

リンゴの窒素施用基準の設定

第1報 国光、ゴールデン・デリシャスの葉内無機含量、生育、 収量、果実品質に及ぼすN制限の影響。

山崎利彦・新妻胤次・田口辰雄

目	次
I. 緒言	1
II. 材料と方法	2
1. 処理の方法	3
2. 供試園の樹型と日照	4
3. 供試園の土壌条件	4
4. 生育および収量調査の方法	10
5. 分析法	12
III. 結果と考察	13
1. 窒素制限3年間の影響	13
(1) 葉内含量に及ぼす影響	13
(2) 生育に及ぼす影響	15
(3) 果実に及ぼす影響	17
2. 窒素制限5年間の影響	20
(1) 葉内成分に及ぼす影響	20
(2) 生育に及ぼす影響	21
(3) 果実に及ぼす影響	23
IV. 総合考察	27
V. 摘要	29
VI. 引用文献	30

I. 緒言

リンゴの施肥量は戦後増大を続け、本県においても1959-1960年のリンゴ園施肥量は10a当たり37.5kgに達した。多肥になった原因は収量の増大と大果を目ざしたためであった。しかし、その結果、1960-1961年ごろからマグネシウム欠乏やビター・ピットの発生が多くなり、果実の着色は悪く、貯蔵力の低下が顕著となった。これら一連の障害の原因が長年にわたる多肥によるところが大きいと考えられ、その一つの理由として、葉内窒素含量（以下葉内Nとする）がどのリンゴ園でも異常に高いことがあげられる。しかし、窒素施用量（以下N施用量とする）と収量、品質の関係、あるいは再生産に対する影響が明らかでなく、わが国のような零細規模のリンゴ園経営における経済性に対してN施用量の低下は大きな危険とみられていた。

施肥量の計算は、樹による養分吸収量、天然供給量、肥料の利用率から算出されるのが普通であり、リンゴ樹のN吸収量については10aあたりに換算して、Magneess (24)は200箱収穫するヨーク品種で8.6kg、Batjer (3)は250箱生産のデリシャスで11.1kg、Van Slyke (2)は5.8kg、Robert (2)は5.4kg、Stewart (2)は6.0kgと計算している。また後沢は国光で150箱生産の場合の吸収量を8.8kgと推定している。しかしながら、肥料の利用率や天然供給量についての研究成績は乏しく、これらの要因は立地条件などによって著しく変化するものであるために、もともと普遍的な数値は存在しないとされている(2)。

一方、現地における施用量試験についてみると、Batjer ら(3)は30年生のデリシヤスを用いた試験で、10a 当たりの換算で(エーカー当たり50本植えが普通であるため、10a 当たり12本植えとして換算、以下同じ)、約7—10kg でもやゝ多すぎたとしている。Beattie(4)は26年生赤龍品種で2.7kgの施用は0.8kgに比較して、収量は多かったが着色は悪かったと述べ、Boynton ら(7)は20年生旭で約5kg以上施しても収量に効果は見られなかったとしている。ほゞ同じことは Overholser ら(30)も述べており、22年生紅玉品種では5.4kgでは多すぎ、3.3kgぐらいが良かったとしている。また比較的施肥量を多く施した試験では、Schnader ら(34)は20年生ヨーク品種で4.3kgから17.3kgまでの範囲で試験し、4.3kgの窒素を施しても3年目から窒素の増施効果は認められなかったと報告している。Weeks ら(40)、Hoffmann(1938)らの試験結果もこれとほゞ同じである。若樹に対する施肥試験では、Cain(11)は0—7kgまでを試験し、約3.5kg以上を施しても、生育に差はなかったと述べている。

これらの試験の多くは sod でマメ科を使っている場合が多いが5—6kg以上施しても窒素増施による生育増加の効果は認められていない。これらの成績を反映して、米国におけるN施用量は4—5kg、多い場合でも8kg程度とされている(8)。これらの試験成績とわが国の施肥量を比較すると、土地、気象、樹の条件がいかに相違しているとはいえ、わが国の施肥量は非常に多いといわなければならない。

この試験はわが国の施肥量が多すぎ、その結果、着色不良、品質の低下、生理障害の発生などをひき起しているという見地に立ち、現在の施肥量を制限する立場から処理を行ない、リンゴの品質を改善しうるかどうかを明らかにするために行なったものである。

謝辞：この試験を実施するに当たり種々のご助言をいただいた前農林省園芸試験場長森英男氏、園芸試験場長佐藤公一氏に心から謝意を表する。また終始ご援助をいただいた今喜代治場長と場員各位、ならびに科員の菅原美佐子、和賀ルリ子、藤原和子のみなさんに深く感謝の意を表する。

Ⅱ. 材 料 と 方 法

この第1次N制限試験では、試験の目的を現在の多肥を減らすことができるかどうかにおいたものであって、各要素の生理的役割や厳密な意味での適正施用量の設定をねらったものではない。この目的にそうために次の基本的な姿勢を定めた。

- i) 合理的施肥量を吸収量、肥料の利用率などから算出する立場をすて、現地試験を先行させる。
- ii) 試験園数をなるべく多くとり、代表的なリンゴ園土壌統で行なう。
- iii) 供試園は原則として1処理10a以上とする。
- iv) 原則として2処理とし、対照区のN施用量は15—16kgとし、N制限区は4—8kgとする。

V) 第2次N制限試験を続けて行ない、そこで本県の土壌統ごと、品種ごとの施肥基準を設定する。

Vi) 試験の全期間を通じて葉分析による栄養診断法の応用を心がける。

1. 処理の方法

品種と処理の概要を第1表に示した。供試園の事情により同一園で2処理を実施できなかった場

第1表 各園の処理と概況

処理	園名	土壌統	品種	樹令	試験開始年	N施用量 (kg / 10a)			備考
						1年目	2年目	3年目	
N制限園	中山林太郎	東山	国光	30	1963	4	4	4	→長期処理地、クロバー混播草生 急傾斜地、オーチャード
	高橋角兵衛	釜の川	〃	40	1963	0	4	0	
	三浦隆平	東山	〃	10	1964	8	8	8	平地、クロバー
	和賀太	東山	〃	40	〃	4	8	8	急傾斜地、雑草
	佐藤淑郎	〃	〃	25	〃	4	8	8	傾斜地、芝
	本間孝一郎	北野	〃	〃	〃	4	8	8	平地、オーチャード
	斉藤甚之助	釜の川	ゴルデン	20	1963	8	4	4	急傾斜地、オーチャード
	高橋角兵衛	〃	〃	10	〃	8	8	8	→長期処理地、オーチャード、クロバー 〃、クロバー
対照園	中山林太郎	東山	国光	30	1963	15	15	15	→長期処理地、クロバー (2年目から全園N制限、B.P.のため)オーチャード
	千田宏二	平鹿	〃	〃	〃	16	4	0	
	磯部実四郎	釜の川	〃	35	〃	15	15	15	傾斜地、オーチャード
	見田甚四郎	釜の川	〃	30	1964	15	15	16	平地、オーチャード
	佐藤信二	北野	〃	15	〃	15	15	16	傾斜地、雑草
	山下清蔵	釜の川	〃	30	〃	15	15	16	緩傾斜地、雑草
	斉藤令蔵	醍醐	〃	30	〃	15	15	16	平地、オーチャード
	梅沢宜雄	北野	〃	65	1963	15	15	15	傾斜地、オーチャード、クロバー
	斉藤甚之助	釜の川	ゴルデン	20	〃	15	15	15	→長期処理地、クロバー、オーチャード
	茂木栄一	北野	〃	25	〃	15	15	15	〃
園	佐藤喜一	平鹿	〃	30	〃	15	15	15	傾斜地、オーチャード
	五十嵐長之助	〃	〃	13	〃	15	15	15	平地、雑草

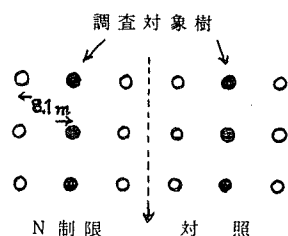
合が多かった。供試面積は多少の差はあったが、1園10aとした。供試土壌は秋田県南部の主要なリンゴ園土壌統である平鹿、北野、釜の川のはかに、東山、醍醐統も供試した。窒素、リン酸、加里の比率は2:1:2としたので、N制限区においては、リン酸と加里も窒素の減量に応じて減らした。肥料の種類は1965年までは尿素、熔成リン肥、塩化加里を用い、それ以後は尿素複合硫加リン安を用いた。施肥時期は4月上旬に全園の70%を施し、9月上旬に30%を全園に散布した。草生の管理と剪定は園主に一任した。

処理で最も問題となったのは、同一園で3処理以上行なうのが望ましいにもかかわらず、現地試験のために1園1処理しか許されなかった園が多かったことである。したがって、処理の考え方として、種々のN処理を設けて樹の栄養状態を変化させ、その状態と果実や生長の関係を見るようにつとめた。樹のN栄養状態を判断する手段としては葉分析法を重視した。結果でみられるように、N処理によって葉内Nは変化したので、処理の目的は十分ではないが達せられた。

1園2処理を設けた園では、園を2分し調査樹は原則として中央の3樹とした(第1図)。ボーダーにおける処理の攪乱は予期したよりもはるかに少なかった。

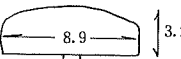
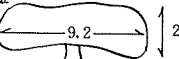
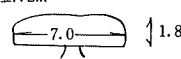
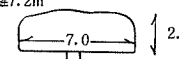
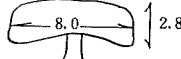
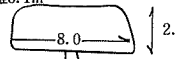
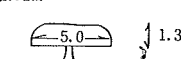
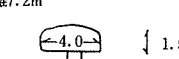
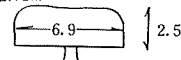
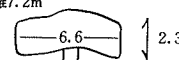
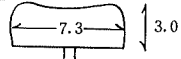
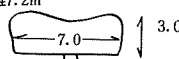
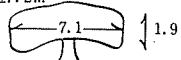
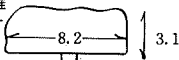
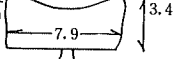
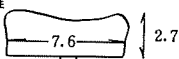
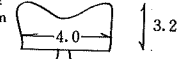
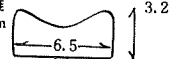
2. 供試園の樹型と日照

樹間距離は園によって7.2 mから9.0 mの差があり、樹間々隔が狭く日照がやや不良な園は4園であった。しかし、著しく日照が不良な園はなかった(第2表)。樹冠の厚さは2.5-3.0 mが普通で、2, 3の園は2 m以下であった。一般的に見て樹型と日照の程度は、若樹の2園を除いて類似していた。



第1図 斎藤園における処理の例

第2表 供試園の樹型と日照

園 名	樹 型 (平均)	園 内 の 日照の良否	園 名	樹 型	園 内 の 日照の良否
中山林太郎	樹間距離9 m 	良	梅沢宣郎	樹間距離不齊 	や、不良
千田宏二	樹間距離7.2 m 	や、良	山下清蔵	樹間距離7.2 m 	や、良
高橋角兵エ	樹間距離8.1 m 	や、良	磯部実美	樹間距離8.1 m 	や、良
三浦隆	樹間距離7.2 m 	良	佐藤信二	樹間距離7.2 m 	良
和賀太郎	樹間距離7.2 m 	や、良	見田甚四郎	樹間距離7.2 m 	や、良
佐藤淑郎	樹間距離8.1 m 	良	斉藤令蔵	樹間距離7.2 m 	良
本間孝一郎	樹間距離7.2 m 	や、不良	佐藤喜一 ゴールデン	樹間距離不齊 	や、良
斉藤甚之助 ゴールデン	樹間距離8.1 m 	や、良	茂木学 ゴールデン	樹間距離8.1 m 	や、不良
高橋角兵エ ゴールデン	樹間距離7.2 m 	良	五十嵐長之助 ゴールデン	樹間距離7.2 m 	や、良

3 供試園の土壌条件

調査の方法は農林省農林水産技術会議の共同研究事業である「畑土壌の生産力に関する研究」の区分、分級によった。試坑は代表的な位置を選び主幹から2 m離れた位置で、樹幹に対して直角に断面を掘った。根群の分布は巾1 mの試坑を10 cmの厚さに崩し、露出した根群をカットし新鮮重を測定した。粒経区分はピペット法により、硬度と透水通気性の測定は山中式を使用した。塩基置換容量はSchollenberger法により、カルシウム、マグネシウムの測定はEDTA滴定法によった。

