

カキの果実糖度におよぼす樹体栄養に関する研究 (第1報)

秋期の葉内チッソ含量と果実糖量との関係について

飯室 聡・岡村 隆生・沢村 泰則
松本 善守・福長 信吾Studies on the Tree Nutrition to Sugar Content of Persimmon's Fruits. I.
Relationship between leaf nitrogen level and fruit sugar content in autumn.Satoshi IMURO, Takao OKAMURA, Yasunori SAWAMURA,
Yoshimori MATSUMOTO and Shingo FUKUNAGA

緒 言

果樹の品質は光条件のほか、樹体栄養によつても大きく影響されることは広く知られている。樹体栄養の中でも、とくに葉によつて合成される澱粉と根から吸収される養分の相互関係に支配されるところが大である。これに関係する要素としてはチッソが大きな役割をもっている。

本県のカキ(富有)産地においては、近年、果実品質(果実糖量、果実の大きさ、着色)の低下が大きな問題となつている。

これらの原因については多方面から解析されなければならないが、品質優良果実生産園は落葉もおそく、果実の糖の増え方も後期まで続くという観察から、本実験ではとくに秋期の葉内チッソ含量と果実糖量との関係を主に調査したので、その結果を以下に報告する。

実験材料および方法

実 験 I

1971~72年の2か年間、本県カキ(富有)主産地である吉野郡西吉野村湯塩、奥谷両地区において10園を供試園として抽出し、各園とも中庸な樹を3樹選り調査樹と

第1表 供試園の概況

No.	樹令 (年)	傾斜 (度)	傾斜の 方向	土壌断面の概要	調査樹3樹平均					
					収量(kg)		1果重(g)		全糖量(mg/g 新鮮重)	
					1971	1972	1971	1972	1971	1972
1.	40	19	南 西	角礫土で透水性良好、有効土層深い。(1m以上)	79.3	94.2	211	198	122.6	144.1
2.	40	平坦	—	角礫土で透水性良好、有効土層70cm程度でそれ以下にすこぶる富む礫層あり	56.0	80.6	205	196	113.4	149.2
3.	40	28	西	角礫土で透水性やや不良、一部30cmに盤層あり	86.6	69.4	203	188	107.8	125.7
4.	40	27	北	角礫土で下層部の透水性やや不良、有効土層70cm前後	22.3	35.6	205	180	96.4	119.8
5.	30	23	南 東	角礫土で透水性中程度、有効土層70cm前後	—	32.4	—	200	—	153.8
6.	30	12	北 西	角礫土で透水性中程度、有効土層50cm	36.5	53.7	195	182	103.8	124.8
7.	30	28	北	角礫土で50cm以下に盤層あり	—	27.1	—	172	—	110.5
8.	20	5	西	角礫土で透水性良好、有効土層深い。(1m以上)50cm以下に巨礫が部分的にあり	87.7	87.6	203	195	126.0	123.3
9.	10	25	南 西	下層部はすこぶる富む角礫土で透水性中程度有効土層は深い。(1m以上)	15.6	39.1	217	210	118.0	134.9
10.	10	9	西	角礫土で下層部の透水性やや不良、有効土層70cm前後。	15.4	39.8	217	195	117.8	122.7

した。圃の選定にあつては有効土層の深さが50cm以上のものに限定した。樹令ならびに圃の概況は第1表に示した。これらの調査圃は海拔200~300mの中山間傾斜地で、土壌は主として黒色準片岩よりなる三波川変成岩土壌系である。

1971年；葉分析は6月29日、10月14日、11月4日(収穫期)の3回、不着果枝で陽光面の中位の葉を採取し、乾物後、ケルダール法でチッソを分析した。果実分析は10月14日、10月27日、11月4日(収穫期)の3回、標準的な陽光面、目通り高さの果実20果を選び糖分析を行なつた。分析法はイオン交換樹脂を用いて常法により分画した中性区分を、Sweeleyら¹³⁾の方法でTMS化し、ガスクロマトグラフィーのピークの高さの比で定量した。糖の定性には後述のペーパークロマト法による確認も併用した。

