栃木農試研報No.21：69～84（1976）

ナシ幸水の高品質維持と鳥害防止に関する研究

松浦永一郎・金子友昭・坂本秀之

I 緒　　言

幸水は品質が優れているので市場での人気も高く，近年最も増植の著るしい品種であり，現在本県における栽培面積は約200haであるが，今後300haに増植される見込みである．

しかしながら増植が進み，産地が広域化し，生産量も増加するにしたがって，品質の良くない果実が市場に出荷され，問題になりつつある．

長十郎などでは，着果量を多くして多肥栽培を行うと果実は肥大するが，品質特に糖度は低下することが知られており，同様のことが幸水の場合にも考えられる．さらに幸水の着果量は長十郎の70～80%が適当であろうといわれているが，この点について検討した試験はほとんどみられない．そこで高品質の果実生産のための適正着果量について，果実品質と果実肥大の面から検討した．

また1樹中でも，着果位置によって果実品質に差があることが認められるので，着果位置と品質との関係について検討し，あわせてその改善方法についても考察を試みた．

ナシの収穫は完熟させて行うのが常であり，幸水の収穫についても同じような考え方で行われてきた．しかし市場に出荷され，消費者にわたるまでにはかなり品質の低下をきたすことがしばしばみられる．このような観点から，市場出荷する場合に高品質を維持できるような果実の収穫適期をは握する必要があり，収穫適期判定基準の策定について検討した．

ナシの栽培面積が拡大され，幸水のようなうまい品種の占める割合が多くなるにつれて鳥による被害が年々増加し，生産を阻害する要因の一つになっている．この対策としてこれまで爆音器，テープ，花火等が使用されてきたが，どれも決定的な対策となっていない．そこでこれらの解決策として，防鳥網及びその他二三の方法を試み鳥害防止法について検討した．

なお，本試験は農林省から総合助成をうけ，埼玉県園芸試験場を主査県とし，茨城県園芸試験場，千葉県農業試験場，神奈川県園芸試験場，富山県農業試験場，群馬県園芸試験場（県単）との共同研究として1973～1975年にわたって実施したもので，本報告はそのうちの当場の結果をとりまとめたものである．

II 幸水の適正着果量について

1． 試験方法

1） 供試樹

栃木県農業試験場果樹園の4本主枝，盃状型整枝の幸水を供試した．樹令は1973年は7年生，1974年は8年生，1975年は9年生であった．なお，1973年の供試樹は間伐予定樹で，永久樹に比べると樹も小さく，樹勢もやや劣っていた．1974年と1975年は永久樹を供試した．

2） 着果量の規定及び試験区の設定

1973年と1974年は全花芽数を調査し，花芽数に対する比率で着果量を規定し，1973年は花芽数の20%，35%及び50%を着果させる試験区を，1974年は花芽数の35%，50%及び65%を着果させる区を設定した．

1975年は樹冠面積を測定して，樹冠面積4 m^2当たりの果数で着果量を規定した．1975年の試験区は樹冠面積4 m^2当たり45果，50果及び55果区とした．

また3か年とも試験には9樹を供試し，1区1樹3反復とした．

3） 調査項目及び調査方法

調査は花芽数，樹冠面積，収量，1果平均重，収穫果実の階級別分布，果実糖度（3か年），葉数（1973年，1974年）について行った．

花芽数の調査は判別の容易な開花直前に行い，樹冠面積は樹冠を四辺形とみなして，5月下旬に調査した．

収量は1樹ごとに全果実を測定し，1果平均重は傷害果を除いた健全果から算出した．果実の階級別分布も健全果のみを重量選果機を使用して，3L以上，2L，L，M，S，2S以下の6階級に分類した．．

果実糖度は，1973年と1974年は収穫盛期に2回，1樹当たり10果，計1区60果をとり，果実の赤道部で平均的な果色の部分の糖度を，手持ち式の屈折計で測定した．1975年は収穫盛期に1回，各区3樹の収穫果の中からそれぞれ20果をとり，前2年と同様の部分をアッベ屈折計で測定した．

葉数は，大部分の新しようが伸長を停止する7月上旬に，果そう葉，新しよう葉に分けて調査した．

2． 試験結果

1） 花芽数，葉数及び樹冠面積

第1表に示したように，1973年は供試樹が間伐予定樹であったため，樹冠面積も小さく，1樹当たりの花芽数や葉数も少なかった．

1973年と1974年の樹冠面積1m²当たりの花芽数には差がみられなかったが，1975年の花芽数は少なく，花芽数に年次間差がみられた．また3か年とも1樹当たりの花芽数が最少の樹と最大の樹では，2倍近い花芽数の差がみられ，幸水の花芽数に供試樹間の差が大きかったことを示していた．

全葉数中に占める果そう葉の割合は1974年の供試樹の方が多く，また1m²当たりの葉数でも1974年の供試樹が多かった．

2） 着果量

第2表に示したように，平均値でみた場合の1973年の50%区の着果量は，10a当たりに換算すると約10,000果で，1974年の50%区の10a当たり約10,800果とほぼ同数の着果量であった．しかし着果量を花芽数に対する比率で規定したため，4m²当たりの果数でみると，花芽数の樹間差が影響して樹による差が大きかった．

1975年の着果量は樹冠面積4m²当たりの果数で規定したので，樹間差はほとんどみられなかった．また1975年の最少の着果量の区は，1974年の50%区と同程度の着果量になるように設定したので，樹冠面積4m²当たり45果区が10a当たり11,250果で，前2年の50%区に近い着果量であった．しかし1975年は花芽数が少なかったので，花芽に対する比率は64.3～71.5%と高か

第1表 花芽数，葉数及び樹冠面積

試験	花芽数 個				葉数 枚					樹冠
	1樹当たり			1m²	実測値			1m²当たり		面積
年次	最大	最小	平均	当たり	全葉	果そう葉	果そう葉割合 %	全葉	果そう葉	m²
1973	646	318	470	22.0	6,595	3,550	53.8	308	166	21.4
1974	855	455	667	22.3	11,336	7,572	66.8	379	252	29.9
1975	749	377	611	18.6	—	—	—	—	—	32.8

注．1樹当り花芽数の最大最小以外は3樹の平均である．

第2表　着果量及び1果当たり葉数

試験年次	試験区	着果量 個 1樹当たり	花芽に対する比率%	4 m²当たり 最大	4 m²当たり 最小	4 m²当たり 平均	10a 当たり	1果当たり葉数 枚 全葉	1果当たり葉数 枚 果そう葉
	20%	97	20.0	25	14	20	4,850	73	38
1973	35	165	35.0	36	22	30	7,570	43	22
	50	226	49.8	53	27	40	10,130	25	15
	35%	235	35.0	40	22	31	7,760	51	33
1974	50	325	49.2	55	32	43	10,760	35	24
	65	436	65.0	66	49	60	14,880	25	16
	45果	378	71.5	45	44	45	11,250	—	—
1975	50	408	66.4	52	49	51	12,500	—	—
	55	443	64.3	55	54	55	13,750	—	—