各供試園の土壌条件は次のとおりであった。

第3表：供試園の土壌断面と根群分布

園名	深さ (cm)	母材	色 (湿土)	ち密度 (山中式)	透水性 (山中式)	礫	根群の分布	
							深さ (cm)	量 %
中山	20—30	安山岩 (残 積)	7.5YR 4/4	22	0.6	な	0—40	51
	30—80		5YR 5/8	22	0.5	〃	40—80	43
	80以下		〃	21	0.5	〃	80以下	6
千田	0—15	全層第三紀凝灰岩 (残 積)	7.5YR 4/4	16	0.4	未風化小角礫含む	0—40	56
	15—45		2.5YR 4/8	17	1.0	〃		
	45—85		2.5YR 4/8	20	0.8	未風化角礫々々土	40—90	44
	85—120+		〃	23	1.3	未風化角礫含む		
高橋(角)	0—55	第三紀を主とする (洪 積)	7.5YR 3/4	20	0.2	小半角礫約5%	0—55	94
	55—80		10YR 5/6	19	0.3	中半角礫々々土	55以下	6
	80—100+		7.5YR 5/6	21	0.4	な		
三浦	0—20	安山岩 (残 積)	10YR 4/3	7	0.1	未風化中角礫にとむ	0—20	きとめ あむり
	20—70		10YR 4/2	19	0.4	未風化中角礫すこぶるとむ	20以下	
	70—120+		〃			大～中角礫々々土		
和賀	0—40	第三紀凝灰岩 (残 積)	10YR 4/3	19	0.3	中～小角礫すこぶるとむ	0—30	49
	40—70		10YR 4/4	26	0.7	中角礫すこぶるとむ	30—60	40
	70—120+		10YR 6/6	25	0.8	中角礫々々土	60—100	11
佐藤(淑)	0—25	第三紀凝灰岩 (残 積)	10YR 3/4	21	0.7	な	0—40	94
	25—50		10YR 5/8	23	0.6	小角礫あり	40—60	6
	50—120+		10YR 6/8	23	0.7	未風化中角礫にとむ		
本間	0—25	腐植質火山灰	10YR 2/3	17	0.2	な	0—25	51
	25—50	第三紀凝灰岩	10YR 4/4	17		な	25—90	49
	50—100+		10YR 7/4	24	0.5	な		
斉藤(甚)	0—50	第三紀凝灰岩	5YR 2/1	18	0.3	中～小半角礫含む	0—20	2
	50—70	腐植質火山灰				大～中半角礫々々土	20—50	98
	70—80	およびそれらの	10YR 5/4	22	0.5	な		
	80—100	混合	2.5YR 1/0	22	0.9	小半角礫あり		
	100—120+	(洪 積)	10YR 4/6	17	0.2	小半角礫ふくむ		
磯部	0—25	第三紀凝灰岩 (残 積)	10YR 6/4	22		未風化小角礫30%	0—25	88
	25—65		10YR 6/8	26		大～中角礫々々土	25—65	12
	65—100+		10YR 7/8	28		〃		
見田	0—25	第三紀及び第三紀 と火山灰の混合 (洪 積)	7.5YR 3/4	15	0.5	小半角礫あり	0—25	とむ
	25—120+		7.5YR 5/8		0.4	大半角礫々々土	25—60	あり
佐藤(信)	0—25	腐植質火山灰	7.5YR 2/2	17	0.2	小角礫5～10%	0—25	89
	25—120+	第三紀	7.5YR 6/8	25	0.9	中角礫すこぶるとむ	25—50	11
山下	0—45	第三紀、腐植質 火山灰、および それらの混合 (洪 積)	10YR 4/0	19	0.4	大～中半角礫すこぶるとむ	0—40	80
	45—60		7.5YR 3/3	21	0.4	中～小半角礫すこぶるとむ	0—80	11.0
	60—70		7.5YR 3/4	23	0.6	中半角礫土にすこぶるとむ	80—120	9
	70—90		7.5YR 1/1	19		小半角礫土		
	90—110		10YR 3/2	17	0.3	中半角礫にすこぶるとむ		
	110—120+		10YR 4/2	18	0.7	中～小半角礫にすこぶるとむ		
斉藤(令)	0—20	腐植質火山灰	10YR 2/2	20	0.9	中～小円礫とむ	0—30	とむ
	20—60	(風積)	10YR 3/3	19	0.9	大～中円礫すこぶるとむ	30—80	ふくむ
	60—80	水 積	10YR 7/6			大～中円礫々々土	80以下	なし
	80—120+		10YR 7/3	19	0.7	な		
梅沢	0—40	腐植質火山灰	10YR 2/3	15	0.1	な	0—40	66
	40—100	第三紀	7.5YR 6/8	22	0.5	なし	40—100	17
	100—120+		7.5YR 7/8	24	0.7	なし	100—120	17
茂木	0—20	腐植質火山灰	10YR 3/3	18	0.8	な	0—20	とむ
	20—60	第三紀	7.5YR 2/1	20	1.0	未風化小半角礫ふくむ	20—100	ふくむ
	60—120+		10YR 6/6	25	1.0	未風化小半角礫ふくむ	100—120	あり

佐藤(喜)	0-20	第三紀 (残積)	7.5YR 4/4	15	0.4	未風化小角礫ふくむ	0-20	58
	20-120+		7.5YR 6/8	19	0.6	未風化中角礫すこぶるとむ	20-40	18
							40-100	24
五十嵐	0-25	第三紀 (残積)	7.5YR 4/6	21		な し	0-50	とむ
	25-55		7.5YR 6/8	23		未風化小角礫ふくむ	50-100	あり
	55-80		7.5YR 7/8	23		中～小未風化角礫ふくむ		
	80-120+		7.5YR 7/8	26		大～小未風化角礫すこぶるとむ		

第4表：供試園の化学性と生産力可能性等級

園名簡略分級式	深さ (cm)	土 性	腐植 (%)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C / N	PH		置換酸度 (y ₁)	塩基置換 容 量 (me/100g)	置 換 性 塩 基 (me/100g)			塩基飽 和 度 (%)	磷酸 吸収 係数	有効態磷酸 (Truog法)
							H ₂ O	KCl			Ca	Mg	K			
中山 (果) III p f n e	20	Li C	2.81	1.63	0.093	17.5	4.98	4.08	22.1	18.5	2.6	2.5	1.0	33.0	—	3.2
	40	Li C	1.77	1.03	0.076	13.6	4.89	4.00	24.2	18.0	1.7	2.2	0.8	26.1	—	2.7
	60	Li C	0.68	0.39	0.011	35.5	5.50	4.07	32.0	21.8	2.2	6.2	0.2	41.2	1169	3.2
	80	Li C	1.65	0.96	0.012	80.0	5.18	4.22	27.9	21.4	1.4	5.6	0.2	33.6	1283	
千田 (果) III p n f	10	Li C	3.93	2.28	0.141	16.2	5.28	3.75	86.8	36.4	4.7	6.0	0.8	31.5	592	7.6
	30	CL	1.92	1.11	0.053	20.9	5.30	3.60	186.9	65.3	2.9	10.7	0.5	21.5	—	5.5
	60	SL	0.26	0.15	0.033	4.5	5.04	3.64	181.5	57.7	0.9	11.1	0.2	21.1	955	5.5
	100	HC	1.21	0.70	0.035	20.0	5.26	4.24	55.8	25.0	0.8	8.7	0.2	38.8	1011	1.4
高橋(角) (果) III d p i	30	SCL	2.94	1.71	0.163	10.5	5.35	3.80	37.0	22.5	8.1	3.7	0.2	53.3	241	67.8
	70	CL	0.69	0.40	0.058	6.9	5.25	3.63	141.8	29.8	6.0	5.6	0.1	39.3	343	27.9
	100	SCL	0.88	0.51	0.059	8.6	5.31	3.67	106.6	22.8	4.9	4.5	0.1	41.7	169	63.4
三浦 (果) III n s e II d f	20	CL	3.83	2.22	0.152	14.6	4.90	3.53	63.6	30.5	2.9	2.1	1.1	20.0	1438	11.7
	45	CL	0.81	0.47	0.047	10.0	4.90	3.54	71.6	27.4	0.9	t	1.0	6.9	1465	1.4
	60	〃					4.61	3.49	87.5	27.5	0.7	t	1.0	6.2	1316	t
和賀 (果) III p n f	20	Li C	3.69	2.14	0.178	12.0	4.30	3.66	52.6	22.3	2.7	t	1.1	18.4	411	25.3
	40	Si C	3.25	1.89	0.164	11.5	4.41	3.76	51.6	19.8	1.4	t	0.9	12.1	469	29.0
	60	HC	1.03	0.60	0.069	8.7	4.31	3.61	71.6	21.9	1.5	t	0.8	11.0	313	31.5
	100	HC	0.73	0.42	0.073	5.6	4.44	3.60	75.0	24.9	2.0	1.2	0.9	17.3	273	39.2
佐藤(液) (果) III d p n f	15	Li C	5.43	3.15	0.231	13.6	5.08	3.79	21.7	16.0	1.4	1.7	0.1	20.0	1460	2.3
	40	Li C	0.60	0.35	0.079	4.4	4.90	3.69	43.6	21.2	2.8	1.8	0.6	25.5	980	t
	70	Li C	0.36	0.21	0.043	4.9	5.34	3.65	88.1	34.0	5.5	8.4	0.3	41.7	—	t
本間 (果) III n II d p f s e	20	Si C	14.23	8.25	0.366	22.5	4.90	4.28	28.6	24.5	1.0	t	0.4	5.7	1427	43.7
	40	Si C	6.58	3.82	0.121	31.6	4.84	4.13	47.2	20.7	0.8	t	0.4	5.8	880	24.2
	60	Li C	1.07	0.62	0.043	14.4	4.79	3.94	55.0	12.7	1.2	t	0.5	13.4	411	37.2
斉藤(替) (果) III d II p	10	CL	4.34	2.52	0.240	10.5	5.20	4.00	11.6	42.1	19.8	10.4	1.0	74.1	1330	t
	75	Li C	1.41	0.82	0.081	10.1	5.00	3.78	87.5	46.3	10.9	15.4	0.2	57.2	1383	17.9
	90	SC	6.73	3.91	0.121	32.3	5.22	3.90	40.9	44.2	5.7	10.9	0.1	37.7	1197	9.2
	120	SL	1.88	1.09	0.058	18.8	5.20	3.78	5.8	39.3	11.6	16.3	0.1	71.2	—	—
磯部 (果) III s t II d g p (w) f n e	20	Li C	1.97	1.14	0.085	13.4	5.22	4.00	37.5	24.0	7.3	1.9	0.4	40.0	550	22.0
	40	〃	2.00	1.16	0.021	55.2	5.00	3.79	71.3	27.2	4.4	0.8	0.4	20.6	720	7.6
	70	〃	0.19	0.11	0.024	4.6	4.74	3.53	164.1	51.0	6.5	1.6	0.3	16.5	2158	5.3
見田 (果) III t II d p	20	Si L	3.46	2.53	0.178	14.2	5.17	3.55	19.9	45.8	22.9	2.45	2.48	60.8	1901	279.0
	60	L	0.64	0.37	0.030	12.3	5.10	3.50	37.0	40.1	13.3	2.26	0.65	40.4	1757	141.7
佐藤(信) (果) III t d II (w) s e	20	Li C	7.43	4.31	0.376	11.5	5.02	4.20	6.6	27.6	6.9	4.0	1.2	45.7	749	38.2
	40	Li C	1.79	1.04	0.110	9.5	5.50	3.96	13.4	21.5	6.6	6.7	0.2	62.8	354	29.2
	60	Li C	0.98	0.57	0.087	6.6	5.60	3.91	11.4	21.8	7.5	7.9	0.2	71.6	389	43.2
山下 (果) II d g p	20	CL	1.74	1.01	0.183	5.5	5.22	3.68	39.6	36.2	11.7	6.1	1.8	54.1	517	21.6
	40	CL	2.78	1.61	0.154	10.5	5.26	3.68	33.2	40.1	12.2	10.4	1.2	59.4	486	60.1
	60	Li C	5.24	3.04	0.151	20.1	5.46	3.88	11.6	45.6	16.9	12.8	0.2	65.6	499	35.5
斉令 (果) II t d (w) f n	10	Si L	12.11	7.02	0.362	19.4	6.21	4.90	0.4	31.1	15.1	1.22	0.9	55.4	1723	114.4
	40	Si L	5.85	3.39	0.196	17.3	5.48	4.42	1.6	14.1	1.4	0.12	0.5	14.3	1771	6.9
	100	LS	0.18	0.10	0.006	16.7	5.38	4.30	2.2	3.4	1.3	0.12	0.2	47.6	1861	15.9
梅沢 (果) II f n s	20	CL	7.82	5.57	0.304	18.3	5.85	4.24	13.5	31.3	5.9	1.8	1.0	27.8	757	t
	40	Li C	4.39	3.31	0.206	17.0	5.32	4.04	33.2	21.0	3.8	1.7	1.3	32.4	1292	5.0
	100	CL	0.29	1.21	0.107	11.3	5.28	4.00	66.0	25.5	3.6	6.4	0.2	45.3	1239	1.0
茂木 (果) III n II f	10	Si L	15.26	8.85	0.468	18.9	4.30	3.80	13.4	40.0	1.76	1.01	0.2	7.4	2327	25.8
	40	CL	15.41	8.94	0.377	23.7	4.40	3.88	15.0	34.4	1.64	0.34	0.3	6.6	2362	28.9
	80	CL	0.85	0.49	0.067	7.3	4.70	3.70	16.5	18.2	2.24	1.97	0.3	24.8	2375	41.0
佐藤(喜) (果) III s p II d f n e	20	Li C	2.30	1.33	0.087	15.3	4.76	3.66	57.4	19.5	2.1	3.1	0.7	30.2	416	9.2
	40	〃	0.73	0.42	0.051	8.2	4.60	3.60	78.8	21.4	1.9	2.8	0.6	24.8	—	0.5
	60	CL	0.41	0.24	t	—	4.40	3.65	99.8	35.0	2.4	2.7	0.4	15.7	516	t
五十嵐 (果) III p II i	20	Li C	2.35	1.36	0.210	6.5	5.73	4.27	4.4	17.9	9.5	1.4	2.1	73.7	457	27.5
	40	Si C	0.74	0.43	0.070	6.1	4.80	3.69	63.2	20.9	2.8	t	0.9	18.7	740	t
	60	Li C	0.50	0.29	0.067	4.3	4.81	3.65	73.0	23.0	2.5	t	0.8	15.2	644	8.0