1972年；葉分析は10月12日、11月7日(収穫期)の2回、チッソ分析を行なつた。採葉法、分析法は前年通りとした。果実内糖分析は11月7日、収穫果について前年と同様にして分画した中性区分を、東洋濾紙 No. 51 を用い、nブタノール：氷酢酸：水=4：1：1、上昇法、多重展開法で分離後、濾紙を蒸留水で再抽出し、アンスロン法で比色定量した。

実験 II

実験 I の結果から10~11月の葉内チッソの減少程度の少ないことが、糖の高い果実生産に関連することを認めたので、1973年の秋期にチッソ施用を行ない、葉内チッソの減少量を少なくする処理を行なつた。直径80cm、深さ60cmのコンクリート製有底ポットに植栽し夏期まで同一に管理した9年生富有15樹(各区3反復)を供試し、9月21日、10月1日、10月11日、10月21日施肥区と無施肥区(対照)の5区を設け、施肥区にはポットあたり30gの硝安を施し軽く中耕した。灌水は生育期間を通じて、メロナーで常時適湿を保つようにした。葉分析は9月21日、10月1日、10月16日、11月1日にチッソを中心に前述の方法で行なつた。果実の収穫は11月15日に一斉に行ない各区30果の果実を前述の方法で分画後、3,5-ジニトロサルチル酸による比色法で糖分析を行なつた。

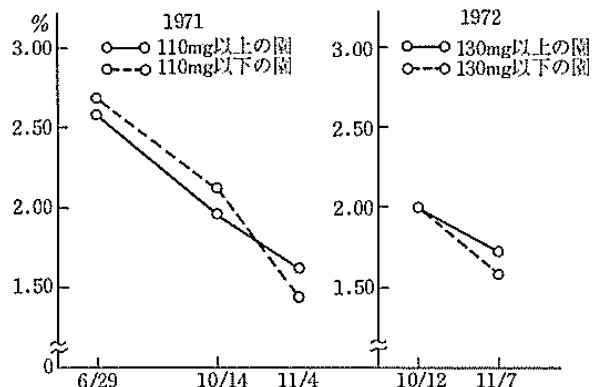
また果実肥大を測定するために、9月21日から約10日ごとに各区15果の果実について経時的に最大径を測定した。土壌中の全チッソは9月21日(処理前)と11月1日(収穫前)の2回常法で分析した。