注．4 m²当たり着果量の最大，算小以外は3樹の平均である．

った。

3）　1果当たり葉数

1果当たりの葉数は第2表のように，着果量の少ない区ほど全葉，果そう葉とも多かった．1973年と1974年の着果量がほぼ等しい35%区と50%区について比較してみると，1974年の葉数が多く，1974年の50%区の葉数は1973年の35%区の葉数に近かった．

4）　果実肥大及び収量

第3表からも明らかなように，果実肥大は着果量が増加するほど劣り，1果平均重や大果の比率が減少した．また3か年の中では1973年の肥大が劣り，50%区の1果平均重は236 g，35%区でも263 g しかなかった．

1973年と1974年の収量は着果量に比例して増加した．しかし1975年の収量と着果量には明ら

第3表　収量及び収穫果実の形質

試験年次	試験区	収量 kg/樹	1果平均重g	果実の階級別分布% 3L以上	2L	L	M	S	2S以下	L以上の割合%	果実糖度%
	20%	26.4	281	0.8	12.9	50.4	25.8	8.5	1.6	64.1	12.5
1973	35	40.6	263	0	9.7	45.4	23.4	16.1	5.4	55.1	12.3
	50	49.1	236	0.8	5.0	26.0	23.2	16.0	29.9	31.8	11.9
	35%	70.3	301	5.0	28.1	43.6	16.1	6.0	1.2	76.7	10.80
1974	50	87.4	286	1.4	17.7	48.0	21.8	8.0	3.1	67.1	10.74
	65	104.8	254	0.2	5.9	34.6	30.6	17.0	11.7	40.7	10.57
	45果	97.1	282	0.8	14.2	56.0	19.6	7.1	2.3	71.0	12.2
1975	50	99.0	265	0.9	8.5	47.7	26.3	11.2	5.4	57.1	11.8
	55	95.6	239	0	1.4	33.7	31.8	22.6	10.5	35.1	11.5

注．1973年と1774年の糖度は60果の平均，1975年の糖度は20果の平均である．その他は3樹の平均である．

かな傾向がみられなかった．

5）　果実糖度

果実糖度は第3表のように，3か年とも明らかに着果量が増加するにつれて低下した．

3か年の中では1974年が特に糖度が低く，他の年に比べ1.0％以上も低かった．しかし1974年の試験区間の糖度の差は1973年，1975年の区間差よりはるかに小さく，35％区と50％区の差は0.06，50％と65％区の差は0.17であった．

3．　考察

一般にナシの価格の高いのは，大きさでいえばL～2L級の果実であり，幸水についても同様なことがいえる．また幸水は肉質が軟かく，酸も少ない品種なので，糖含量の多少によって品質が左右されると考えられる．これらの点から本試験では1果平均重が260g以上で，糖度11.5％以上の果実を良質で商品性の高い果実と考えて，着果量の検討を行った．

果実肥大についてみると，1果平均重は着果量が増加するほど小さくなり，また収穫果実中のL以上の大果の比率が減少した．

3か年の果実肥大を同一程度の着果量の区で比較してみると，1973年の50％区は1果平均重が236g，1974年の50％区は286g，1975年の45果区は263gで，1973年の果実肥大が劣った．これは1973年の果実肥大期にあたる7月上旬から8月上中旬に，乾燥が続いたことが影響していると考えられる．

1974年の50％区は1果平均重が286gと大果であったが，65％区は254gであり，1果平均重で260g以上になる着果量の限界は50％と65％の間にあると考えられた．

1975年は着果量が樹冠面積4m²当たり45果，50果及び55果の区を設けて検討したが，45果区は1974年の50％区に近い着果量で，55果区は1974年の65％区より4m²当たりで5果少い着果量であった．1975年の試験区で1果平均重が260g以上になったのは45果区と50果区で，55果区は239gと小果であった．これらの結果から，幸水の1果平均重260g以上の果実を生産するための着果量の限界は，4m²当たりで50果程度であると考えられた．

L以上の果実の比率は，3か年の結果から1果平均重が260g以上になると，60％近くになると考えられる．

果実肥大と葉数とには密接な関係があり，長十郎では川口[2]が，商品として十分な発育をするのに必要な葉数は15～20枚であると報告しており，また新水については田中[5]の，250g以上の果実を生産するのに必要な葉数は全葉で25～30枚，果そう葉で15～20枚との報告もある．本試験で調査を行った2か年の結果では，1973年が乾燥の影響を受けていると考えられるので断定はできないが，260g以上の果実を生産するには，果そう葉で20枚くらいは必要であると考えられる．

収量と果実の大きさについては，着果量が少なくなると果実は大きくなるが，果実の大きさは葉面積の増加に比例して増加しないので，収量はかえって減少する[3]とされている．本試験の結果でも1973年と1974年には同様の傾向であった．1975年の結果では着果量と収量との関係は明らかでなかったが，これは1975年の試験区間の着果量の差が小さかったために，明らかな傾向がみられなかったものと考えられる．したがって4m²当たり45果から55果の着果量の範囲では，収量に大きな差はないと考えられる．

果実糖度は着果量が少なくなるほど増加したが，これは坂本ら[4]が長十郎で，10a当たりの着果量と糖度に有意な負の相関を認めたこと，あるいは葉面積が多いほど果実の糖含量が多く，品質も良好になる[3]とされていることと一致した．

1973年と1975年の糖度はいづれの区でも11.5％以上であったが，1974年は着果量の最も少ない35％区でも10.8％とかなり低かった．しかし

試験区間の糖度差は他の年に比べて非常に小さく，1974年の気象条件，特に収穫期前後の多雨が影響したものと考えられる．これらの点から幸水では，通常の気象条件の年ならば，4m²当たり50果程度の着果量で糖度11.5%以上の果実を生産することは容易であると考えられる．

以上のことから，幸水の1果平均重260g以上，果実糖度11.5%以上の果実を生産するための着果量の限界は，樹冠面積4m²当たりで50果程度と考えられ，着果量が多くなるほど，収量も増加する傾向がみられることを考えると，4m²当たり約50果が幸水の適正着果量といえる．