(1) 中山林太郎氏園 雄勝町字東山

急傾斜地の尾根に位置し、安山岩質軽埴土からなる残積で、土壌は深い。根群は30cmまでに約50%、80cmまでに94%が存在することで示されるように有効土層は深い。

耕耘はやゝ難であるが草生栽培でほとんど耕起することがない。自然肥沃度はⅢで（簡略分級式）、置換性カルシウムに乏しい。40cmまで置換性カリに富み、リン酸吸収係数は1000前後で低い。侵蝕の危険性はあるが、草生栽培によって完全に防止されている。以上を総合して石灰を供給すればリンゴの生産力は高いと判断される。

(2) 千田宏二氏園 増田町字半助村

急傾斜地の中腹に位置し、第三紀凝灰岩を母材とする残積で、土性は埴壤土から埴土で軽埴土が多い。根群は第三紀土壌では深い方に属し、40cm以下にも44%の根が見いだされる。

置換性カルシウムは非常に少なく、マグネシウムが異常に高い。これは第三紀土壌にしばしば見られる特異的な土壌で、ビター・ピットが発生しやすい土壌である（44）。置換性カリに富み、リン酸吸収係数は低く、有効態リン酸も認められる。以上を総合して、カルシウム不足による障害がやすいことを除けば特に問題のない土壌といえる。

(3) 高橋角兵ヱ氏園 湯沢市字吹張

水田に隣接した平地で、水田より1-2m高く湧水面は認められない。第三紀土壌を主とする洪積で、土性は砂質埴壤土、根群は浅く、55cm以下に存在する根は6%にすぎない。

置換性カルシウム、マグネシウムは非常に豊富だがカリが少ない。リン酸吸収係数は非常に低く、有効態リン酸はきわめて高い。置換酸度（ y_1 ）は非常に高いがリンゴにとって障害とはなっていない。以上を総合して根群が浅いほかは問題の少ない土壌で生産力は高いと考えられる。

(4) 三浦隆氏園 湯沢市字関口

西向きの急傾斜地で植栽はテラス方式、安山岩を母材とする埴壤土で、根群は浅い。置換性カルシウム、マグネシウムがきわめて低く、カリに富む、したがってビター・ピットの発生はすこぶる多い。リン酸吸収係数はやゝ高いが有効態リン酸は認められる。以上を総合して、急傾斜地で作業に不便なうえ、塩基含量の低さが生産を阻害している。

(5) 和賀太郎氏園 横手市字中里

南向きの傾斜地で第三紀を母材とする軽埴土ないし埴土、第三紀としては比較的根群が深い。

腐植は第三紀とすれば多い方だが、置換性カルシウム、マグネシウムが非常に不足している。リン酸吸収係数は低く、有効態リン酸に富んでいる。以上を総合して塩基の補給を行なえば非常に生産力は高まる土壌であろう。

(6) 佐藤淑郎氏園 平鹿町字明沢

水田に隣接した平地であるが水田より約2m高い。第三紀凝灰岩を母材とする残積で軽埴土、根

群は浅く90%以上は40cmまでに存在する。この理由は気相(粗孔隙)が下層土で少ないためと考えられる。表層のみ腐植にとみ下層は非常に少ない。塩基含量が非常に低く、マグネシウム欠乏、ビター・ピットの発生が認められる。以上を総合して根の深さと塩基含量に問題のある土壌といえよう。

(7) 本間孝一郎氏園 横手市字十二所

東向きの急傾斜地で表層50cmは腐植質火山灰と第三紀の混層で、下層は第三紀を母材とする残積である。根は北野統では深い方に属している。

表層の腐植含量はきわめて高いが、置換性カルシウム、マグネシウムが非常に低く、ビター・ピット、苦土欠乏が発生している。有効態リン酸は非常に多い。以上を総合して塩基を補給すればかなり生産力の高い土壌と考えられる。

(8) 斉藤甚之助氏園 平鹿町字明沢

水田に隣接した釜の川統で、第三紀と腐植質火山灰、およびそれらの混層からなる複雑な断面で、調査位置によって断面も根群の分布も違っている。大部分の根群は50cmまでに存在し比較的浅い。

腐植、塩基ともに豊富で、リン酸吸収係数は中程度である。以上を総合して根群の深さを除けば生産力の高い土壌といえよう。

(9) 磯部実美氏園 横手市字植沢

南向きの急傾斜地で第三紀凝灰岩を母材とする残積、軽埴土である。有効土層はきわめて浅く、25cm以下は礫土で、60cmに未風化の基岩が存在する。根群は浅く、25cmまでの深さにほとんどの根が集中している。

腐植は少なくy₁は高いが置換性カルシウムに富んでいる。リン酸吸収係数は低く、有効態リン酸も認められる。以上を総合して有効土層の深さにのみ難点がある園といえよう。

(10) 見田甚四郎氏園 増田町字西成瀬

南面に山を背にした平地で、釜の川統に属する。25cm以下は第三紀凝灰岩の半角礫々土で壤土、約60cmまでかなりの根が見いだされる。表層にのみ腐植が認められ、置換性カルシウムに富み、有効態リン酸がきわめて高い。総合的にみて果樹にとっては比較的生产力の高い園であるが南面の山が日照を阻害している。

(11) 佐藤信二氏園 横手市金沢

東向きの急傾斜地で北野統に属する。根群は25cm以上に約90%存在しきわめて浅い。表層は腐植に富み、置換性カルシウム、マグネシウムにとみ、かつそれらのバランスが保たれている。リン酸吸収係数は低く、有効態リン酸の含量も高い。根が浅いほかは問題点のない土壌であるが、草生が不完全なので土壌侵蝕の可能性がある。

(12) 山下清蔵氏園 稲川町字大倉

南向きの緩傾斜地で釜の川統、120cmまでの土層が6種におよび、全層にわたり第三紀凝灰岩の半角礫が存在し、腐植の含量は層によって著しく異なっている。これは腐植質火山灰の混合割合に差があるためとみられる。土性は40cmまで埴壤土で下層は軽埴土となっている。根群は比較的浅く、40cmまでに80%が存在する。

置換性塩基含量は高く、バランスもよい。リン酸吸収係数は低く、有効態リン酸はきわめて高く、生産力が高い土壌であるが紋羽病樹が2～3本みられる。

(13) 斎藤令蔵氏園 十文字町字三重

水田に隣接した平地で醍醐統に属する。表層は微砂質埴土の腐植質火山灰であるが60cmから80cmまでは中ないし大の円礫々土で以下は壤質砂土であり、湧水面は見当たらない。根群は深く、最深根は120cm以上に達する。

表層は非常に腐植に富んでいるが置換性カルシウム、マグネシウム含量はきわめて低い。有効態リン酸の含量は高い。総合的にみてマグネシウム欠乏、ビター・ピットの発生しやすい土壌で過乾のおそれもある。

(14) 梅沢宣郎氏園 横手市金沢

西向きの緩傾斜地で北野統に属する。表層40cmは腐植質火山灰で、下層は半風化の第三紀土壌で礫はみられない。土性は埴壤土ないし軽埴土で40cmまでに66%の根が存在している。

上層は腐植に富んでいるが下層は乏しい。置換性塩基は高く、バランスもよい。総合して特に問題となる障害はなく生産力が高いと判断される。

(15) 茂木 栄氏園 稲川町字三又

水田に隣接しているが小高い丘で平坦、北野統に属する。表層60cmは腐植質火山灰で、下層は第三紀土壌である。根群は比較的深い。

腐植含量は高いがpHはきわめて低く、かるい粗皮病の発生が見られる。リン酸吸収係数は高いが有効態リン酸もかなり見いだされる。総合的にみて、有効土層は深い、マグネシウム欠乏、粗皮病などが発生しやすい土壌といえよう。

(16) 佐藤喜一氏園 平鹿町字明沢

南向きの急傾斜地の中腹に位置し、平鹿統に属する。第三紀凝灰岩を母材とする残積で、土性は軽埴土ないし埴壤土である。根群は平鹿統の典型で40cmまでに約80%の根が含まれている。

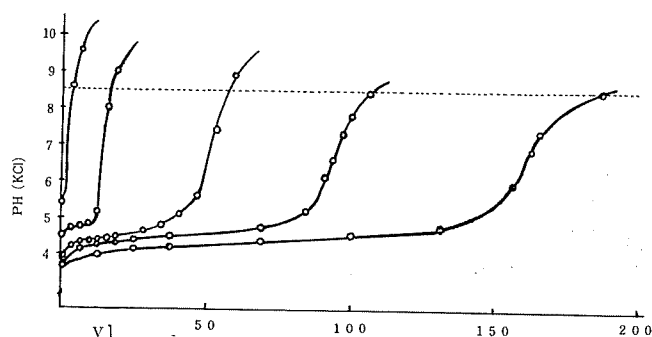
腐植はきわめて少なく、pH低く置換酸度（ y_1 ）は大で置換性カルシウムにやゝ乏しい。リン酸吸収係数は低い有効態リン酸は少ない。総合的にみてpHの低いことが欠点ではあるが、そのための障害性は認められない。

(17) 五十嵐長之助氏園 増田町字亀田

高台上の平地であるが南面を松林でさえぎられている。平鹿統に属し、第三紀の残積で、80cm以下は大～小の末風化角礫に富む。土性は軽埴土でち密、根群は浅く表層から25cmまでに集中している。

腐植はきわめて少なく、酸性で置換性マグネシウムに乏しい。リン酸吸収係数は低く、表層にかなりの有効態リン酸が認められる。総合的にみて根群の浅いことと、マグネシウム欠乏が発生しやすいことが欠点となっているが、他の障害は認められない。

以上の成績で示されたように、秋田県南部の第三紀凝灰岩を母材とする土壤は y_1 が異常に高く、KClで抽出される酸性物質はそのほとんどがアルミニウムであることは NaF を添加し、0.1N HCl で滴定する方法 (46) によって確め、第2図の緩衝曲線が得られた。



第2図 第三紀凝灰岩を母材とする土壤（平鹿統と北野統下層土）の滴定曲線

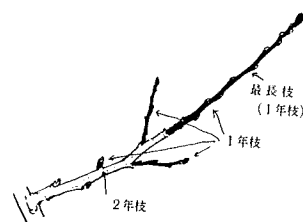
第三紀土壤では pH (KCl) が低く y_1 が異常に高くても、リンゴの生育に対してはそれ程影響はないも

のと考えられる。すなわち pH の低下に伴う障害として明らかにされているのは、可給態マンガンの増加とそれにとまって生ずるマンガンの過剰吸収の結果粗皮病の発生が著しくなることであるが、第三紀土壤では pH と易還元性マンガンの関係は明らかでなく、水溶性マンガンの増加も腐植質火山灰のように顕著ではない。現地においても第三紀土壤の平鹿統では粗皮病の発生がほとんど認められていない。したがって現在明らかにされている知見に基づく限り、pH の低下ないしは y_1 の増大による直接的な障害性は認められないといえよう。

4. 生育および収量調査の方法

(1) 新梢生長

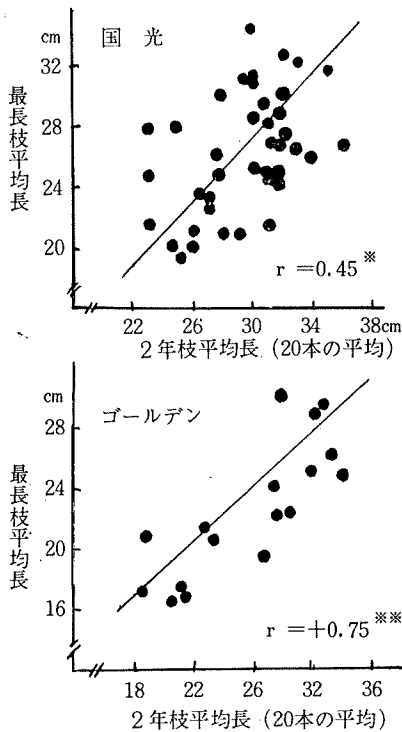
1963年から1966年までの生育調査は、平均的な2年枝を1樹から20本選び、それから生長した1年枝の長さや数を測定した（第3図）。これは樹の生長量や花芽のつき方を調べる場合に、平均新梢長よりも正確に測定しようと考えられたからである。1年枝は5cm以上と4cm以下に分けた。4cm以下は短果枝であるが、ほとんど生長していない頂芽は頂芽数として数えたが生長量は0とした。この方法による測定値は2年枝の先端が切り返してあるかどうかで非