実験結果

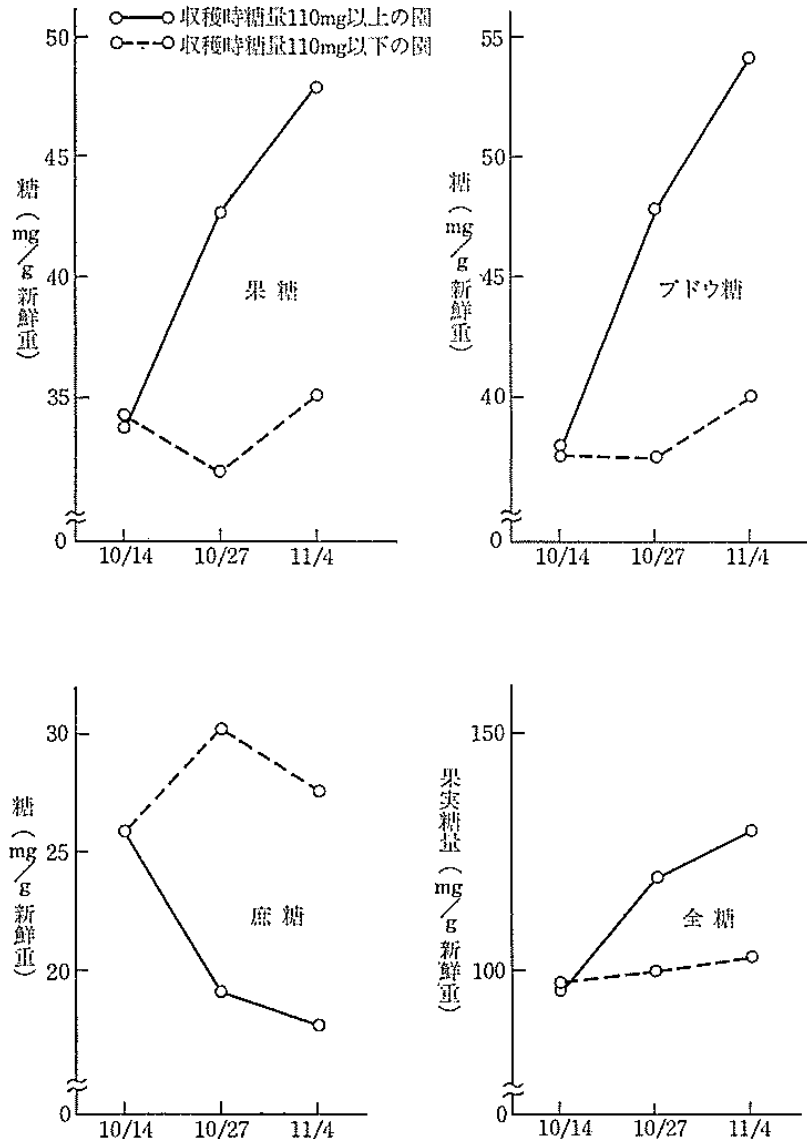
実験 I

1971, 72両年度とも供試圃の成熟果実糖量の大小で高糖量圃と低糖量圃とに分け、それぞれの葉内チッソの経時的変化を調査した結果は第1図の通りであつた。すなわち1971年は全体に果実糖量が低かつたので果実新鮮重1gあたり110mgで、1972年は全体に果実糖量が高かつたので130mgで糖量の高糖量圃の区分を行なつたが、2か年とも10月中旬から11月上旬(収穫期)までの葉内チッソの減少の割合が高糖量圃では少なく、低糖量圃では大であつた。果実における糖分析の結果は第2図(1971年)および第2表(1972年)の通りであつた。果実全糖量は採取期が進むにつれて増加したが、高糖量圃は10月14日から10月27日にかけての増加が顕著で、この時期に低糖量圃との差が大きく表われ、以後収穫まで差はますます広がつた。高糖量、低糖量圃の差は果糖、ブドウ糖などの還元糖量の差によることが考えられた(1971年)。1972年については収穫果1回きりの分析であるので糖の経時的変化は不明であるが高糖量、低糖量圃の差はやはり前年の通り還元糖量の差によつた。非還元糖である蔗糖については、年次的な変動もみられ、高糖量、低糖量圃の間に傾向は一定しなかつた。しかしどの圃にも収穫期における果実には蔗糖が相当量存在した。

樹体栄養と果糖量との関係を調べるために、10月中旬から11月上旬(収穫期)までの葉内チッソの減少の割合と果実全糖量(収穫果)の相関を求めた。その結果は第3図(1971年)および第4図(1972年)の通りで両年とも負の有意な相関がみられた。また11月上旬(収穫期)の葉内チッソと果実全糖量との相関を求めると、第5図(1971年)および第6図(1972年)の通りで正の相関はみとめられたが有意性はみとめられなかつた。