着果量の表示法としては単位面積当たりが，花芽数に対する比率や葉果比よりも安定しており，実用的であると考えられた．

ナシの適正な着果量は，土質や樹勢等によっても異るのが当然で一概にはいえないが，個々の園の幸水の着果量は，本試験の結果得られた樹冠面積4m²当たり50果，10a当たりで12,500果を基準にして，樹勢等を考えて決定すべきであろう．

また10a当たり12,500果は，長十郎の適正な着果量とされている18,000果の約70%に相当し，これは経験的に，幸水の着果量は長十郎の70～80%が適当であるといわれていることともほぼ一致していた．

1果平均重で260g以上の果実になるために必要な葉数は，1果当たりの果そう葉で20枚くらいと考えられたが，この点についてはさらに詳細な検討を要する．

III　着果位置と品質について

1．　試験方法

1973年，1974年とも栃木県農業試験場果樹園の，盃状型整枝の幸水と長十郎各2樹を供試した．供試樹の樹令は，両品種とも1973年は7年生，1974年は8年生であった．

果実の着果位置の分類は，樹冠下に主幹が交点に配置されるような1m方眼を作り，各果実の直下の方眼をその果実の着果位置として分類した．

個々の果実については，短果枝，えき花芽の別，着葉数，短果枝の方向，収穫時期，糖度（2年間），収穫果実重量，果そうの着生している枝令（1974年）を調査した．

着葉数の調査では，発育枝の発生している果そうはすべて発育枝として分類し，葉数は調査しなかった．

糖度は各果実の果色の均一な赤道部を，手持ち式の屈折計で測定した．

2．　試験結果

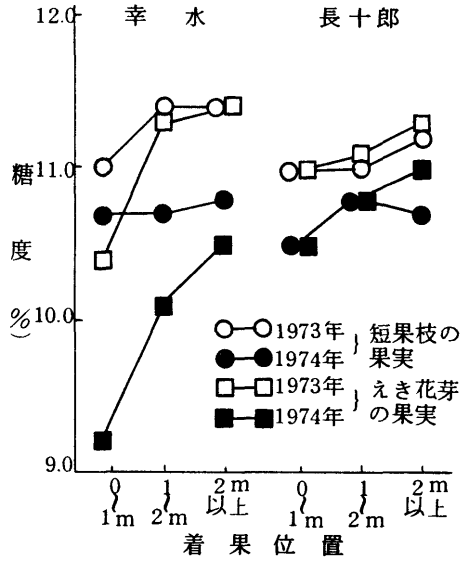
1）　着果数

主幹からの距離でみた場合の着果数は第4表のように，1973年には両品種とも1～2mの部分に多く，次いで幸水では2m以上の部分，長十郎では0～1mの部分に多かった．これは幸水の方が樹冠の拡大が早く，先端の

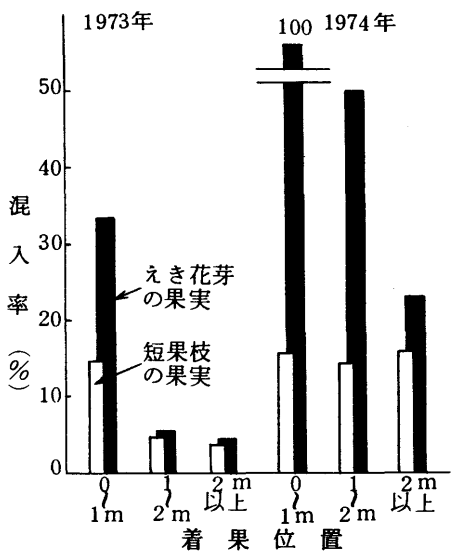
第4表　着果数及び位置別の着果割合

品種名	年次	花芽の別	総着果数	着果位置 %		
			1樹当たり個	0～1m	1～2m	2m以上
幸水	1973	短果枝	176	18.8	59.3	21.9
		えき花芽	111	9.5	45.0	45.5
	1974	短果枝	231	6.9	47.1	46.0
		えき花芽	48	3.1	33.3	63.5
長十郎	1973	短果枝	249	20.5	68.9	10.6
		えき花芽	104	12.6	71.0	16.4
	1974	短果枝	314	13.4	60.3	26.3
		えき花芽	89	10.7	53.3	36.0

注．着果位置は主幹からの距離で分類した．



第1図　着果位置と糖度



第2図　糖度10.0以下の果実の割合（幸水）

結果部位が大きかったためで，1974年の結果でも長十郎より先端部の着果割合が高い．

花芽別の着果数では，1974年には短果枝の着果数は増加したが，えき花芽の着果数は減少しており，特に幸水で少なかった．

2）　着果位置別の糖度

第1図のように両年の糖度に差がみられ，1974年の糖度が低かった．

幸水では着果位置を主幹からの距離によってみると，両年とも0～1mの部分の糖度が低く，先端部ほど糖度が高くなる傾向がみられ，特に0～1mのえき花芽の果実が低かった．

長十郎でも1974年は0～1mの部分の糖度が低く，幸水と同様の傾向がみられたが，長十郎では幸水に比較して位置による糖度の差は小さく，また花芽による差もみられなかった．

幸水について，着果位置ごとに収穫果実中の糖度10.0%以下の果実の割合をみると，第2図のように0～1m

第5表　短果枝の方向と糖度（%）

年次	品種名	短果枝の方向				
		下	斜め下	横	斜め上	上
1973	幸　水	11.4	11.3	11.3	11.3	11.3
	長十郎	11.2	11.0	11.1	11.1	10.9
1974	幸　水	10.9	10.5	10.6	10.7	10.9
	長十郎	10.6	10.7	10.7	10.8	10.8

第6表　収穫時期と糖度（%）

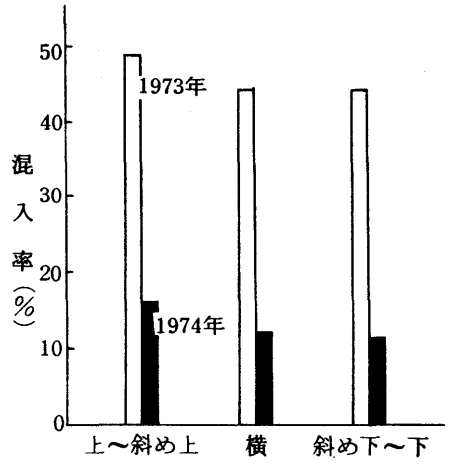
年次	品種名	花芽の別	収穫時期		
			前期	盛期	後期
1973	幸　水	短果枝	11.4	11.5	11.0
		えき花芽	11.2	11.5	11.0
	長十郎	短果枝	11.0	10.9	11.1
		えき花芽	11.2	10.9	11.4
1974	幸　水	短果枝	11.4	10.7	10.4
		えき花芽	11.0	10.2	10.2
	長十郎	短果枝	10.8	10.7	10.7
		えき花芽	11.0	10.8	10.6