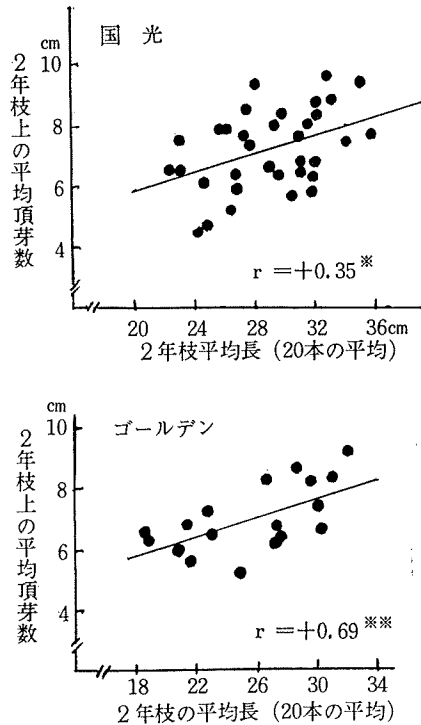
第3図 新梢の測定法

常に異なってくるので、切り返しを行わない園でなければ比較は不可能である。現在の剪定法では主枝、亜主枝の先端、下垂枝の先端以外は切り返しを行わないので、そのような枝の先端は避けて測定することが必要である。

2年枝の平均長と1年枝の長さとの関係を見るために、2年枝の長さと最もよくのびた1年枝の長さ（最長枝）との相関をみた。結果は第4図に示したように、国光では相関指数は低かったが、



第4図 2年枝の長さと最長枝の関係



第5図 2年枝の長さと2年枝上の頂芽数との関係

ゴールデンではかなり高かった。また2年枝が長いと頂芽数は当然多いと考えられるが、この関係は国光では顕著でなく、ゴールデンで密接であった（第5図）。一方、1年枝の生長量が多い枝では平均新梢長も大であるが、最も長くのびた枝（最長枝）と1年枝の生長量との相関関係は密接であった（第6図）。

一般に行なわれている平均新梢長は2年枝上の最も長い1年枝（最長枝）か、次に長い1年枝を測定している場合が多いから、2年枝上の1年枝の全生長量を測定していることに近いといえよう。しかし、平均新梢長は主観が入りやすく、樹が違っていても似たような長さの枝を測定しやすい。したがって、平均新梢長は「中位の長さの2年枝上の最長1年枝」と定義すれば、より客観的な数値がえられるであろう。1967年以降の新梢の測定はこのような結果に基づいて、2年枝上の最長1年枝

を1樹当たり50本、1処理3樹（最低で）測定することにした。

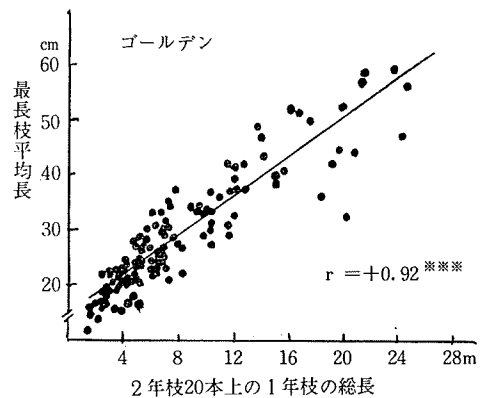
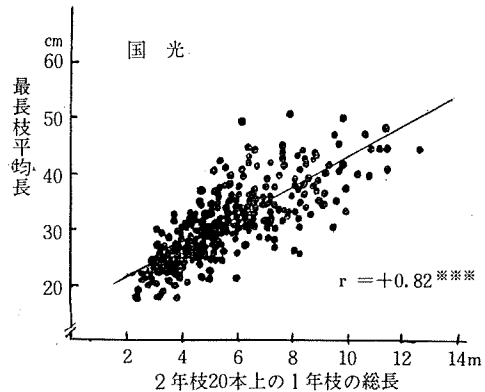
なお、試験開始年の1963年の測定は、測定点（2年枝）を測枝の先端から選んだので生長量は多くなっている。

(2) 幹周

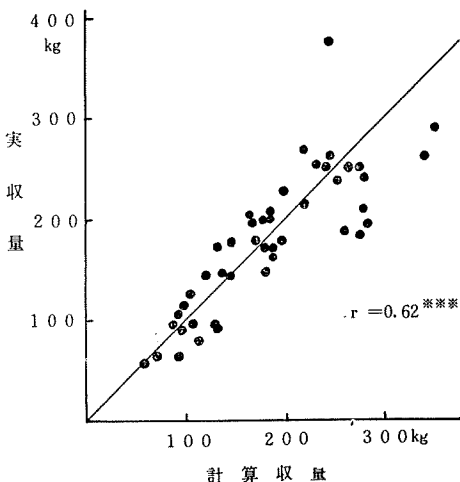
地上60cmの位置で行なったが、第1主枝の分岐点に相当する場合はそれより下部を測定した。ラベルはその下辺が幹周の測定位置になるように打ちつけた。幹周の肥大量は断面積の増加で示した。

(3) 収量

収量の測定は長期処理園だけで行なった。実際の収量をつかむのは困難であったために、50果の平均果径から1果重を算出し、全樹の結実個数を乗じて収量とした。果重は果径のほかに比重と縦径によっても当然影響されるが、多くの果実を測定して得た方式を用いて行なった。果実の横径（ x ）から1果重（ y ）をうる方程式は、国光で $y=0.0278x^2+3.37x-219.75$ 、有袋のゴールデン



第6図 2年枝上の1年枝の全長と最長枝の関係



第7図 計算収量と実収量の比較

ンでは $y=0.06547x^2-1.457x-7.31$ 、無袋のゴールデンでは $y=0.202x^2-23.73x+828.3$ であった。

この方法による適中率を第7図に示した。誤差は収量が多くなるにつれて増す傾向にあり、試験成績の資料として用いるには不満足である。しかし、多くの現地試験を行なう場合に、正確な収量をつかむことは困難であるから、結実数をより正確に、縦径の変異をある程度消去し、精度を高める必要がある。

5. 分析法

1963年から1966年までの葉分析は葉柄を含めた試

料について行ない、1967年以降は主脈を除いた葉身について分析した。採葉は7月下旬から8月上旬に行ない、樹の周囲から手のとどく範囲から集めた。洗滌は中性洗剤で洗い水道水ですすぎ、うすい酢酸溶液でぬぐった後、純水ですいだ。65°Cで乾燥した後ウイレーミルで粉碎し分析に供した。葉分析法は常法(33)によったが、1967年以降のCaとMgの分析は原子吸光分光光度計(日立107型)によって行なった。

葉緑素含量は肉眼による葉色の観察を裏づける意味から、一定面積の葉を打ち抜き石英砂と少量のエタノールで磨砕し、エタノールで緑色がなくなるまで洗滌したのち、ガラスフィルターで濾過、定溶後 Guthrie 標準液で 655m μ で比色した(29)。葉の打ち抜きは現地で行ないエタノールを添加したのち暗箱で運び、24時間以内に抽出、比色した。

供試園土壌の分析法の大部分は地力改善の方法によった。

Ⅲ. 結 果 と 考 察

1. N制限3年間の影響

国光は同一園で対照とN制限の比較を行なうために3園設定したが、樹が不揃いであつたり、ビター・ピットの発生が多く2年目から全部N制限に切り換えたりしたので、中山園だけが残し、他の園は対照かN制限のいずれか1処理だけになった。そのために資料の処理に困難を生じた場合も多かったので、土壌の種類、樹の状態が類似したものが対になるように配慮し、対応のない場合の平均値の比較で処理した。

(1) 葉内含量に及ぼす影響

第8図でみられるように、葉内成分はN制限の影響をよく反映した。

N; 国光のN含量は園によってかなりの変異が認められたが、N制限区の含量は一般に低く、差は約0.1%で、8年目には約0.2%低下した。ゴールデンでは園数が少なかったが、傾向は国光の場合とほぼ同じであつた。

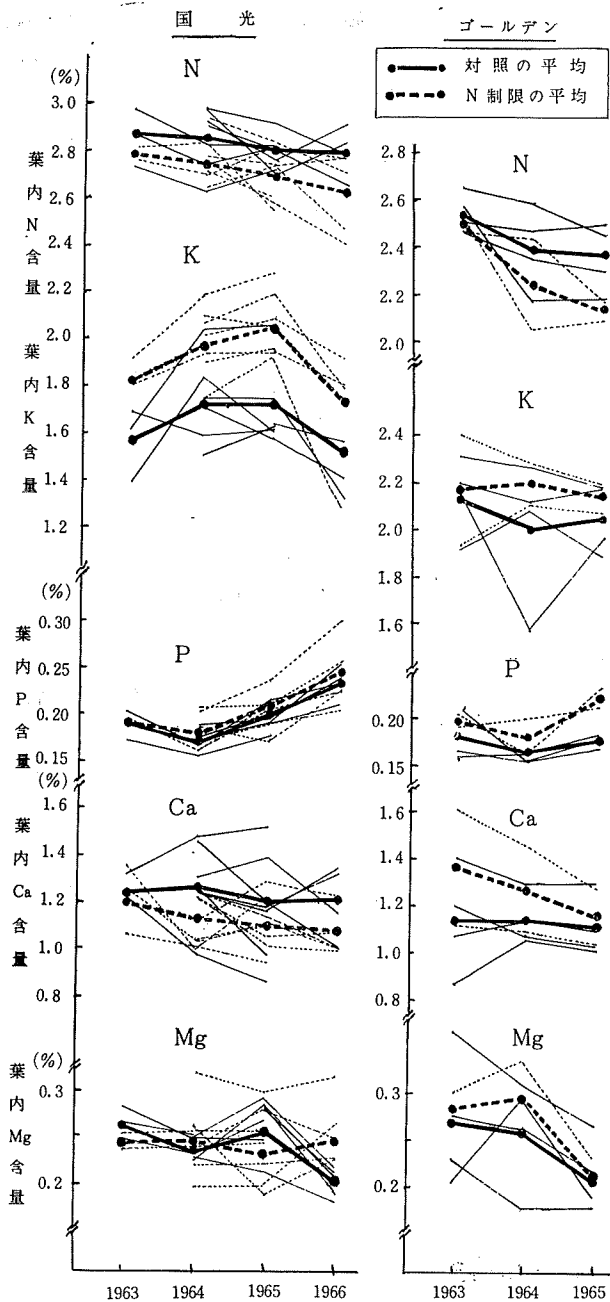
K; 国光ではN制限によってK含量は非常に高くなり、その差は0.2~0.3%に達し差は有意であつた。ゴールデンでは園数も少なく年による変異もあつたが、傾向は同じであつた。

P; Kと同じくN制限によって高まる傾向はみられたが差は有意ではなかつた。

Ca; Ca含量に及ぼす影響は国光とゴールデンで異なっており、国光ではN制限区で低く、ゴールデンでは高かつたが、これらの差は有意ではなかつた。

Mg; N制限の影響ははっきり認められなかつた。

葉内Nは果実の着色、硬度、貯蔵性などに密接な関係があることはよく知られている。果実の着色は葉内Nの増大に伴って低下するのが普通であり(4, 31, 39, 40)、Magness(25)は葉内N 0.1%の増大は5%の着色低下を招くとしている。果実の硬度も収穫時と貯蔵中を通じて、葉内Nが高



第8図 葉内成分に及ぼすN制限の影響

い場合に低下する例が多いが(17.36.40)、Nと密接な関係が認められていない場合もあり、Beaumont (5)によればNの少ない果実は収穫時に硬かったが、貯蔵中の軟化は早かった。これら果実の形質に及ぼす葉内Nの効果は、葉内Nがこの試験よりもかなり低い段階における結果である。多くの研究者がNの施用効果は10a 当たりに換算して4~5 kg、多い場合でも8 kg以上になると施用効果がないとしているから、この試験のようにN制限区の葉内Nがまだかなり高い段階では、果実の形質に及ぼす影響は現われにくいと考えられる。また処理間の差が0.1~0.2 %程度では、N効果をみるには差が少なすぎるように考えられる。

葉内KはNと拮抗関係にあり、葉内Nが低くなるにつれて高まるのが普通である(13.18.40.41)。

Kの多少と着色との関係についてはNより明確でない。K欠乏樹に対するKの施用は生長を促し、着色を改善するが(9.10.15.26)、健全樹に対しては生長はもちろん、着色にもほとんど影響を与えない(25.31)。またKによる着色促進効果が認められる場合でも、Nの低下による葉内Kの増大の影響とみられる(40)。一方、果実の品質は葉内Kが高まるにつれて改善するといわれる(19.