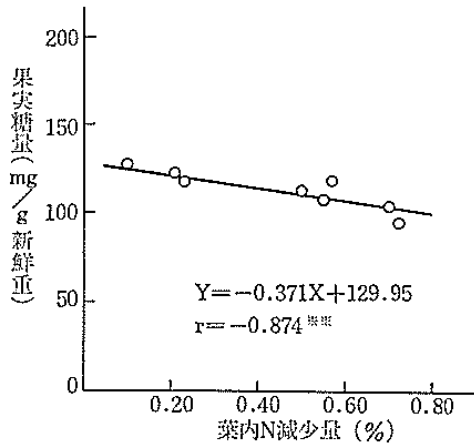
第1図 果実糖量別による葉内Nの変化



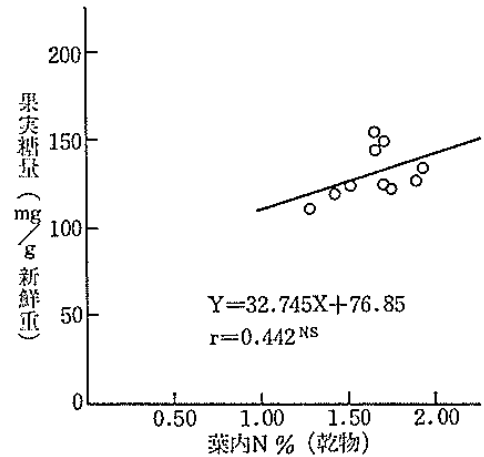
第2図 果実構成糖ならびに全糖量の経時的変化 (1971)

第2表 果実糖分析値 (1972)

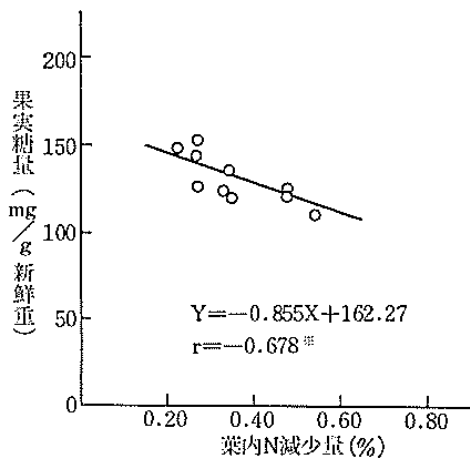
園の区分	No.	(mg/g 新鮮重)			果肉硬度 (kg)
		全糖	還元糖	非還元糖	
収穫時糖量 130 mg以上の園	1.	144.1	105.3	38.8	2.1
	2.	149.2	96.4	52.8	2.1
	5.	153.8	98.6	55.2	2.5
	9.	134.9	93.9	41.0	2.5
	平均	145.5	98.6	46.9	2.3
収穫時糖量 130mg以下の園	3.	125.7	79.5	46.2	2.4
	4.	119.8	70.6	49.2	2.7
	6.	124.8	78.6	46.2	1.9
	7.	110.5	72.5	38.0	2.6
	8.	123.3	76.5	46.8	2.2
	10.	122.7	82.0	40.7	2.4
平均	121.1	76.6	44.5	2.4	



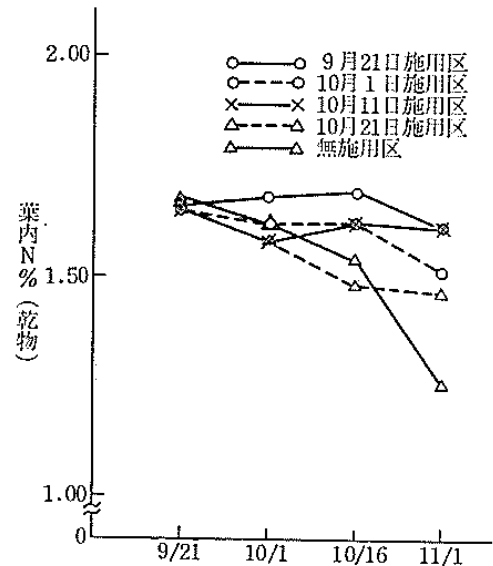
第3図 10月中旬から11月上旬 (収穫時) の葉内Nの減少量と果実全糖量との相関 (1971)



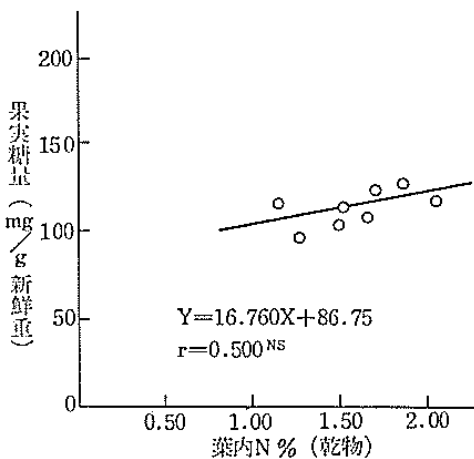
第6図 11月上旬 (収穫時) の葉内Nと果実全糖量との相関 (1972)