第7表　着果位置と時期別の収穫割合（幸水）

花芽の別	着果位置	1973年 %			1974年 %		
		前期	盛期	後期	前期	盛期	後期
短果枝	0～1m	19.7	33.3	47.0	15.6	31.3	53.1
	1～2m	25.5	49.0	25.5	14.6	48.5	36.9
	2m以上	32.9	46.1	21.0	22.9	54.3	22.9
えき花芽	0～1m	0	23.8	76.2	0	33.3	66.7
	1～2m	21.0	39.0	40.0	3.1	40.6	56.3
	2m以上	19.8	41.6	38.6	14.8	44.3	40.9

第8表　収穫時期別の糖度10.0%以下の果実の割合（幸水）

着果位置	短果枝 %			えき花芽 %		
	前期	盛期	後期	前期	盛期	後期
0～1m	11.1	6.3	22.9	0	16.7	50.0
1～2m	1.2	8.6	19.0	4.5	11.5	24.1
2m以上	1.4	14.1	21.9	0	13.0	14.1



第3図　糖度11.5以上の果実の割合（幸水）

の部分に多かった．

3）　着葉数と糖度

両品種とも明らかな差異は認められなかった．（表省略）

4）　短果枝の方向と糖度

第5表のように1973年の結果では明らかでなかったが，1974年の結果では両品種とも上向きの短果枝の糖度が高い傾向がみられ，また幸水について糖度11.5%以上の果実の割合をみたところ，第3図のように両年とも上～斜め上向きのものに11.5%以上の果実が多かった．しかし向きによる糖度の差はわずかであった．

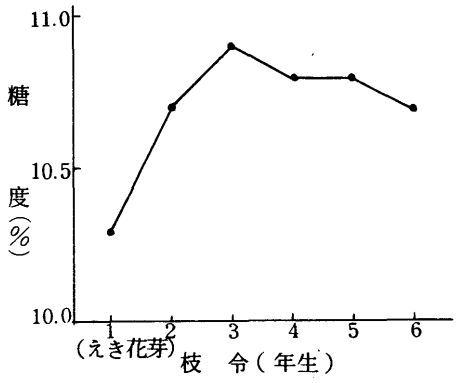
5）　収穫時期と糖度

第6表のように，1973年には幸水では収穫後期の果実の糖度が低かったが，長十郎ではそのような傾向はみられなかった．1974年は両品種とも収穫時期の遅い果実の糖度が低かった．しかし収穫時期による糖度の差は，幸水の方がはるかに大きかった．

幸水について各着果位置の果実の，時期別の

第9表　果重別の糖度（1974）

着果	幸水 %						長十郎 %					
位置	220g以下	～260	～300	～340	～380	381以上	220g以下	～260	～300	～340	～380	381以上
0～1m	—	10.4	10.3	10.6	11.1	10.5	—	10.0	10.3	10.4	10.7	10.8
1～2m	9.9	10.5	10.8	10.7	10.7	10.6	10.4	10.5	10.7	10.8	10.8	10.9
2m以上	10.3	10.6	10.6	10.8	10.8	11.1	11.1	10.2	10.7	10.8	11.0	10.8
平均	10.2	10.5	10.7	10.8	10.7	10.7	10.8	10.3	10.7	10.8	10.8	10.9



第4図　枝令と糖度（幸水, 1974）

収穫割会を示したのが第7表である．先端部にいくほど熟期は早まり，0～1mの部分のえき花芽の果実が最も熟期が遅れた．

また収穫時期別に糖度10.0%以下の果実の割合をみると，第8表のように収穫後期になって増加し，0～1mの位置のえき花芽の果実に特に多くみられた．

6）　果重と糖度

第9表に示したように，両品種とも果重が300g以上の果実の糖度が高い傾向がみられ，同一果重の場合は，先端部の果実ほど糖度が高くなる傾向がみられた．

7）　枝令と糖度

幸水の1年枝（えき花芽）で糖度が低く，短果枝では3～5年生の枝の糖度が高い傾向がみられた．（第4図）

3．　考察

幸水では，着果位置による果実糖度に明らかな差がみられ，主幹に近い0～1mの部分で低く，同一位置ではえき花芽の果実が全体に低かった．このことは収穫果実中の糖度10.0%以下の果実の割合からも明らかで，幸水では0～1mの位置，いいかえれば樹冠基部の果実品質に問題があると考えられる．

また幸水では，収穫時期の遅れた果実の糖度が低く，熟期の遅れた果実の中に糖度の低い果実が多く認められた．1樹中の熟期は先端部ほど早く，0～1mの位置は最も遅れた．

主幹近くの果実ほど熟期が遅れる傾向は他の品種でも認められており，主として日照不足が原因であるとされている．本試験の結果についても，供試樹の0～1mの部分が盃状型整枝のろうと状の部分で，枝しょうの発生も多いことから，やはり日照不足が大きく影響しているものと推察される．

したがって0～1mの位置の果実の糖度を高めるには，日当たりを良くして熟期を早めることが必要である．それには，ろうと状の部分の着果をなくし，かわりに返し枝を利用して，すべての果実をたな面に着果させるようにすれば，日当りも非常に良好になると考えられる．

着葉数と糖度については明らかな傾向が認められなかった．これは果実の着果している果そうの葉以外の葉からも，同化養分の転流があったためと考えられる．

短果枝の方向と糖度については，上～斜め上向きのものに糖度の高い果実が多い傾向がみられ，できるだけ上向きの短果枝を利用することが望ましいと考えられた．したがって具体的な対策としては，せん定時に下向きの花芽をせん除することが考えられる．しかし短果枝の向きによる糖度の差は，位置による差などよりはるかに小さい．

果実の重量と糖度については，300g以上の大果の糖度が高い傾向がみられ，また枝令については3～5年生の枝の糖度が高い傾向もみられたが，いづれも単年の結果であり今後の検討が必要である．

Ⅳ　収穫適期判定基準の策定

1．　試験方法

1）　調査月日及び概要

1973年は8月16日，8月21日，8月23日，8

月25日，8月27日及び8月29日の各時期にたな上（面）及びたな下から10果を採集し，果色の変化及び品質について調査した．供試樹は1区1樹2反復とした．

1974年は8月23日，8月30日，9月4日及び9月10日に果色程度を6段階に分け，それぞれ10果を採集し，果色，品質及び貯蔵性を調査した．果色程度はⅠ：全面橙色～黄色，Ⅱ：Ⅰより橙色の度合いが低いもの，Ⅲ：黄緑色～橙黄色，Ⅳ：緑色～うすい黄橙色，Ⅴ：緑色地にまだらに赤かっ色，Ⅵ：全面緑色とした．供試樹は3樹を使用しこの中から適宜採集した．