20)。Kの増大に伴って果実中の酸が増大することはよく知られているが(12. 15. 26. 42)、この試験の処理による含量差は葉内Nの場合よりやや大きいので何らかの影響のあることが期待される。

葉内PはKと同様に葉内Nが低下するにつれて上昇するのが普通であり(11. 13. 17. 18. 40)、この試験では有意差はなかったが、N制限によって葉内Pは高まる傾向が認められた。葉内Pと生長、果実品質との関係はほとんど認められておらず(17. 19. 31. 41)、この試験のように差が少ない場合は葉内Pの影響は少ないと考えられる。

葉内Caと葉内Nとの間の相関々係は負の場合は少なく(12)、Nの上昇につれてCaは高まるか(40. 41)、何ら変化しない場合がある(11)。Caと果実品質の関係についてEaves(12)は果実中の酸を減少させるとしているが、Kのような密接な関係はないとみるべきであろう。葉内MgもCaと同じくNが低下するにつれて低くなるのが普通で(11. 41)、Eaves(12)はNの増加がKの低下をひき起し、その結果Mgが増大するものとしている。この試験では葉内Ca、MgともN処理による差は明らかでなく、これはN制限の影響力が少なかったためとみられる。

(2) 生育に及ぼす影響

i 幹周

国光の幹周の年変化は第5表に示した。これを断面積に換算して、3年間の増加をみると、N制

第5表 国光の幹周の肥大に及ぼす処理の影響

		幹 周 (cm)			肥 大 量	
		試 験 開始時	1 年後	2 年後	3 年後	3 年間の増 加量 (cm)
N 制 限 区	中山	98.5	100.7	102.8	106.4	124
	千田	88.1	90.5	93.4	96.1	117
	高橋	101.0	104.6	107.9	109.4	141
	三浦	51.7	55.0	58.3	62.1	94
	和賀	113.6	114.2	116.7	120.0	119
	佐藤(淑)	79.7	83.7	86.2	88.4	116
	本間	77.7	79.8	82.3	84.0	81
平 均		87.2	89.8	92.5	95.2	113
対 照 区	中山	96.2	98.8	102.3	105.1	142
	磯部	113.5	113.9	114.9	116.2	49
	見田	94.4	95.6	98.3	103.0	135
	佐藤(信)	71.1	73.0	74.9	77.2	72
	山下	92.9	94.0	95.1	97.1	63
	斎藤	85.9	86.8	89.8	93.3	106
	梅沢	118.4	120.3	122.0	123.8	104
平 均		96.1	97.5	99.6	102.2	96

N制限と対照の差はいずれも non. sig.

限区では平均で113cmの増大がみられたのに対して、対照区では96cmであった。この差は有意でなく処理差は認められなかった。幹周増加量は地上部の生育と関係が深いとされているが(1. 30)、幹周あるいは断面積の増加は樹令による差も大きく、樹令が若い樹では増加量は少ないが増加率は

高いのが普通である。こゝに示した結果は同一園での対応した処理でないために樹令の影響は避けられないが、N制限区の平均樹令が28.6年、対照区では33.6年であったことから、少なくともN制限による幹周肥大の低下はなかったといえるであろう。

ゴールドデンの場合も国光と同じく、幹の肥大に対するN施用量の影響は認められなかった（第6表）。

第6表 ゴールデンの幹周の肥大に及ぼすN制限の影響

		試 験 開 始 時	周 期 (cm)			肥 大 量	
			1 年 後	2 年 後	3 年 後	3 年間の増 加量 (c _μ)	増加率 (%)
N 制限 区	斎藤(甚)	71.6	74.9	78.4	80.2	104	25.5
	高橋	58.0	60.3	64.8	66.9	88	32.8
	平 均	64.8	67.6	71.6	73.6	96	29.2
対 照 区	斎藤(甚)	70.5	73.9	74.6	79.4	106	26.8
	茂木	78.6	80.5	82.9	84.1	71	26.6
	佐藤(喜)	72.8	76.3	78.3	80.6	95	22.5
	五十嵐	52.8	56.8	60.5	64.4	108	48.6
	平 均	68.7	71.9	74.1	77.1	95	31.1

ii 枝の生育

1963年の調査は大枝の先端の2年枝を選んで測定したので一般に値は高かった。1964年以降は平均的2年枝を選んだ。国光では第7表に示したように、生育は園によつて変異がみられ処理間の差は明らかではなかった。ゴールデンでは供試園が少なかったので判然としなかったが、N制限によつて生育が減退した兆候は認められなかった。しかし、5年間のN制限結果で述べるように、1樹当りの1年枝の総長はNを4 kgに制限することによつて減少した。

第7表：新梢の生長に及ぼすN制限3年間の影響（処理開始年は側枝の先端から2年
枝を選んだので長くなっている）

品種	処理	園	名	1年枝総長 (2年枝1本当 りの平均生長 量) (cm)			最長枝平均長 (cm)			5 cm以上の1年枝 の平均長 (cm)			短枝(4 cm以下) の全枝数に対する 比率 (%)		
				1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目
国	N 制 限	本 千 和 藤 (淑) 橋 浦 山	間 田 賀 淑 橋 浦 山	39.6	48.6	43.7	29.0	31.6	28.3	24.4	25.8	21.2	85	79	72
				50.5	54.5	48.3	28.2	29.9	23.0	18.4	22.0	16.7	66	75	67
				57.8	48.6	38.8	32.3	25.5	21.9	21.6	20.4	17.0	68	53	65
				88.1	51.2	52.5	38.3	26.6	27.5	24.8	17.3	20.7	64	64	76
				57.2	55.6	40.6	31.0	29.9	26.0	25.0	20.0	22.1	72	64	83
				82.9	71.0	70.0	39.3	36.4	30.3	25.2	26.6	19.7	61	77	50
				70.7	54.4	53.7	33.6	27.3	26.9	24.5	17.3	18.3	64	66	62
		平	均	73.7	54.8	49.7	33.1	29.6	26.3	23.4	21.3	19.4	69	68	68

光	対照	齊藤(令)	79.4	58.6	54.4	34.3	36.3	29.1	23.9	28.4	19.6	63	79	62	
		佐藤(信)	63.2	67.3	43.4	28.3	33.9	24.6	18.4	23.8	19.4	73	68	74	
		見田	57.3	55.2	45.1	34.0	34.1	27.4	23.4	26.2	19.8	75	75	68	
		山下部	82.3	65.8	33.6	32.9	30.6	21.8	22.9	21.0	17.9	47	64	71	
		磯部	79.3	63.7	41.7	35.7	28.3	25.8	25.0	18.7	22.5	60	61	82	
		梅沢	43.8	47.2	33.0	28.4	23.9	21.3	22.6	18.1	19.0	56	76	82	
		中山	92.3	56.4	76.7	36.7	27.5	32.3	23.8	18.3	22.1	60	74	60	
		平 均	71.1	59.2	46.8	32.9	30.7	26.0	22.9	22.1	20.0	62	71	71	
	ゴールデン	N制限	齊藤(甚)	66.5	60.8	44.3	23.0	23.8	19.8	17.2	15.4	14.0	44	53	60
			高橋	148.3	65.0	59.3	34.7	28.6	25.5	18.7	15.2	14.3	29	42	59
平 均		107.4	62.9	51.8	28.9	26.2	22.7	18.0	15.3	14.2	37	48	60		
ルデン	対照	齊藤(甚)	95.2	77.6	49.5	31.2	26.2	24.2	19.2	16.0	16.9	37	52	62	
		茂木	122.1	85.1	92.6	36.5	31.7	29.8	21.3	19.1	19.3	37	34	32	
		佐藤(喜)	59.6	36.1	35.9	28.4	18.2	18.5	15.7	13.2	14.0	53	67	68	
		五十嵐	159.7	76.4	43.0	37.2	22.2	19.6	22.3	17.1	14.5	40	47	69	
	平 均	109.1	68.1	55.2	33.3	24.6	23.0	19.6	16.4	16.2	42	50	58		

生長量, 最長枝平均長, 5 cm以上の平均長, 短枝比率ともに処理間の差はnon sig

(3) 果実に及ぼす影響

i 果実の大きさと品質

果実の横径は国光、ゴールデンとともにN制限の影響を受けなかった。屈折計示度はジュースを測定したので、果実の一部を測定した場合の値より低かった。処理による差は認められなかった。

酸はN制限区の葉内Kが高まったことから、N制限によって増大することが考えられたが、国光では3年間ともN制限区で高かったが、差は有意でなかった(第8表)。

第8表 糖、酸、果径に及ぼすN制限3年間の影響

品種	処理	園名	果 実 横 径 (mm)			屈 折 計 示 度			リンゴ酸 (換算) %		
			1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目
国	N 制 限	本間	72.6	71.8	73.9	12.0	11.4	12.3	.40	.47	.43
		千田	72.1	71.9	71.6	13.0	12.9	13.1	.44	.52	.48
		和賀	79.1	72.0	73.5	13.0	12.6	13.2	.45	.54	.39
		佐藤(淑)	73.1	75.1	72.0	12.5	13.8	14.0	.43	.48	.56
		高橋	75.7	75.4	72.3	11.0	12.5	11.8	.44	.46	.53
		三浦	78.0	75.2	83.5	12.8	12.2	12.3	.49	.57	.33
		中山	72.6	77.0	74.0	12.4	11.8	13.0	.39	.42	.47
		平均	74.8	74.1	74.4	12.4	12.5	12.8	.43	.49	.46
	対 照	斎藤(令)	—	73.8	75.4	13.6	12.7	12.2	.43	.50	.44
		佐藤(信)	73.5	72.9	72.2	—	12.8	12.8	—	.50	.47
見田		72.8	73.7	75.5	12.9	11.4	11.0	.39	.43	.35	
山下		77.5	71.3	75.9	13.6	12.8	13.0	.40	.47	.49	
磯部		72.1	77.6	69.5	12.4	13.6	13.1	.38	.47	.47	
梅沢		71.5	73.9	70.8	11.8	12.7	13.4	.39	.42	.47	
中山		72.0	76.0	76.8	11.6	12.2	13.0	.39	.44	.49	
平均		73.2	74.2	73.7	12.7	12.6	12.6	.40	.47	.45	

ゴ ー ル デ ン	N 制 限	斎藤(甚)	87.6	85.4	80.5	13.0	14.0	11.6	.40	.34	.34
		高橋	88.6	90.1	83.7	11.8	11.7	11.2	.43	.28	.30
		平均	88.1	87.8	82.1	12.4	12.9	11.4	.42	.31	.32
	対 照	斎藤(甚)	86.8	85.9	81.2	14.2	13.6	11.2	.38	.38	.34
		茂木	76.6	87.6	79.9	10.3	12.7	10.8	.33	.42	.32
		佐藤(喜)	88.6	81.8	77.7	12.8	13.4	11.0	.47	.38	.34
		五十嵐	81.0	81.9	81.1	12.2	12.2	11.4	.33	.36	.25
		平均	83.3	84.3	80.0	12.4	13.0	11.1	.38	.39	.41

横径、糖、酸ともに処理間の差は non sig.

この試験では長期制限園のほかは収量を調査しなかった。収量がNの増施によって増加する場合は、結実数の増加よりも1果重が増大するのが普通である(4.6.27.31)。この試験結果のように果実の大きさがN制限によって影響を受けなかった場合は、結実数に差がない限り収量の差は認められないことになる。供試園の収量は外観的にはまったく差は認められなかった。

可溶性固形物(屈折計示度)に及ぼすNの効果は、今までの研究でもはっきり示された例は意外に少なく、Gerhard (17) が果実内N、葉内Nと糖の間に負の関係を認めてはいるが、多くの研究の示すところによればNの低下につれて屈折計示度は高まる傾向は認められているが、差は有意でない場合が多い(4.36)。

Nと酸の直接的な関係について述べた報告は少ないが、N制限によって果実中のK濃度が著しく高まった場合には酸の増大が認められている(12.15.42)。

このように今までの研究では、味の重要な要因と考えられている可溶性固形物と酸含量に対するNの影響は着色に対するほど顕著ではない。しかしながら、リンゴの味はNの増加によって顕著に低下することは広く知られている。Eggert (13) は、食味を taste test し、資料を Score に変換してえた flavor と texture の値から、硬度、可溶性固形物、全酸度、糖/酸比などはおいしさをみるための方法ではないとしている。しかし、flavor と texture が食味にとって重要であるにせよ、ある濃度の可溶性固形物や酸の含量が大前提になることは疑いのないところである。この試験では官能検査も行なうべきであつたと考えられる。

ii ビター・ピットの発生に及ぼす影響

本間、千田、三浦園は試験前の発生率が非常に高く(第9表)、経済的な打撃は大きかったが、3年間～2年間のN制限によって、本間、千田の両園では実害のない程度まで減少した。三浦園は若樹であることや、土壌中の置換性カルシウムが低いこ