第4図 10月中旬から11月上旬 (収穫時) の葉内Nの減少量と果実全糖量との相関 (1972)



第7図 葉内Nの経時的変化 (1973)



第5図 11月上旬 (収穫時) の葉内Nと果実全糖量との相関 (1971)

第3表 果実分析値 (1973)

処 理 区	(mg/g 新鮮重)			果実 硬度 (kg)
	全 糖	還元糖	非還元糖	
9/21 硝安施用区	123.6	116.5	7.1	2.0
10/ 1 〃	113.2	107.5	5.7	1.9
10/11 〃	116.2	110.5	5.7	1.9
10/21 〃	116.6	104.0	12.6	2.0
無 施 用 区	111.4	104.0	7.4	1.8

以上の結果から、葉内チッソは10月中旬から11月上旬 (収穫期) にかけて減少量が少なく、かつ11月上旬 (収穫期) の葉内チッソ水準が概して高いということが、糖量の高い果実生産に好ましい条件であると考えられた。

第4表 経時的果実肥大増加量(最大径)

処 理 区	月 日						(1973) 15個平均 施肥後の肥大率 (対無施用区)
	9/21	10/1	10/11	10/20	11/1	11/15	
9/21 硝安施用区	0.44	0.41	0.27	0.16	0.07	(cm)	100.7 (%)
10/1 〃	0.41	0.46	0.24	0.19	0.13		106.7
10/11 〃	0.44	0.45	0.27	0.20	0.17		114.2
10/21 〃	0.43	0.41	0.29	0.25	0.18		116.4
無 施 用 区	0.40	0.39	0.23	0.17	0.15		100.0

実 験 II

9～10月における各時期のチッソ施用は葉内チッソの10月中旬から11月上旬にかけての減少量が少なかった(第7図)。一方果実内糖量は第3表の通りでチッソ施用区はいずれも無施用区に比べて若干糖量は高くなり、葉内チッソの減少と果実糖量との関係は実験Iと同じ傾向であった。9月21日施肥区は顕著な糖量の増加を示したが、他の施用区間ではこれほど明りようではなかつた。果実の経時的肥大量は第4表の通りで施肥後の肥大率は施肥期がおそい程大であつたが、収穫期において、へたすき果、肉眼的着色遅延、落葉等にほとんど差異は認められなかつた。参考までに土壌中の全チッソを9月21日(処理前)と11月1日(収穫前)に調べたのが第5表の通りで、チッソ施用時期がおそいほど11月1日(収穫前)の土壌中の全チッソは高かつた。

第5表 土 壌 中 の 全 N
(深さ 20～30cm 乾土%) (1973)

処 理 区	9/21 処理前	11/1 収穫前
9/21 硝安施用区	0.091	0.091
10/1 〃	0.084	0.095
10/11 〃	0.094	0.112
10/21 〃	0.084	0.116
無 施 用 区	0.097	0.087

考 案

米山¹⁰⁾はナシ廿世紀について7～9月の葉内チッソの低下率が大きいと、果実糖度は高く酸も少ないと報告し、田中ら¹²⁾もカキ富有で秋のチッソ肥効が高いほど着色がおくれ、糖度も低下すると報告している。このように果実成熟時にチッソがおそ効きすると、果実の着色、品質に悪影響を招きやすいと一般に考えられている⁹⁾。これらに対して森ら⁷⁾⁸⁾⁹⁾はリングで9～10月のチッソ施肥