1975年は8月22日，8月28日及び9月1日に30～60果を採集し，農林省果樹試験場作成のカラーチヤート（地色用，しり部）により分類した．カラーチヤートは1～6に分類したものである．供試樹の内容は前年同様である．

2）　調査項目及び方法

果色，品質（糖度，硬度，pH，食味，種子色，比重）及び貯蔵性の調査を行った．果色は日本電色製色差計ND－K6B型（1973～1975年），マンセル表色法（1973～1974年）及びカラーチヤート（1975年）を用いた．色差計及びマンセル表色法による測定は，果実赤道部の極端な色をさけ中間色の部位について行った．

カラーチヤートによる測定は，地色用の場合はしり部の着色部と緑色部を測定してその平均値で表わし，表面色用の場合は色差計の測定部位とした．

品質調査については，糖度は1973～1974年は手持ち屈折計，1975年はアタゴ新型アッベ屈折計を用いた．硬度及びpHは3か年とも，それぞれユニバーサル硬度計及びガラス電極法によった．食味は1973年はでん粉臭の有無を調査し，1974年は1（まずい）～5（うまい）の指数で表わした．そのほか種子色（1973～1974年）及び比重（1975年）について調査を行った．

貯蔵性調査については，1974年は9月4日の収穫果について貯蔵4日後及び8日後の果色及び品質を調査した．また8日後には果実障害調査を併せて行った．1975年は9月1日収穫果について，貯蔵4日後及び9日後の果実障害を調査した．貯蔵状態はいずれの年次とも室内放置とした．

2．　試験結果

1）　果色

時期別の果色変化をみた1973年の結果は第10表のとおりである．色差計によるL値（明るさ）及びb値（黄↔青）は収穫時期が遅れるに従ってしだいに増加する傾向にあったが，かならずしも一定でなかった．しかしa値（赤↔緑）は時期を追うごとに値が増加し，一定の傾向が認められ，収穫適期判定の指標になるものと考えられた．マンセル表色法では時期を追って緑色が減じ，橙黄色が増す傾向を示した．これらの結果はたな上の果実もたな下のものでも同様の傾向であった．なお果色

表10第　時期別の果色変化（1973）

採取位置	調査月日	色差計測定値 L	a	b	マンセル表色法
	8.16	40.9	−8.1	18.9	5GY6/8
た	8.21	37.4	−7.4	19.9	2.5GY7/8
な	8.23	42.3	−4.6	19.6	10Y7/8～5Y7/10
上	8.25	40.7	−2.7	19.7	7.5Y7/8～2.5Y7/8
	8.27	44.1	−0.3	21.5	2.5Y7/10～10YR7/10
	8.29	44.6	−0.6	21.2	2.5Y7/10～10YR7/10
	8.16	40.1	−7.1	18.1	5GY6/8
た	8.21	41.5	−7.7	19.3	2.5GY7/8
な	8.23	41.8	−6.6	20.0	2.5GY7/8～10Y7/8
下	8.25	41.8	−4.6	19.1	7.5Y7/10～5Y7/10
	8.27	42.1	−2.7	20.0	7.5Y7/10
	8.29	45.4	−2.2	21.7	5Y7/10～2.5Y7/10

第11表　果色程度別の変化（1974）

調査月日	果色程度	色差計測定値 L	a	b	マンセル表色法
8.23	Ⅵ	44.1	−5.3	19.5	7.5Y
	Ⅴ	41.5	−3.4	20.1	5Y～7.5Y
	Ⅳ	43.2	−0.5	20.7	2.5Y～5Y
8.30	Ⅴ	41.9	−4.5	19.7	5Y
	Ⅳ	42.9	−2.0	21.4	2.5Y
	Ⅲ	44.1	3.3	23.5	2.5Y～10YR
	Ⅱ	46.8	6.5	24.5	10YR
9.4	Ⅳ	43.8	−2.9	21.4	2.5Y
	Ⅲ	44.7	2.4	22.9	2.5Y～10YR
	Ⅱ	45.9	6.2	23.7	10YR
9.10	Ⅳ	45.3	−2.4	22.9	5Y～2.5Y
	Ⅲ	46.4	3.3	23.9	10YR～2.5Y
	Ⅰ	47.8	8.0	25.5	10YR～7.5YR

の進み方は，8月23日頃からたな上の果実がたな下のものより早くなることが認められた．

果色程度別の変化をみた1974年の結果は第11表のとおりで，色差計による測定値は収穫時の果色程度が上がるごとにL，a，b値ともに増加した．なかでもa値が前年と同様に果色の推移を鋭敏に表わしていた．マンセル表色法でも果色程度が上がるに従って緑色から橙黄色に移行していることを示した．

地色用カラーチヤート（しり部測定）を基準とした果色の変化は第12表のとおりで，収穫果はカラーチヤートNo.2～4に分類された．分類に従って肩部の地色，表面色及び色差計による測定を行った結果，それぞれの平均値はしり部の地色番号が大になるに従って数値が増し一応果色の変化を示した．しかししり部の地色を基準とした場合，肩部の地色，表面色及び色差計とも測定幅のふれが大きい．

2）　品質

時期別の品質をみた1973年の結果は第13表のとおりである．糖度，pHは時期を追って増加し，硬度は低下する傾向であった．たな上とたな下の果実を比較すると，糖度はたな上の果実で10.9～11.9%，たな下では10.4～11.6%の値を示し，いずれの時期もたな上の糖度がまさっていた．硬度もたな上で高い値を示し特に8月16日及び21日の調査では，たな下でそれぞれ1.43kgに対し，たな上ではそれぞれ1.60及び1.51kgとかなり高い値を示した．pHはたな上及びたな下ともほぼ同様な値であった．