第9表 ビター・ピットの発生に及ぼすN制限の効果

園 名	試験開始前の発生率 (貯蔵中の発生を含む) %	N制限3年目の発生率 (貯蔵中の発生を含む) %
本 間	20.0	0.4 b)
千 田	64.5	2.7
三 浦	82.0 a)	21.4

a) 貯蔵中の発生を含まず

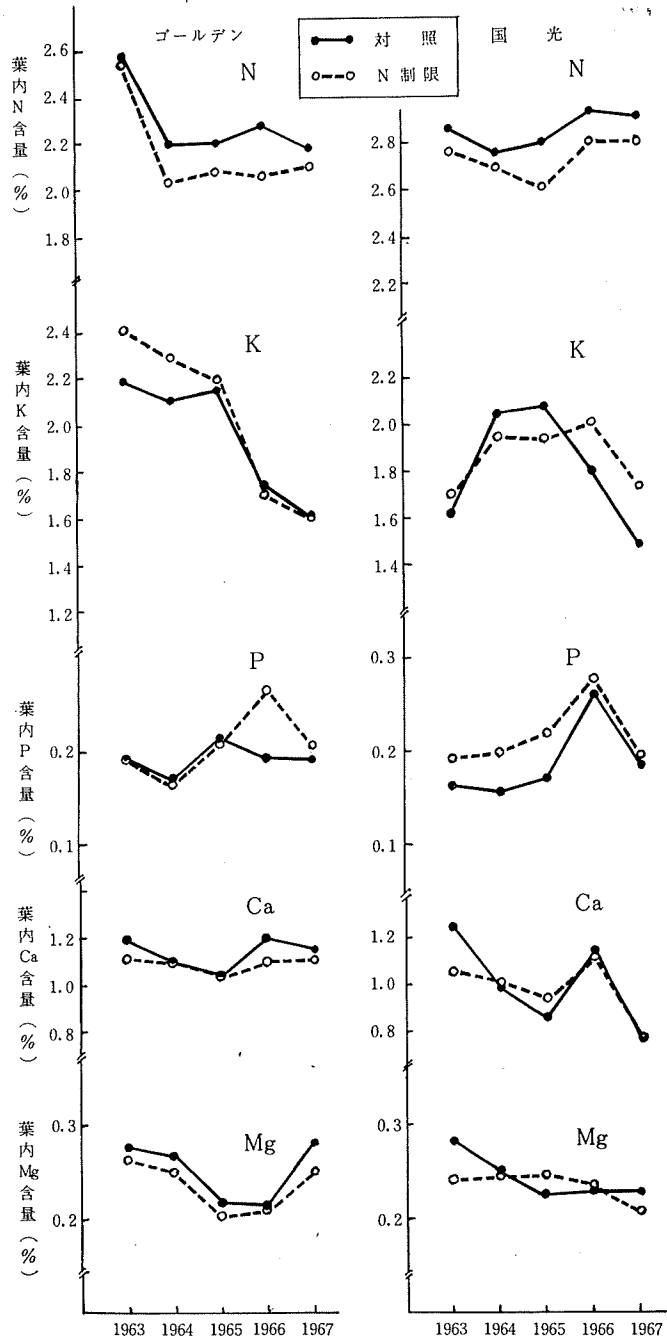
b) 処理後2年目の発生率

ともあつて、なお21.4%の発生が認められた。

ビター・ピットの発生と無機栄養および土壌的要因の関係についてはすでに報告したが(43.44)、わが国のリンゴ園ではN施用量を0~4 kgに制限することによつて、大部分の園では発生率を低下させることができる。三浦園の場合は、さらに発生率を低下させるためにはN制限を継続すると同時に、土壌に対する塩基の補給が必要であろう。

Nとビター・ピット以外の生理障害について、Smock ら(36)は scald が N施用量と正の相関々係があると述べ、同じ結果は Verner (39)によつても述べられている。これはNの施用によつて熟度が遅れることにもよるのであろう。breakdown もNによつて増加し(36)、Soggy breakdown (soft scald) も硝酸ソーダによつて発生しやすくなるといわれ(32)、core flush とNの関係は明らかでなかつたと報告している。

この試験では、これらの障害の発生は両処理とも明らかでなかつたが、貯蔵力についての検討、とくにその試験方法を考慮しなければならぬ。



第9図 国光とゴールデンの葉内含量に及ぼすN制限5年間の影響
(1967年の分析値は葉身分析値であつたため、葉柄を含む値に変換した)

2. N制限5年間の影響

中山園の国光と斎藤園のゴールデンについては16Nと4Nの比較を継続中であり、ここに示した結果は1963年から1967年までのものである。

(1) 葉内成分に及ぼす影響

N；ゴールデンでは試験1年目は差がなく、2年目は20%レベルで、3年目からは1～5%レベルでN制限区の葉内Nは低くなった。対照区とN制限区の葉内N含量の差は1965年以降は平均して0.14%であった。国光でも傾向はゴールデンと同じく、N制限区では処理2年目から葉内Nは約0.1%低くなったが、有意な差がみられたのは3年目だけであった。

K；ゴールデンでは最初の2年間はN制限区で高かったが3年目以降は差が認められなかった。国光ではゴールデンと異なり、処理3年目までは処理間に差は認められなかったが、4年目と5年目にはN制限区のK含量は高まり、差は有意であった。

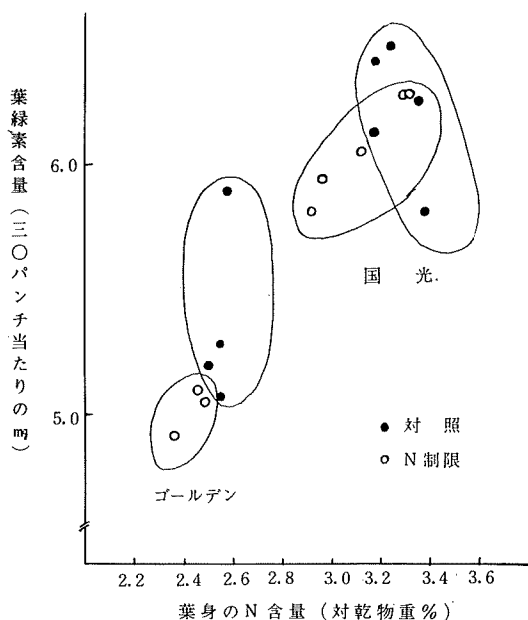
P；ゴールデンでは処理間に有意な差は認められなかった。国光の葉内PはN制限区で常に高く、1年目の差は有意で2年目以降の差は20%レベルで有意であった。

Ca, Mg；両品種とも葉内Ca Mgに及ぼすN制限の影響は明らかでなかった。

葉緑素；葉緑素含量の測定結果は肉眼による観察とはほぼ一致した。しかし樹全体からうける葉色の差は葉緑素の分析値より大きい傾向があった。ゴールデンのN制限区の葉色の变化は処理2年目から顕著に現われ、3年目の差は非常に顕著となった。しかし、その後差は拡大せず、3年目以降の葉色は処理年数よりも年による変異の方が大きいようにみられた。第10図でみられるように、ゴールデンでは処理効果が判然としていたが、国光では差は明らかでなく、わずかにN制限の葉色が淡い程度であった。

N制限の効果がはっきり現われたゴールデンのN含量は、葉柄、葉脈を含めた場合

は2.0～2.1%で、葉身の分析では2.44%であった。Benson(6)が10年生ゴールデンを用いて、1樹当たり硝酸アンモニアで0～7.5ポンドまで変化させて6年間試験した結果では、N無施用区では約1.6%～2.3%、6～7.5ポンドの多施区では1.8～2.7%で、N施用量が2～2.5ポンドで



第10図 処理5年目の葉色の比較

も多施区との差は0.1～0.2%であった。硝酸アンモニアのN含量を34%とし、エーカー当たり50本植え、10a当たり12本植えとすれば、2～2.5ポンド区は10a当たり3.7～4.6kgのNに相当し、6～7.5ポンド区は10a当たり11～13.8kgのNに相当する。これはこの試験の処理にほぼあては、まる。共通の指針として葉内Nを比較すると、この試験の対照区2.2%、N制限区2.1%に対し、Bensonのそれは年変化がはげしいが前半4年間の葉内Nの平均は多施区で約2.1%、少施区で約2.0%となつてほぼ一致した。

(2) 生育に及ぼす影響

i 幹の肥大

主幹断面積の増大は第10表に示した。ゴールデンでは処理間になつた差は認められなかつたが

第10表 幹周の肥大に及ぼすN制限5年間の影響

品 種	処理	主 幹 断 面 積 (cm ²)					5年間の 断 面 積 増 加 量 (cm ²)
		1963	1964	1965	1966	1967	
ゴールデン	16N	418.2	454.3	498.8	521.9	565.4	147.2
	4N	417.5	457.1	505.4	523.2	564.8	147.3
国 光	16N	737.9	777.7	832.7	879.0	919.7	181.8
	4N	724.7	755.6	799.2	837.4	873.6	148.9※

※ 5%レベルで有意

国光では4N区の肥大は対照区の81.8%で差は有意であった。

ii 平均新梢長

最長枝の平均長は第11表に示した。両品種とも処理3年目においてだけN制限によつて新梢長は

第11表 新梢の生長に及ぼすN制限5年間の影響

品 種	処理	最 長 枝 の 平 均 長 (cm)				
		1963	1964	1965	1966	1967
ゴールデン	16N	31.2	26.2	24.2	24.3	15.1
	4N	23.0	23.8	19.8※	27.0	16.3
国 光	16N	36.7	27.5	32.3	32.0	27.0
	4N	33.6	27.3	26.9※	29.4	28.0

※ 5%レベルで有意

有意に減少した。しかし、ゴールデンのN制限区の新梢長は処理開始後2年目から肉眼観察ではかなり制限され、剪定量も減少したように見受けられた。これに反して、国光ではN制限による影響は肉眼ではみられなかつたので、手の届く範囲内での測定はかなり厳密に行なつても樹全体の生長の指針とはならないように考えられた。

iii 全樹の生長量

平均新梢長の測定では満足な結果がえられなかつたので、処理後3年目と5年目に全樹の1年枝の数と長さを測定した。測定は両品種とも1処理から代表的な樹を3本選んで行なつた。

処理3年目の測定結果で(第12、13表)、ゴールデンはN制限によつて1年枝の全長、本数とも

第12表：処理3年目の全樹の生長に及ぼす処理の影響 —— 剪定前 ——

ゴ ー ル デ ン							国 光					
処 理	1年枝 総 長 (m)	1年枝 本 数	5 cm以 上の1 年枝総 長 (m)	5 cm以 上の1 年枝本 数	5 cm以 上の1 年枝平 均長 (cm)	4 cm以 下の 本 数	1年枝 総 長 (m)	1年枝 本 数	5 cm以 上の1 年枝総 長 (m)	5 cm以 上の1 年枝本 数	5 cm以 上の1 年枝平 均長	4 cm以 下の 本 数
16 N	546.86	9397	450.31	2627	17.1	6766	725.32	6217	641.30	2741	23.5	3477
4 N	446.69	8390	358.63	2366	15.1	6024	709.93	7414	637.52	2737	23.2	4710
有意性	P<0.20	P<0.20	P<0.20	NS	P<0.20	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

第13表：処理3年目の全樹の生長に及ぼす処理の影響 —— 剪定後 ——

ゴ ー ル デ ン							国 光					
処 理	1年枝 総 長 (m)	1年枝 本 数	5 cm以 上の1 年枝総 長 (m)	5 cm以 上の1 年枝本 数	5 cm以 上の1 年枝平 均長 (cm)	4 cm以 下の 本 数	1年枝 総 長 (m)	1年枝 本 数	5 cm以 上の1 年枝総 長 (m)	5 cm以 上の1 年枝本 数	5 cm以 上の1 年枝平 均長	4 cm以 下の 本 数
16 N	259.27	5734	198.73	1344	19.2	4390	376.67	4272	358.88	1736	20.8	2536
4 N	210.76	4607	163.69	1185	13.8	3422	350.50	4632	308.65	1555	19.7	3111
有意性	NS	P<0.20	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

に低下する傾向がみられた。国光では差はまったく認められなかつた。剪定後は、ゴールデンで1年枝の本数だけがN制限によつて少なくなる傾向が見られた。剪定によつて切り落される1年枝の割合はほとんど一定しており、樹による変異は予期したより小さかつた。しかし生長量が少ない樹では剪定量がやゝ少なくなるのであろう。剪定後で処理差が不明確になつたのはそのためであらう。

処理5年目のゴールデンの生長は3年目より処理の影響が顕著に現われ、剪定後の測定でもなお1年枝総長で22.4%減、平均の1年枝長で23.1%減、本数で26.7%の減がみられた(第14表)。

第14表：処理5年目の全樹の生長に及ぼす処理の影響 —— 剪定後 ——

ゴ ー ル デ ン							国 光					
処 理	1年枝 総 長 (m)	1年枝 本 数	5 cm以 上の1 年枝総 長 (m)	5 cm以 上の1 年枝本 数	5 cm以 上の1 年枝平 均長 (cm)	4 cm以 下の 本 数	1年枝 総 長 (m)	1年枝 本 数	5 cm以 上の1 年枝総 長 (m)	5 cm以 上の1 年枝本 数	5 cm以 上の1 年枝平 均長	4 cm以 下の 本 数
16 N	248.41	4273	204.27	1316	15.5	2957	429.23	4033	395.15	1649	24.0	2385
4 N	192.88	3393	157.14	964	16.3	2429	435.27	5267	390.68	1958	20.0	3309
有意性	P<0.05	P<0.20	P<0.05	P<0.05	P<0.20	P<0.20	NS	P<0.20	NS	P<0.20	P<0.20	P<0.20

