳ型：見かけ上の樹勢が弱い。
2. 枝による樹相診断は頂端新しょう長、新しょうの停止時期がよい指標であった。
3. 樹冠上部の頂端新しょう長は両品種ともⅠ型が81cm以上、Ⅱ型は61～80cm、Ⅲ型は41～60cm、Ⅳ型は40cm以下のものが該当した。樹冠下部ではⅠ型が61cm以上、Ⅱ型が41～60cm、Ⅲ型が21～40cm、Ⅳ型は20cm以下のものが該当し、診断時期は樹冠上部では8

月下旬、樹冠下部では7月下旬が適期であった。

4. 新しょう停止時期は見かけ上の樹勢が弱い型ほど早く停止し、診断時期は6月下旬が適期であった。
5. 葉による樹相診断は葉色、葉中窒素含量、新しょう生長点の窒素含量がよい指標であった。
6. 葉色は見かけ上の樹勢が強い型ほど濃緑で、診断時期は7月下旬から8月上旬にかけて葉色カラーチャートを用いて測定するのが適当であった。
7. 新しょう葉の葉中窒素含量はスターキング デリシャスのⅠ型では2.6%、Ⅲ型は2.4%、Ⅳ型が1.8%、ゴールデン デリシャスではⅠ型が2.5%、Ⅲ型が2.1%、Ⅳ型が2.0%で見かけ上の樹勢が強いほど窒素含量が高かった。
8. 果実による樹相診断は等級別分類、アオ実の発生程度がよい指標となった。診断時期は採取時であった。

Ⅷ. 引 用 文 献

1. 青木二郎 (1975) 新編リンゴの研究 273-327 津軽書房
2. Barlow, W. B. (1964) An interim report on a long-term experiment to assess the effect of cropping on apple tree growth. R. E. Malling Res. Stn. for 1963. 84-92
3. ————— (1965) The effect of cropping on the number and kind of shoots on four apple varieties. R. E. Malling Res. Sta. for 1965. 120-124
4. Cain, John. C. (1973) Folliage canopy development of McIntosh apple hedgerow in relation to mechanical pruning the interception of solar radiation and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 (4) 357-360
5. Chandler, W. H. (1925) Fruit growing. Constable and company limited. London Bambay Sydney 14
6. Childers, Norman F. (1949) Modern Fruit Science 128-145
7. Ferree, M. E. and Barden, J. A. (1971) The influence of strains and rootstock on photosynthesis, respiration, and morphology of Delicious apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 (4):453-457
8. Fisher, J. E. and Loomis, W. E. (1954) Auxin-florigen balance in flowering of soybean. Science 119:71-73

9. Gouley Joseph Harvey. and Howlett, Freeman, Smith. (1941) Modern Fruit Production 62-79
10. Halfacre, R. G. Barden, J. A. and Rollins. H. A. Jr. (1968) Effect of Alar on morphology, chlorophyll content, and net CO₂ assimilation rate of young apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93:40-52
11. Jolly, G. M. and Holland, D. A. (1958) Sampling methods for the measurement of extension growth of apple trees. Ann. Rep. E. Malling Res. Sta. for 1975. 87-90
12. 神戸和猛登・久米靖穂 (1967) リンゴ (ゴールドンデリシヤス) の摘果の強度 農及園 42 (7) 63-66
13. ——— (1969) リンゴ品質向上の管理法 農及園 44 (1) 51-54
14. Kato, T. and Ito, H. (1962) Physiological factors associated with shoot growth of apple trees. Tohoku J. Agric Res., 13:1-21
15. 菊池卓郎 (1969) 新しいの度数分布よりみたリンゴの生長特性に関する研究 第1報 spurとshootの度数分布の一般的性質 秋季園芸学会発表要旨 14-15
16. ——— (1971) 新しいの度数分布よりみたリンゴの生長特性に関する研究 第2報 樹齢とせん定の影響について 春季園芸学会発表要旨 116-117
17. ——— (1972) 新しいの度数分布よりみたリンゴの生長特性に関する研究 第3報 成木の分布型の解析と生長特性の判定 (その1) 春季園芸学会発表要旨 60-61
18. Kikuchi, T. (1974) Growth and structure of the shoot system of apple tree as characterized by the frequency distribution of shoot lengths characterized. Bull. Fac. Agric. Hirosaki Univ. 23:27-59
19. 菊池卓郎・塩崎雄之助 (1978) 頂端新しい長によるリンゴの樹勢の標示 春季園芸学会発表要旨 156-157
20. ——— (1979) 果樹の樹勢の測定をめぐる問題点 農及園 54 (11) 9-14
21. 今喜代治・川島東洋一 (1976) リンゴ無袋栽培技術 90-166 誠文堂新光社
22. ——— (1978) ふじ無袋栽培事例集 1-86 青森県りんご協会
23. 久米靖穂・今喜代治・田口辰雄・鈴木 宏 (1976) 既成リンゴ園のヘッジロー化に関する研究 第5報 ヘッジロー樹の生育相診断について 春季園芸学会発表要旨 18-19
24. ——— (1977) リンゴのヘッジロー仕立て 既成リンゴ園の樹形改造と作業車の導入 果実日本 32 (9) 72-77
25. ———・今 喜代治・田口辰雄・鈴木 宏・神戸和猛登 (1978) 既成リンゴ園のヘッジロー化に関する研究 第1報 樹形改造が生産力、果実品質、受光量、その他要因におよぼす影響 秋果試研報 10: 1-26
26. Luckwill, L. C. (1970) The control of growth and fruitfulness of apple trees. In physiology of tree crop. 237-254 Academic Press, London and Newyork.
27. Maggs, D. H. (1963) The reduction in growth of apple trees brought about by fruiting. J. hort. Sci. 38:119-128
28. ——— (1964) The distance from tree base to shoot origin as a factor in shoot and tree growth. J. hort. Sci. 39:298-307
29. 永沢勝雄 (1948) 園芸の基礎知識 葉、花、果実 1-343 鳳文書林
30. 松井 巖・佐々木 高・佐々木美佐子 (1978) カラーチャートによる「ふじ」の栄養診断 寒冷地果樹に関する試験研究打ち合わせ会議資料
31. 望月武雄 (1962) リンゴ樹において果実着生によって惹起される樹勢衰弱現象の解明に関する研究 弘大農報 8:40-124
32. 大崎 守 (1948) 果樹せん定原則 1-42 岡山県園芸協会
33. Overley, F. L. and Overholser, E. L. (1935) Progress report of fertilizer studies with Jonathan apple upon Ephrata fine sandy loam. Washington Agr. Exp. Sta. Bull. 319
34. Raese, J. T. and Williams, M. W. (1974) The relationship between fruit color of Golden Delicious apples and nitrogen content and color of leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 39:61-65
35. Rogers, W. S. and Booth, G. A. (1964) Relationship of crop and shoot growth in