は樹体の生長や果実の着色、糖含量への影響を全く認めず、翌年の開花を早めると報告し、畠中ら²⁾はミカンでチッソ施用量が多くても、果実の糖量への影響をほとんど認めていない。むしろ坂本ら¹⁰⁾のようにチッソ施用量が多いほど秋期の葉内チッソも高く、果実の糖量も増大したとする報告も相当にある。カキ富有について行なつた2か年にわたる本実験結果においても、果実糖量の高い場合は10月中旬から11月上旬における葉内チッソの減少量が少なく、11月上旬(収穫期)の葉内チッソも概して高い傾向がみられる。果実の成熟にともなう葉内チッソの消長と果実品質との関係は、上述のように相異なる二つのパターンに区別ができるようである。すなわち果実成熟前の葉内チッソの減少量の大きさと、果実糖量の間には正または負の相反する相関関係が条件によつて現われると考えられる。カキ富有についてみると、田中ら¹²⁾の場合は正の相関であり、本実験の場合では負の相関になる。このような逆の関係が生ずる理由は明らかではないが、生産環境における温度要因がこれに大きく影響するのではないかと思われる。本県吉野中山間地帯のカキ産地は、10月下旬以降になると夕刻からの温度低下は急速で、夜間の放射冷却はきびしく、11月中旬期には初霜がある。平田ら³⁾はカキ富有の秋期における光合成能の好適温度は20～25℃としているが、本県のカキ産地では晩秋期になると晴天日中でも15℃以上の時間帯は相当に短かく、一日の同化生産量は暖地に比し相当に劣ると思われる。また、小林ら⁵⁾がミカンで報告している転流温度からみても、果実における糖の蓄積にとつて、やはり不利な条件にあると思われる。このように同化、転流の面からみると、有効温度時間帯の少ない本県の中山間地帯においては、葉の同化能の効率的機能化をはかるために、秋期の葉内チッソ水準は高度に維持する必要があると思われる。これに対して暖地帯においては葉内チッソ水準を高くすることは、日中、夜間を通じ高温による呼吸消費を増大させ、かえつて糖量の蓄積低下を招く危険

があるとも考えられる。このように、カキ富有の場合についても、環境要因、とくに温度要因によつて、葉内チッソ水準と果実糖量との間に逆の相関が生ずるのはいふことと思われる。このことは、生産時点が夏期のものと、晩秋ないし初冬のものとは、同様なことがいえると思われる。またカキの場合でも早生種、中生種、晩生種によつて、成熟期前の葉内チッソ水準については、同一産地であつてもそれぞれ別個に検討されるべきものと思われる。

なお、富有を対象とした本実験では、この時期の好適チッソ濃度限界についての検討は今後の調査にまたねばならない。

実験Ⅱは、9～10月の間に時期を変えてチッソを施用し、上記の負の相関関係が得られるかどうかを試験場内において実験的に行なつたものである。その結果、10月16日から11月1日にかけての葉内チッソの減少は無施用区で著しく、果実内全糖量も施肥区に比して最も少なく、傾向として上述の関係が得られている。しかし施用区間では明りようでない。これは比較的温暖な場所でのポット植えの実験結果であり、現地結果と同列に対応させることに無理があると思われる。果実全糖量について施用区間で比較すると、9月施用区は10月のいずれの時期に施用したものよりもまきつている。この時期の糖の増加は稲葉ら⁴⁾が指摘している通り、主として果糖、ブドウ糖によつて行なわれているので、還元糖量について比較してみても、9月施用区が10月施用区にまきつている。Batjer ら¹⁾はリンゴでチッソ施用量の増大が葉の同化能をほぼ比例的に増進させると報じているが、一方、平田ら³⁾はカキ富有について秋期の光合成能は9月上～中旬の施肥が10月施肥にまさることをみており、秋期の光合成を高めるためには、葉内チッソの維持をはかるだけでなく、施肥期の検討も重要であることを示唆しているように思われる。

摘 要

1. 本県カキ富有主産地における果実品質低下の原因究明の一手段として、1971～72年に現地ほ場を設け、秋期の葉内チッソと果実糖量との関係を調査した。
2. 10月中旬から11月上旬(収穫期)にかけての葉内チッソの減少の割合と果実糖量との間には、2か年とも負の有意な相関が認められた。
3. 収穫期の葉内チッソと果実糖量との間には、相当高い正の相関が認められたが有意性はなかつた。
4. 以上の結果から葉内チッソは10月中旬から11月上旬(収穫期)にかけて減少量が少なく、かつ11月上旬