国光では1年枝の本数と総長などがN制限で増加する傾向が見られた。

処理3年目と5年目に測定した樹は同一樹であるから、国光の生長がN制限によって増加する傾向が見られたことは予期に反している。現象的には樹勢が落着いてきて徒長がやみ、短枝の生長点が増えた状態と理解される。そしてこの結果は、N制限区の幹の肥大が減少したこととも関連があるのかもしれない。

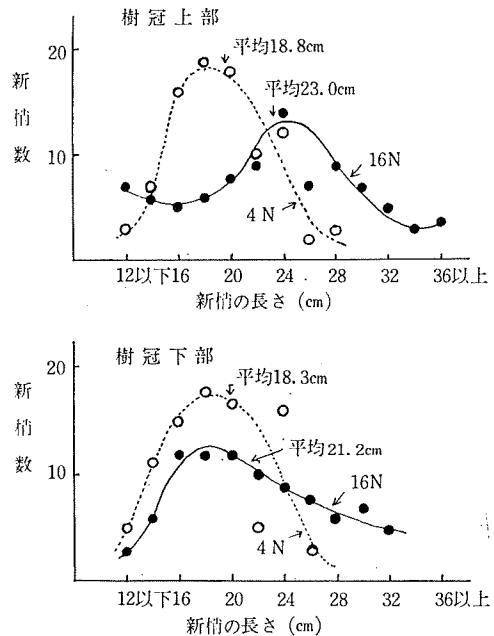
ゴールデンの生長が普通の平均1年枝長で差がみられず全樹の測定で差が見られた理由は、処理の影響が樹冠の上部で現われやすいためとも考えられる。第11図はこれを確認するために行なったものである。

図で見られるように、N処理の影響は樹冠上部で顕著に現われ、下部では差が認められなかった。

(3) 果実に及ぼす影響

i 収量

処理後3年間は収量調査を行なわなかったが観察では収量差は認められなかった。処理後4、5年目の収量は第15表に示した。国光は隔年結果の傾向はみられたが、両品種とも処理間の差は認められなかった。



第11図 樹冠の上部と下部における処理差の現われ方

第15表 処理3、4年目の収量(算出)、個数に及ぼすNの影響

処 理	ゴ ー ル デ ン				国 光			
	1966		1967		1966		1967	
	収量 (kg)	個数	収量 (kg)	個数	収量 (kg)	個数	収量 (kg)	個数
16N	289	1183	295	1346	363	1867	126	786
4N	251	1007	276	1201	399	2100	119	610
有意性	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

葉内N含量で述べた Benson(6)の試験結果についてみると、収量はN無施用区では明らかに低下したが、N処理区は施用量の多少にかかわらず収量差は認められなかったとし、葉内Nと収量の相関関係はスターキングでは顕著であったが、ゴールデンでは4年間のうち1年だけ関係が認められたと述べ、新梢生長と収量の関係もスターキングでは認められたが、ゴールデンでは何らの関係

も見いだせなかったと報告している。

国光は隔年結果の傾向が顕著であったが、これは対照区でも同様にNの影響とは認められなかった。隔年結果に及ぼすNの影響は明らかでなく、収量が大きな要因であることは一般に認められているところである(40)。

ii 等級、着色、果実の大きさ

国光では4年目にN制限区の青実が減少する傾向が見られ、5年目にも青実が減少し、大玉が増える傾向が見られた。これは20%レベルで有意性が認められたにすぎないが、肉眼観察でも着色は改善されていた(第16表)。N制限区の大玉の比率が高まったことは枝の生長の変化の関連して興

第16表 処理4、5年目の果実に及ぼすN処理の影響 —国光—

処 理	1 9 6 6					1 9 6 7				
	等 級 (%)			着 色	ビター・ ピット (個/樹当)	等 級 (%)			着 色	ビター・ ピット (個/樹当)
	大玉	小玉	青実			大玉	小玉	青実		
16 N	61.2	25.9	12.9	+++	18	23.7	60.0	16.3	+++	5
4 N	65.9	27.7	6.5	++++	7	42.1	49.9	8.0	++++	0
有意性	N S	N S	P<0.20			P<0.20	P<0.20	P<0.20		

味がある。すなわち、N制限区では1年枝の全長は対照区と同じであったが、枝の本数は増加し平均新梢長は短くなる傾向が認められた。これは樹勢が落着いた状態、言い換えればN過剰状態が是正された状態とも考えられ、そのような樹勢では果実はむしろ大きくなることもあるかもしれない。ビター・ピットはこの園ではあまり発生しなかったが、2年ともN制限区では少なかった。

ゴールデンの着色はN制限の影響を強くうけ、有袋と無袋をとわずN制限によって着色はよくなったが、特に無袋の場合は着色のよい黄実の比率は約2倍になった(第17表)。ゴールデンの等級

第17表 ゴールデンの着色に及ぼすN制限の影響

処 理	1 9 6 5 (有袋)			1 9 6 7 (無袋)		
	黄実 (%)	青実 (%)	屑実 (%)	黄実 (%)	青実 (%)	屑実 (%)
4 N	83.1	2.8	14.1	69.6	21.4	9.0
16 N	55.5	27.0	17.5	33.3	55.6	11.1

ゴールデンの調査は共通所の基準で共通所で実施。

1965年は各処理 約 145kg、1966年は各処理 約 2000kg、1967年は 約 315kg
の果実について調査。

はおもにサビによって分けられるので、青実の秀もあるわけである。すなわち等級の優劣はサビの多少を意味する。第18表からみると、有袋、無袋ともN制限区の秀の比率は高まった(第18表)。

第18表 ゴールデンの等級に及ぼす処理の影響

処 理	1965 (有袋)		1966 (有袋)		1967 (無袋)	
	秀	優	秀	優	秀	優
4 N	38.9	47.0	55.1	29.8	64.7	26.4
16 N	28.6	53.9	32.0	44.1	59.7	29.2

1967年は無袋で等級基準が変更された。

果実の大きさはN制限によって45玉の比率が低下することは明らかである。すなわち非常に大きい果実はN制限によって減少した。この傾向は処理4年目と5年目で顕著になった。50—60玉は3年間ともN制限区の方が多く、70—80玉は年により一定していなかった(第19表)。

第19表：ゴールデンの果実の大きさに及ぼすN制限の影響

1965 (%)						1966 (%)						1967 (%)					
※ <45	※ 50-60	※ 70-80	※ >90	計		<45	50-60	70-80	>90	計		<45	50-60	70-80	>90	計	
4N	0	58.8	25.6	1.3	100.0	4.7	61.8	19.1	1.5	100.0	1.6	41.0	31.5	16.9	100.0		
16N	2.1	40.2	37.3	2.9	100.0	13.0	50.1	10.6	0.2	100.0	6.7	39.0	27.9	15.3	100.0		

※1箱にはいる果実数、数が少ないほど果実は大きい

果実の大きさは1樹50果ずつ1処理3樹の横径を測定したが、ゴールデンでは選果結果に示されたようなはっきりした結果は認められず、処理5年目においてのみ有意差が認められN制限区の方がむしろ大きかった。(第20表)。これは果実の測定を行なった樹冠下部では45玉のような大果が

第20表 果実の横径に及ぼすN制限5年間の影響(50果×3樹の限定値)

品 種	処 理	果 実 の 横 径 (mm)				
		1963	1964	1965	1966	1967
ゴールデン	16N	86.8	85.9	81.2	81.4	78.7
	4N	87.6	85.4	80.5	83.5	81.9※
国 光	16N	72.0	76.0	76.8	75.8	71.1
	4N	72.6	77.0	74.0※	75.1	74.6※

※ 5%レベルで有意。

存在せず、新梢長と同じく樹冠上部においてN制限の影響が生ずるためと考えられる。

収量に及ぼすNの影響についての報告は非常に多く、Nの施用によって収量は高まるが多くの場合それは無施用に比較してであり、ある程度のNを施した場合には施用量の多少と収量の間にはほとんど関係が認められていない(16, 41)。ある程度のN施用量は1樹当たりNとして300g(6.11)、225g(16)程度で、最も多い例では900g(4)が報告されている。また収量とNの関係は品種によっても差が認められ、Benson(6)によればスターキングは無施用と比較して300gの施用は収量を

増大させたが、ゴールデンでは 0、300、600、900g の処理間に差がなかったとしている。この試験の結果もこれらの成績とよく一致した。

一方、地上部の生長量と収量とは直接的な関係が認められないとはいえ、樹冠の拡大が収量増加と密接な関係がある状態、すなわち若樹や粗植の場合には、生長量の低下が収量減を招く可能性はあると考えられる。

ゴールデンのサビ発生程度とNの関係についての報告は少ないが、Eggert(14)はNを施用することによってサビは増大するとしている。サビは降雨、薬剤散布などの種々の要因が関係し(22、23)、それらの要因強度はNより強いとされているのでNはサビ発生の主要な要因ではない。しかし、Nの多少が初期の果実の発育に影響を及ぼし、サビ発生期間の長さに影響を与えることがあればサビを助長する場合もありうるであろう。

Nが果実の着色を阻害することは研究者の一致した見解であり(4. 7. 20. 25. 31. 39. 40)，可溶性固形物に対するNの効果とは対照的である。Nが着色を阻害する理由としては、Nの直接的な効果のほかに、① 生長の増加によって日陰が多くなる。② 炭水化物が生長に使われる。③ 熟期が遅延する。④ 果実の葉緑素の消滅が遅れる、などの原因が考えられる。この試験のゴールデンでは有袋も無袋も同じ傾向であったことと、結実量に差がなかったことなどからNの直接的な効果が大きかったものと考えられる。しかし熟期の遅延も1週間程度認められたので、対照区の収穫期を遅らせた場合は差はいくらか狭められたかもしれない。

iii 糖および酸

ゴールデンはN制限によって葉内Nは低下し、生育は押えられ着色も著しくよくなった。可溶性固形物(糖分)の含量は、N制限によって高まる傾向は認められたが、明らかに高くなったのは処理5年目だけで差は1%にすぎなかった。国光ではまったく差は認められなかった(第21表)。

第21表 リンゴのジュースの中の糖、酸含量に及ぼすN制限5年間の影響

品 種	処 理	糖 (屈折計示度) %					滴定酸度 (リンゴ酸換算) %				
		1963	1964	1965	1966	1967	1963	1964	1965	1966	1967
ゴールデン	16N	14.2	13.6	11.2	14.1	13.1	0.38	0.38	0.34	0.31	0.56
	4N	13.0	14.0	11.6	14.7	14.1※	0.34	0.34	0.34	0.31	0.64※
国 光	16N	11.6	12.2	13.0	12.4	14.0	0.44	0.44	0.49	0.48	0.57
	4N	12.4	11.8	13.0	12.0	14.0	0.42	0.42	0.47	0.43	0.62

※ 5%レベルで有意

3年間のN制限結果で述べたように、他の研究結果と照し合わせればこの結果はけっして意外ではない。N制限によって味はよくなっても、それは糖の増大とはそれほど関係が深くはないようである。

酸はゴールドデンの処理5年目において、N制限区で有意に高くなっただけで、国光では処理間には認められなかった。

Ⅳ．総 合 考 察

この試験はN施用量と樹の吸収、天然供給量、肥料の利用効率から決定する方法をとらず、本県の代表的なリンゴ園土壌統において実証する立場から行なったものである。実証試験は供試園の選択、処理の実施、およびその継続に多くの制約をうけるので、適正なN施用量を決定できる設計を組むことはできなかった。したがって第1次の現地試験は現在の多肥を低下させることができるかどうか目標を定めた。

この試験で最も問題となることは、樹令、剪定法などの地上部の状態が園によって異なっていること、1園1処理が多かったことであろう。この種の試験は、厳密には1園中における個々の樹勢の変異も問題となる。すなわち多くの場合同じ施肥量でも樹勢は様々ではない。齊一な樹を供試できない以上、処理に対する考え方を変える必要に迫られる。ここでは、N処理は樹のN栄養状態を変える手段と考え、樹の栄養状態は葉分析値であらわし、生長や果実との関係をみるように努力した。

次に問題となるのは対照区とN制限区の平均値の比較である。前述の考え方に従うならば葉内N含量の高低によって区分して検討すべきであるが、対照区とN制限区の葉内N含量は樹令や剪定法の相違があつたにもかかわらず、N制限区で有意に低くなつたので、これを基礎に対応のない場合の比較で成績を処理した。

このように本試験では種々の問題点はあつたが、現在の多肥を低下させることができるかどうかには応えられるものと考えられる。なお、これらの問題点は現在実施中の第2次N制限試験、無袋ゴールドデンの栄養診断法に関する研究を通じて徐々に解決されるであろう。