- apple. J. Hort. Sci. 39:61-65
36. 渋川伝次郎 (1965) 新版リンゴ剪定図説 34-52
青森県りんご協会
 37. Singh, L. B. (1948) Studies in biennial bearing. Growth studies in "on" and "off" year trees. J. hort. Sci. 24:123-148
 38. 志佐 誠・加藤幸雄 (1962) 植物生殖生理 1-108
誠文堂新光社
 39. Westwood, M. N. and Gerber, R. K. (1958) Seasonal light intensity and fruit quality factor as related to the method of pruning peach trees. proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72:85-91
 40. Wilcox, J. C. (1937) Field studies of apple tree growth and fruiting. I. Sampling and measuring terminal shoot. Sci. Agr. 17:563-572
 41. ————— (1937) Field studies of apple tree growth and fruiting. II. Correlation between growth and fruiting. Sci. Agr. 17: 573-586
 42. ————— (1937) Field studies of apple tree growth and fruiting. III. Some observations on the measurement of tree vigour. Sci. Agr. 17:657-667
 43. ————— (1940) Adjusting apple yields for differences in size of tree. Sci. Agr. 21 :139-148
 44. 山崎利彦・新妻胤次・松井 巖・田口辰雄 (1977) リンゴ (ゴールドンデリシヤス) の葉分析法の実用化に関する研究 秋果試研報 (9) 25-73

Study on the Change into Hedgerow Training in the Existing Apple Orchard

II. Tree Aspect Diagnosis of Hedgerow trained Trees

Yasuho Kume, Kiyoji Kon, Tatsuo Taguchi and Hiroshi Suzuki.

Summary

In 1974 and 1975, we diagnosed the aspects of existing apple trees that had been hedgerow trained. The trees examined were Starking Delicious, and Golden Delicious. Both the period and method of diagnosis were investigated with regard to the shoots, the leaves, and the fruit, respectively.

1. The trees were classified into 4 types according to the length of the current shoot at the upper part of the canopy:
Type I: extremely vigorous in appearance,
Type II: very vigorous in appearance,
Type III: adequately vigorous in appearance,
Type IV: not vigorous in appearance.
2. The length of the current shoot, and the period when elongation of the current shoot had stopped was a good index for diagnosis of the tree aspects.
3. The length of the current shoot at the upper canopy was 81cm or more in type I, 61~80cm in type II, 41~60cm for type III and 40cm or less for type IV for both species. The length of the current shoot at the lower canopy was 61cm or more for type I, 41~60cm for type II, 21~40cm for type III, and 20cm or less for type IV. The appropriate period for diagnosis was at the end of August for the upper part of the canopy, and at the end of July for the lower canopy.
4. The elongation of the current shoot stopped earlier, in proportion to the weakness of the tree in appearance, and the appropriate period for this diagnosis was at the end of June.
5. Leaf color, nitrogen content in the leaf, and nitrogen content in the growing point of the current shoot were good indices when the leaf was used for diagnosis of the tree aspects.
6. The stronger the tree was in appearance, the deeper green the leaf, and diagnosis was appropriate with a color chart of the apple leaves between the end of July and the beginning of August.
7. The nitrogen content of the leaf of the current shoot in Starking Delicious was 2.6% in type I, 2.4% in type III and 1.8% in type IV, and in Golden Delicious, it was 2.5% in type I, 2.1% in type III, and 2.0% in type IV. Thus, the stronger the tree in appearance, the greater the nitrogen content.
8. Graded classification and production of "green fruit" were suitable indices for diagnosis of the tree aspect when the fruit was used. The period of diagnosis was the harvesting season.