種子の色は8月16日には白色で，8月23日から白～黒かっ色になり，たな上では8月27日か

第12表　地色用カラーチヤート（しり部）を基準とした果色の変化（1975）

調査月日	しり部地色	肩部地色 平均	肩部地色 測定幅	表面色 平均	表面色 測定幅の出現率% 6～8	9～11	12～14	15～16	色差計測定値 平均	色差計測定値 測定幅
8.22	2	−	−	−	−	−	−	−	0.78	0.63～0.99
	3	−	−	−	−	−	−	−	1.01	0.86～1.15
8.28	2	3.7	3～4.5	8.6	50.0	50.0	0	0	0.80	0.65～0.98
	3	4.3	4～5	12.0	50.0	35.0	60.0	0	0.98	0.81～1.10
	4	5.0	4～6	13.9	0	13.6	45.4	41.0	1.11	0.94～1.35
9.1	2	3.6	3～4.5	7.8	71.5	28.5	0	0	0.79	0.69～0.86
	3	4.4	4～5	9.5	16.7	83.3	0	0	0.87	0.75～1.07
	4	4.9	4.5～5	12.4	0	27.3	63.6	9.1	1.03	0.89～1.24

注・1. しり部地色番号の平均値が2.5，3.5及び4.5となったものはそれぞれ2，3，4とした．
2. 色差計の測定値はa/b＋1とした数値，値が少なくなるほど緑色がつよい．

第13表　時期別品質（1973）

採取位置	調査月日	糖度 %	硬度 kg	pH	種子の色	食味
たな上	8.16	10.9	1.60	5.21	白色	でん粉臭
	8.21	11.5	1.51	5.27	白～淡かっ色	ややでん粉臭
	8.23	11.4	1.44	5.31	白～黒かっ色	正常
	8.25	11.4	1.47	5.33	〃	〃
	8.27	11.9	1.41	5.35	かっ～黒色	〃
	8.29	11.9	1.37	5.30	〃	〃
たな下	8.16	10.4	1.43	5.24	白色	—
	8.21	10.5	1.43	5.29	白～淡かっ色	—
	8.23	11.0	1.40	5.30	白～黒かっ色	—
	8.25	11.0	1.40	5.35	〃	—
	8.27	11.2	1.31	5.34	〃	—
	8.29	11.6	1.36	5.30	〃	—

第14表　果色程度と品質の関係（1974）

調査月日	果色程度	糖度 %	硬度 kg	pH	種子の色	食味
8.23	Ⅵ	10.9	1.36	5.30	白色	2.5
	Ⅴ	11.0	1.41	5.28	白～かっ色	3.0
	Ⅳ	11.2	1.26	5.30	〃	3.7
8.30	Ⅴ	11.1	1.31	5.30	白～かっ色	3.0
	Ⅳ	10.8	1.22	5.35	白～黒かっ色	3.8
	Ⅲ	10.9	1.19	5.38	黒色	4.6
	Ⅱ	11.4	1.26	5.40	黒色	4.8
9.4	Ⅳ	10.7	1.17	5.20	黒かっ～黒色	4.2
	Ⅲ	10.8	1.19	5.29	〃	4.4
	Ⅱ	11.4	1.19	5.33	黒色	4.7
9.10	Ⅳ	10.5	1.09	5.36	黒かっ～黒色	4.0
	Ⅲ	11.1	1.13	5.44	黒色	4.7
	Ⅰ	10.8	1.15	5.45	〃	4.5

らかっ色～黒色に変ったが，たな下では最終調査の8月29日まで白～黒かっ色であった．

食味調査はたな上の果実について行った結果，8月16日及び8月21日ではでん粉臭が感じられ，8月23日からは正常な食味であった．

果色程度と品質の関係をみた1974年の結果は第14表のとおりである．糖度はいずれの時期でも果色程度が上がるに従って増す傾向が認められた．しかし収穫後期の9月10日の調査では，果色程度Ⅰのものでも10.8%とそれほど高い値は示さなかった．硬度は果色程度が同じでも収穫時期が遅いと低下する傾向にあり，pHはいずれの時期も果色程度が上がるに従って増加する傾向にあった．食味は果色程度がⅤ及びⅥのものでは青味臭がありやや劣った．Ⅳになれば正常な食味であった．なおⅣの場合の色差計のa値は－2～－3，マンセル表色法では5Y～2.5Yであった．

カラーケャートによる分類と品質の関係をみた1975年の結果は第15表のとおりである．比重については8月22日調査のカラーチャートNo.2のもので高いようにうかがわれたが，そのほかでは果色との関係は明らかでなかった．糖度は9月1日調査のカラーチャートNo.2では10.6%とやや低い値であったが，そのほかは11.5～12.1%と比較的高い値であった．硬度は前年同様の傾向であり，pHは8月22日のNo.2で5.07と低い値であった．品質についてはカラーチャートNo.3になれば問題はないと思われた．なおデーターにはないが，2か所で測定した場合に一方がNo.2でも他方がNo.3（平均2.5）である場合も，品質には問題ないと推測された．

3）　貯蔵性

貯蔵後の果色と品質の関係についてみた1974

第15表　カラーチャートによる分類と品質の関係（1975）

調査月日	カラーチャートNo.	比重	糖度 %	硬度 kg	pH
8.22	2	1.005	11.8	1.30	5.07
	3	1.020	12.1	1.26	5.19
8.28	2	1.021	11.6	1.23	5.22
	3	1.020	11.5	1.24	5.22
	4	1.020	11.5	1.19	5.21
9.1	2	1.019	10.6	1.18	5.19
	3	1.019	11.8	1.20	5.22
	4	1.022	12.1	1.19	5.25

第16表　貯蔵後の果色と品質の関係（1974）

調査日	収穫時の果色程度	色差計測定値 L	a	b	マンセル表色法	糖度 %	硬度 kg	pH	食味
収穫当日	Ⅳ	43.8	−2.9	21.4	2.5Y	10.7	1.17	5.20	4.2
	Ⅲ	44.7	2.4	22.9	2.5Y～10YR	10.8	1.19	5.29	4.4
	Ⅱ	45.9	6.2	23.7	10YR	11.4	1.19	5.33	4.7
4日後	Ⅳ	43.8(0)	2.7(5.6)	21.7(0.3)	2.5Y～10YR	10.7	1.18	5.29	4.4
	Ⅲ	46.3(3.4)	6.6(4.2)	25.2(2.3)	10YR	10.8	1.14	5.37	4.4
	Ⅱ	44.8(−1.1)	8.3(2.1)	22.9(−0.8)	10YR～7.5YR	11.4	1.19	5.34	4.0
8日後	Ⅳ	47.9(4.1)	4.6(7.5)	24.4(3.0)	10YR～2.5Y	10.7	1.16	5.33	4.2
	Ⅲ	44.1(−0.6)	7.6(5.2)	21.4(−1.5)	10YR～7.5YR	11.3	1.17	5.42	3.8
	Ⅱ	41.0(−4.9)	8.1(1.9)	20.4(−3.3)	10YR～7.5YR	11.7	1.08	5.63	2.8