(収穫期)の葉内チッソ水準が概して高いということが糖量の高い果実生産に好ましい条件であると考えられた。このことについて若干の考察を行なつた。

5. 現地調査の結果を確認するため、場内でポット植えのカキ富有に対し、1973年9～10月の各時期にチッソ施用を行ない、葉内チッソの減少を少なくするようにした結果、概して、現地ほ場での結果と同じ傾向を得た。

謝辞 本実験を行なうにあたり、御助言をいただいた京都府立大学農学部傍島善次教授、石田雅士助教授、稲葉昭次助手に対し、深く感謝の意を表する。

引用文献

1. BATJER, L.P. and E.S. DEGMAN 1940. Effects of various amounts of nitrogen, potassium, and phosphorus on growth and assimilation in young apple trees. Jour. Agr. Res. 60 : 101-116.
2. 畠中 洋・松本明芳：1970. チッソとカリの施用量が温州ミカンの品質におよぼす影響。第1報。葉および果実成分にあたる影響。昭和45年度園芸学会(春)要旨46-47。
3. 平田尚美・林 真二：1972. 光合成と果実生産に関する研究。第1報。秋期の光合成と翌年のカキ果実の肥大と品質について。昭和47年度園芸学会(秋)要旨78-79。
4. 稲葉昭次・傍島善次・石田雅士：1971. カキ果実中の主要成分の季節的変化。京都府立大学学術報告。農学23 : 24-28。
5. 小林 章・古川良茂・山下尚浩・門屋一臣・田中仁：1971. 温州ミカンの光合成産物転流に関する研究。第2報。温度要因と果実への転流について。昭和46年度園芸学会(春)要旨54-55。
6. _____ : 1968. 果樹の良品生産技術。誠文堂新光社。208-211。
7. 森 英男・山崎利彦：1958. リンゴN栄養に関する研究。第2報。時期別N供給制限がリンゴ樹の生育、果実の形質並びに無機養分の吸収に及ぼす影響。東北農試研報 13 : 80-92。
8. _____・_____ : 1959. リンゴN栄養に関する研究。第3報。水耕培養したリンゴ樹の生育及び果実に対するNの多量供給時期の影響。東北農試研報 15 : 69-80。
9. _____・横溝 久・果山太郎・熊谷征文：1963. リンゴN栄養に関する研究。第5報。砂耕法によるリンゴ樹に対するN供給時期の影響。園試報告C

- (盛岡) 1 : 47—61.
10. 坂本辰馬・奥地進：1970. 温州ミカン果実の酸、可溶性固形物に及ぼすチッソ栄養の影響. 昭和45年度園芸学会(春)要旨44—45.
11. SWEeley, C.G., R. BENTLEY, M. MAKITA and W.W. WELLS 1963. Gas-liquid chromatography of trimethylsilyl derivatives of sugars and related substances. *J. Am. Chem. Soc.* 85 : 2497—2507.
12. 田中宏一・鈴木鉄男：1965. カキに対する窒素施肥期試験. 果樹に関する土壌肥料研究集録. 325—327.
13. 米山寛一：1965. 生育後半期の肥効と二十世紀ナシの熟期品質の関係. 同誌317—318.

Summary

The relationship between leaf nitrogen level and fruit sugar content in autumn was investigated by establishing fields of the growers in 1971—1972 as a means to clarify the cause of fruit quality lowering in the chief producing district of the variety 'Fuyu' of persimmon's fruit in this prefecture.

1. The significant negative correlation was recognized between the degree of leaf nitrogen level decrease and the sugar content of fruits in the period from mid-October to early November (harvesting time) through two years.

2. Although the pretty high positive correlation was recognized between leaf nitrogen level and fruit sugar content in autumn, it was not significant.

3. From above mentioned results, it was considered that low degree of leaf nitrogen level decrease from mid-October to early November (harvesting time) and generally high leaf nitrogen level in early-November (harvesting time) are favorable conditions for the production of fruits with high sugar content. Some discussion was made about these facts.

4. In order to ascertain the result above mentioned, the application of nitrogen was executed at each period of September to October, 1973 for lightening of leaf nitrogen level decrease, and consequently the nearly same trend was obtained.