注．（　）内は収穫当日の数値との差

第17表　貯蔵8日後の果実障害（1974）

収穫時の果色程度	調査果数	健全果数	果心かっ変 ビ	少	中	多
Ⅳ	10	5	4	1	0	0
Ⅲ	10	4	5	0	1(1)	0
Ⅱ	10	1	2	1	3(1)	3(3)

注．（　）内は果肉かっ変を併発

第18表　貯蔵後の果実障害　（1975）

調査日	収穫時のカラチャートNo.	調査果数	健全果数	果心かっ変 ビ	少	中	多
貯蔵	3	10	10	0	0	0	0
4日後	4	10	10	0	0	0	0
貯蔵	3	10	2	2	2	4	0
9日後	4	10	0	3	1	1	5

年の結果は第16表のとおりである．貯蔵後の果色については，いずれの果色程度（収穫時）でもa値は貯蔵8日後まで増加した．L及びb値は果色程度Ⅳでは貯蔵8日後まで増加するが，Ⅲ及びⅡでは8日後になると値が減少し，特にⅡのものでは4日後から減少し，果実の明るさがなくなり，暗色を呈し，果皮が黒変するのが観察された．

貯蔵により糖度は変化がなく，硬度はⅡのもので8日後になるとかなり低下し，pHはいずれの果色程度でも貯蔵により値の増加が認められた．

貯蔵後の果実障害は第17表（1974）及び第18表（1975）のとおりである．1974年の貯蔵8日後の調査では，収穫時の果色程度が上位のものほど果心かっ変が多く，果肉のかっ変も多かった．1975年の結果でも9日後の調査をみると，果色の上位のもので果心かっ変が多く，その程度も進んでいる傾向であった．したがって収穫から販売までの日数を考えた場合は，果色の進んでいない果実の収穫が望まれ，1974年の結果からは果色程度Ⅳ，1975年の結果からはカラーチャートNo.3あるいはそれより少し前のNo.2.5あたりが適当と思われた．

3．　考察

幸水の収穫適期判定基準を決めるため，果色と品質，貯蔵性について検討した結果である．果実の熟度判定には果色，果こうの離脱の難易，果こうの変色などの外観によるものと，糖，酸，硬度，呼吸量測定などの内的なものによる判定があるが，ここではより普遍的と思われる果色（外観）を基準として適期を決めようとした．

果色の表現として外観による分類，マンセル表色法による表示，色差計による数値化及び農林省果試作成のカラーチャートによる分類などの方法をとったが，前3者は実験的には数値化されるが，測定位置のとり方などでふれが大きく，一般的でないように思われる．普及性を考えた場合は誰にでも簡単に果色の変化を読みとれることが条件である．このためには梶浦[1]は，がくあ部の地色の変化を測定するのが収穫適期を判定するのに良いとしており，この部分の色

に合わせたカラーチャートを利用して，収穫適期を判定するのがより良い方法であると思われる．赤ナシ用のカラーチャートは地色で測定するため，果皮の表面をけずらなければならないが，数個測定すればあとは外観での判断が可能であるので，それほど困難なことはないように思われる．

果実品質を決めるものとして糖度，硬度，pH，比重及び食味の調査を行った中で，糖度，硬度，食味が収穫適期の判定として容易に測定することができるであろう．糖度については幸水という品種の特性を失わないためにも11.5%以上を目標にしたい．また収穫後期になると低下している果実があるので注意する必要がある．硬度についてはユニバーサル硬度計で1.20kg前後が目標であり，収穫後期になると低下してくるので，1.10kg以下になると店もちをよりそこなう恐れがあり，それ以下の収穫にならないようにする必要がある．食味については未熟果の淡白な味の判断に供したい．

幸水の室内放置での貯蔵日数は８日くらいが限界であり，果色が進んでいるものほど日数は短縮される．

以上本試験の結果から，幸水の市場出荷のための収穫適期判定のための好適果色は，品質，貯蔵性からして外観分類では果色程度Ⅳ：緑色～うすい黄橙色，色差計測定ではａ値－２～－３，マンセル表色法では５Ｙ～2.５Ｙ，カラーチャートでは2.5～３と判断される．

Ⅴ　鳥害防止について

１．　試験方法

1973年は漁網を使用し，場内の 7.2ｍ及び5.５ｍポールのつりだなに被覆した．また現地の平だなを利用し，そこに栽植されている幸水の１樹ごとにピラミッド式に被覆した．漁網はサケ・マス捕獲用として一度使用されたもので目合が 5.5×5.5cm，大きさ６×54ｍのものである．現地の平だなは宇都宮市駒生町倉井氏園を使用した．

その他の方法として太陽光線あるいは人工光線を反射させるために，鏡及び回転灯を場内園に設けた．鏡の大きさは65×45cmで幸水1樹当たり４枚を使用し，10樹に設置した．回転灯は１基とした．

調査は飛来野鳥の観察，侵入状況，被害果について行った．

1974年は網の目合の大きさ別による鳥の侵入状況を検討するため3cm目，４cm目，4.5cm目の防鳥網及び5.5cm目の漁網を場内5.5ｍポールのつりだなに被覆した．調査は侵入状況を観察した．

その他の方法としてアバラームを設置し野鳥の飛来状況を観察した．

1975年は3.5cm目の防鳥網について侵入状況を観察した．

２．　試験結果

１）　網による防止

1973～1974年に観察した場内での飛来野鳥の種類はムクドリ，ヒヨドリ，オナガドリで，なかでもムクドリが圧到的にかった．

漁網による防鳥効果は第19表のとおりである．漁網を被覆した場合は被害は軽減され，被害率でみると無被覆の19.6%に対し 5.3%であった．しかし漁網の場合は網目あるいは網の破れた所から侵入し，完全に被害を防止することはできなかった．この被害はヒヨドリによるものが多かった．しかがって5.5cm目の網では完全に被害を防止することはできず，さらに小さい目合

第19表　漁網による防鳥効果（1973）

処　理	収穫果数	被害率%
被　覆(幸水)	2,249	5.3
無被覆(豊水)	458	19.6

注．無処理の豊水は途中で網をかけた

第20表　網目の大きさ別の野鳥侵入状況(1974)

網目の大きさ cm	野鳥(ムクドリ，オナガドリ，ヒヨドリ)の侵入状況
3	侵入なし
4	ムクドリ侵入
4.5	〃
5.5	〃

にする必要があると思われた．

現地で行った1樹ごとの被覆では，野鳥の飛来が少なかったことにより被害は全くみられなかった．

なお網被覆した場合は降雪により5.5cm目のものでも糸に雪が積って網がひき裂かれたり，網を張っている針金が切れたりしてかなりの被害を受けた．したがって越年して網をかけておくことは不可能である．

網目の大きさ別の野鳥侵入状況は第20表のとおりである．3cm目の防鳥網は侵入がなかったが，4cm目以上ではムクドリの侵入がみられた．ムクドリが網目を侵入する実態を観察すると，一たんつり線にとまって，それから首を網目に入れてから網内に侵入するといった状況であった．

なお大部分のムクドリあるいはオナガドリ，ヒヨドリはたまたま園内に犠牲樹があったため，そちらへ主に飛来していることが，観察された．

3cm目では侵入がなく，4cm目では侵入がみられたことから，3cm目よりやや多きい3.5cm目について検討した1975年の結果からは，これでも侵入がみられないことが判明した．

2)　その他の資材による防止

(1)　光線利用

太陽光線あるいは曇天の時は回転灯を利用し，その光線を鏡に反射させて防止を試みたが，全く効果は認められなかった．

(2)　アバラーム利用

アバラーム使用についての観察では設置当初は効果があるものの，すぐに慣れてしまって，果実の収穫全期間を通じての効果はほとんど認められなかった．

3．　考察

ナシを食害する鳥の種類としてはムクドリ，オナガドリ，ヒヨドリなどの比較的大きな鳥が多いようである．鳥の習性については音，光，臭い等にはかなり鈍感であるといわれており，過去に試みた石灰窒素，パラトリーあるいはヤガミンFなどの臭気忌避剤，また本試験で試みた光反射及び音利用によるアバラームでも決定的な効果はなかった．

したがって鳥害を防止する方法としては現在のところ物理的にナシ園から鳥をしや断する方法しかなく，網を全面被覆することが最も有効な手段と考えられる．

鳥の侵入を防止する網目の大きさについてのこれまでの成績は全くなく，初年度は5.5cm目の網でも，一種の忌避効果もあって鳥害は防止できると考えたが，期待に反し完全に防止することはできなかった．

ナシを食害する鳥の侵入防止のための網目は3～3.5cm目にする必要があり，4cm目以上では完全に防止することはできない．しかし網目が4cm以上でも園の近くに犠牲樹(ナシその他鳥の好む果実のなる樹)を設けることによって被害を回避することが考えられる．

VI　摘　　要

1．　良質で商品性の高い幸水の果実を生産するための適正な着果量について，1973～1975年に検討した．良質で商品性の高い果実とは，糖度11.5%以上で1果平均重が260g以上の果実と考えた．

2．　果実の肥大は着果量が増加するにつれて劣り，1果平均重で260g以上になるための着果量の限界は，樹冠面積4m²当たりで50果程度と考えられた．

3．　収量は着果量が増加するほど多くなる傾向がみられた．

4．　果実糖度は着果量が増加するにつれて低下したが，4 m²当たり50果程度の着果量なら，通常の年には11.5%以上の果実を生産するのは容易であると考えられた．

5．　以上の点から総合的に判断して，幸水の適正着果量は樹冠面積4m²当たり約50果と考えられた．また着果量の表示法としては，単位面積当たりが安定しており実用的であると考えられた．

6．　個々の園の幸水については，4m²当たり約50果，10a 当たり12,500果を基準にして，樹勢等を考えて決定すべきである．

7．　10a 当たり12,500果の着果量は，長十郎の適正な着果量を10a 当たり18,000果とすれば，その約70%に相当した．

8．　1果平均重260g 以上の果実を生産するのに必要な葉数は，1果当たり果そう葉で20枚くらいと考えられたが，さらに検討を要する．

9．　幸水の1樹中の着果位置と果実品質の関係を明らかにするため，1973～1974年に試験を行った．

10．　着果位置を主幹からの距離別にみた場合，幸水では0～1mの位置の糖度が低く，花芽別にみた場合にはえき花芽の果実の糖度が低かった．長十郎では位置による差は小さく，花芽の別による差は認められなかった．

11．　収穫時期の遅れた果実ほど糖度が低く，これは幸水で顕著であった．また1樹中では0～1mの位置の熟期が最も遅れ，主として日照不足が影響していると推察された．

12．　幸水では，主幹から1m以内（樹冠基部）の果実品質に問題があり，これを改善するには日当たりを良くすることが必要と考えられた．

13．　その1つの方法として，盃状型整枝のろうと状の部分の着果をなくし，かわりに返し枝を利用して，果実をすべてたな面に着果させることが考えられる．

14．　着葉数と糖度との関係は明ろかでなかった．

15．　短果枝の方向が上～斜め上向きのものの糖度が高い傾向がみられたが，方向による差はわずかであった．

16．　小果の糖度が低く，また3～5年生の短果枝の糖度が高い傾向がみられたが，これらの点についてはさらに詳細な検討を要する．

17．　市場出荷のための収穫適期判定基準を策定するため，果色と品質，貯蔵性について検討した．

18．　果実の表面色測定に色差計を利用した結果，L，a，b 値の中ではa 値が果色の変化を表わす指標になると思われた．

19．　たな上（面）の果実はたな下のものより果色の進み方が早いことが認められた．

20．　しり部測定地色用カラーチヤートを基準として分類した果実について表面色を測定した場合は測定幅のふれが大きかった．

21．　糖度は果色の増加に伴って増加する傾向にあるが，収穫後期になると果色が増してもきわだって高くはならなかった．硬度は果色が同じでも後期になると低下し，pH は果色が増すと増加する．

22．　果実を8～9日室内貯蔵を行うと果色の進んだものを貯蔵するほど果心のかっ変が多かった．

23．　果色による収穫基準としては外観では緑色～うすい黄橙色，色差計ではa 値が－2～－3，マンセル表色法では5Yあたり，カラーチヤートでは2.5 ～3と考えられる．

24．　鳥害防止法として網，鏡利用による光反射，アバラームについて検討した．

25．　鳥害防止としては網の効果が認められたが，光反射及びアバラームについてはあまり効果がなかった．

26.　3㎝目及び3.5㎝ 目の網で完全に鳥の侵入を防ぐことができた.

27.　降雪により網の裂傷がひどく，越年して被覆しておくことは不可能である.

引用文献

1．梶浦一郎　(1975)　果実日本　30(７)：78－81.

2．川口正英（1931）農および園 6(4, 5).

3．黒上泰治　(1967)　果樹園芸各論（上巻）　養賢堂.

4．坂本秀之・中田隆人・金子友昭・茂木惣治　(1973) 栃木農試業績報告　9：62－66.

5．田中章雄　(1972)　落葉果樹試験研究打合せ会議資料　（栽培・気象関係）.