1. 収量について

Nを制限しようとする場合に最も大きな障害となるのは収量が低下するかどうかであろう。3年間のN制限試験では収量調査は行なわなかったが、これはまったく収量差が認められなかったためであつた。収量調査は現地試験の場合に最も困難な課題の一つである。収穫時に調査するか園主に依頼するほかはないが供試園が多い場合は不可能に近い。この試験では4年目以降は横径の測定から算出した1果重と結実数から計算したが、まだ満足すべき精度には達していない。誤差の原因は平均的な果実を測定するむづかしさと、横径：縦径比の相違による1果重の変異が最も大きいと考えられ今後改善の必要がある。

N制限の影響が最も顕著にあらわれたゴールドデンの長期N制限区でみられたように、N制限によって葉内Nは低下し、1年枝の生長量が約20%も低下したにもかかわらず、5年間まったく収量低

下がみられなかった。この結果は他の研究者とも一致するので、少なくとも5年間は釜の川統ではNを4 kgまで低下させても収量低下の危険性は認められないであろう。

国光の場合はN施用量を施さなかった場合には果実の肥大は妨げられるが(45)、8~4 kg程度の施用ならば、平鹿統、釜の川統、東山統、北野統においては収量低下の危険性は認められなかった。

2. 果実の品質について

N制限の影響は果実の色に最も顕著に現われ、生育、収量に何らの影響がみられない場合でも着色は改善された。果実の色は価格に最も影響する要因で、着色を良くするために味を犠牲にして袋かけを行なっている現状である。袋かけを行なう場合はN栄養の状態が着色に不利な条件であつてもある程度それを避けることができるが、無袋の場合はN栄養の状態いかんが着色に敏感に現われる。ゴールデンの無袋の場合がそれで、黄実の比率を高めるためにはN施用量を低下させることが必須条件であることが明らかになった。もちろん有袋の場合でも着色改善のためには無袋ゴールデンと同じ処置が必要であろう。

国光の場合は葉つき、色袋などの手段によつて着色に苦心しているのが現状であるが、収量低下の危険がない以上、N施用量を減らし、着色しやすい栄養条件を整えることが必要であろう。

糖、酸に対するN制限の影響は予期したより少なく、最もN制限効果があつたゴールデンでも5年目によりやく屈折計示度で1%高まつただけであつた。これらの値はジュースでえられたもので、よく着色した果皮直下の測定では18%程度の示度の果実もみられたが、N制限による糖分の高まりは、有袋を無袋にした場合の糖度の上昇に比べて少なかった(23)。N施用量と糖度との関係は他の研究結果とも矛盾していないので、糖を高めるだけの手段としては強摘果、無袋栽培の方がより効果的であろう。しかし生産された果実の最低糖度をレベルアップする効果や、*flavor*, *texture* に対する効果は検討する必要がある。

3. 生理障害について

この試験で調査の対象にしたのはビター・ピットであつた。この障害は本県の第三紀土壌でひどく、原因は塩基置換容量、塩基吸着強度、カルシウム飽和度、などがこの生理障害に好条件であることによるが(44)、N過剰も大きな影響を及ぼしており、Nを制限することによつて3園のうち2園はほぼ完全に防止することができた。他の1園もさらに長期のN制限によつて実害のない程度まで発生を減らすことができると考えられる。生理障害はこのほかにも数多くあるが、貯蔵力として表現される内容の解析とその試験方法の確立が必要であり、今後の検討課題であろう。

4. 土壌と草生の種類について

供試した土壌のうち、釜の川統は山麓ないしは水田隣接地帯に分布し最も置換性塩基に富み、層によつては腐植含量も高い土壌であつたが、根群の分布は40-50cmに限られていた。それとは対照

的に、北野統は表層が腐植に富み根群は深かったが塩基飽和度は低かった。平鹿統は腐植、塩基に乏しく、根群は基岩の深さと土壤の粗孔隙の多少によって一定でなかった。これら非常に特徴のある土壤を供試しても、16kgと4～8kgの比較では土壤の種類による差は明らかでなかった。このことは土壤の有効土層とN肥沃度が樹勢に影響を与えるほどN栄養状態は低下していなかったことを意味すると考えられる。換言すればさらに厳しくNを制限した場合には土壤による差が現われるものと考えられる。

草生の種類はオーチャード・グラス、クローバー、雑草などであったが、N制限の影響が軽かった理由の一つとしてクローバーの草生が考えられる。クローバーの繁茂状態とNの固定量についてはさらに検討する必要がある。少なくとも言えることは、草生栽培園では30～40%N施用量を増す必要があるとした今までの考え方は改める必要がある。

5. 品種について

これからの品種としてスターキング、ふじなどの重要性はますます増大するが、スターキングはゴールデンより多くのNを必要とするらしいことは明らかにされているので(6)、国光、ゴールデンの例をそのまま応用することはやゝ危険であり、これらの品種の施肥合理化についてはそれぞれの品種を使用した実証試験が必要であろう。

6. 葉分析について

この試験の収穫の一つは葉分析値がN制限に対して敏感に反応したことである。Nを制限しても生長が衰えず、収量の低下も見られなかった状態で葉内Nが低下したことは、葉分析が欠乏診断のためだけではなく、適、過剰の診断にも応用しうる可能性が示されたものと見る事ができよう。

V. 摘 要

県下の主要なリンゴ園土壤統を供試してN制限の影響を見るための現地試験を行なった。国光とゴールデンの対照区の施肥量を10a当たり15～16kgとし、N制限区は4～8kgとした。結果は次の通りであった。

1. 葉内N含量はN制限によって低下し、ゴールデンでは2年目から2.1～2.2%（葉柄を含む）に、国光では2.7%前後になり対照区との差は0.1～0.2%であった。
2. 国光の枝の生長はN制限によって低下しなかったが、ゴールデンでは4kgの施用で3年目以降は対照区より約20%低下した。
3. 果実の糖、酸、硬度に対する影響はほとんど認められず、ゴールデンの4kg施用区で5年目に糖が約1%高まり、酸が増大したにとどまった。
4. 果実の着色に及ぼす効果は非常に顕著で、特にゴールデンの4kg制限区の着色良好果の比率は

対照区の2倍に達し、サビも少なかった。

5. ビター・ピットに対するN制限の影響は非常に顕著で、20~60%の発生率の園の被害は実害のない程度にまで低下した。

6. 収量はN制限によって低下しなかった。果実の大きさに対する影響もほとんどみられなかった。

7. 以上の結果から、本県南部のリンゴ園では国光とゴールデンのN施用量は8 kg程度まで低下できることが明らかになった。

Ⅵ. 引 用 文 献

1. Anthony, R. D. 1941. Further studies of the value of trunk measurements in interpreting apple tree growth. *proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 39:19-22.
2. 浅見与七、1951、果樹栽培汎論、土壤肥料編、養覧堂
3. Batjer, L. P., and B. L. Rogers 1952. Fertilizer applications as related to nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium utilization by apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 60:1-6.
4. Beattie, J. M. 1954. The effect of differential nitrogen fertilization on some of the physical and chemical factors affecting the quality of Baldwin apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 63:1-9.
5. Beaumont, J. H., and R. F. Chandler, Jr. 1933. A statistical study of potassium fertilizers upon the firmness and keeping quality of fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30:37-44.
6. Benson, N. R., R. M. Bullock, I. F. Chimilir, and E. S. Degman 1957. Effect of levels of nitrogen and pruning on Starking and Golden Delicious apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70:27-39.
7. Boynton, D., and A. B. Burrell 1944. Effect of nitrogen fertilizer on leaf nitrogen, fruit color and yield in two New York McIntosh apple orchards, 1942 and 1943. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 44:19-22.
8. ———, and J. R. Magness 1957. Soil, *The Yearbook of Agriculture*. p. 699-710. U. S. Dep. Agr. Washington, D. C.
9. Burrell, A. B. and J. C. Cain 1941. Response of apple trees to potash in the Champlain Valley. I. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 38:1-7.
10. ———, and D. Boynton 1943. Response of apple trees to potash in the Champlain Valley. III. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42:61-64.
11. Cain, J. C. 1953. The effect of nitrogen and potassium fertilizers on the performance and mineral composition of apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 62:46-52.
12. Eaves, C. A., and J. S. Leef 1955. The influence of orchard nutrition upon the acidity relationship in Cortland apples. *Jour. Hort. Sci.* 30 (2): 86-95.
13. Eggert, F. P., E. F. Murphy, and R. A. Johnson 1959. The effect of level of foliage nitrogen on the eating quality of McIntosh apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 73:46-51.
14. Eggert, D. A., and A. E. Mitchell 1967. Russetting of "Golden Delicious" apples as related to soil application of sodium nitrate. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 90:1-8.
15. Fisher, E. G., and S. S. Kwong, 1961. The effect of potassium fertilization on fruit quality of McIntosh apple. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 78:16-23.

16. Forshey, C. G. 1959. The effect of nitrogen status of magnesium deficient McIntosh apple trees on the response to Epsom salts sprays. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 73: 40—45.
17. Gerhard, B., D. H. Deway, and A. L. Kenworthy 1959. The storage quality of Jonathan apples in relation to the nutrient levels of the leaves and fruits. *Quart. Bull. Mich. Agr. Exp. Sta.* 41 (4): 820—833.
18. Heinicke, A. J. 1930. Composition of fruit—bud and spur tissue of Wealthy apples under different conditions of nutrition. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 27: 190—198.
19. Hill, H. 1950. Fertility status of commercial orchards by means of foliage analyses and correlations between levels of various elements so determined and fruit quality when held in cold storage. *Div. Hort. Central Exp. Farm Ottawa, prog. Rept.* 1934—48: 101—104.
20. ———, and H. B. Heeny 1955. Relationship between nitrogen content and storage quality of the McIntosh apple. *Hort. Div. Central Exp. Farm, Ottawa, Prog. Rept.* 1949—53.
21. Hoffmann, F. W. 1933. Yield relationship on terminal growths in York Imperial apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30: 299—302.
22. 神戸和猛登、今喜代治、1962. ゴールデン デリシヤスの サビ果に関する研究、東北農業研究 4: 107—110.
23. 今喜代治、神戸和猛登、久米靖穂、1968、ゴールデンの無袋栽培法 農及園、43 (3): 53—56.
24. Magness, J. R. and L. O. Regeimbal 1938. The nitrogen requirement of the apple. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36: 51—55.
25. ———, L. P. Batjer, and L. O. Regeimbal 1939. Correlation of fruit color in apples to nitrogen content of leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37: 39—42.
26. 森英男、山崎利彦、1960、りんごのK栄養に関する研究(第1報) 東北農試研究報 18: 44—56
27. 長井晃四郎、清藤盛正、桜田 哲、鎌田長一、1968、三要素試験の調査報告(第1報) 青森りんご試報告 12: 1—23
28. 農林省農林水産技術会議、1962、畑土壌に関する研究
29. 奥田 東、1953、植物栄養生理実験書、P161、朝倉書店
30. Overholser, E. L., F. L. Overley, and J. C. Wilcox 1941. Some correlation between growth and yield of the apple in Central Washington. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 39: 11—15.
31. ———, ———, ———, and D. F. Allmendniger 1942. Statistical analyses of the fertilizer data from the Von Osten apple orchard. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 41: 19—22.
32. Plagge, H. H. 1930. Do successive applications of nitrogenous fertilizers influence the development of physiological disorders of apple in cold storage. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 27: 23—27.
33. 佐藤公一、1957、果樹の葉分析法、P340—353、農業技術協会
34. Schrader, A. L., and E. S. Auchter 1927. The comparative effects of different nitrogen fertilizers on bearing apple trees low in vigor. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 24: 229—233.
36. 渋谷潤一、長井晃四郎、他、1958、リンゴの葉分析に関する研究、1の6、青森県りんご葉分析研究協力会
36. Smock, R. M., and D. Boynton, 1944. The effects of differential nitrogen treatments in the orchard on the keeping quality of McIntosh apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 45: 77—86.
37. 巢山太郎、森英男、1958. りんごの葉分析に関する研究(第3報) 東北農試研報 13: 73—79
38. 鈴木 宏、神戸和猛登、丹野貞雄、久米靖穂、1969. リンゴのN施用量試験、果樹の土壌肥料に関する試験研究打合せ資料、C
39. Verner, L. 1933. Effects of nitrate fertilization on apple fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30: 32—37.

40. Weeks, W. D., and F. W. Southwick 1956. The relation of nitrogen fertilization to annual production of McIntosh apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68 : 27-31.
41. ———, ———, M. Drake, and J. E. Steckel 1958. The effect of rates and sources of nitrogen, phosphorus, and potassium on the mineral composition of McIntosh foliage and fruit color. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 71 : 11-19.
42. Wilkinson, B. G. 1957. The effect of orchard factors of the chemical composition of apples. II. The relationship between potassium and magnesium in fruit. *Jour. Hort. Sci.* 33 (1) : 49-57.
43. 山崎利彦、森英男、横溝久、福田博之、1962、Bitter pit の発生と無機栄養との関係（第1報） 東北農試研報、23 : 153-161。
44. ———、新妻胤次、田口辰雄、1969、リンゴ園の土壌肥沃度に関する研究（第3報）、園学雑 38 (2) : 1-8
45. ———、———、———、1969、窒素施肥現地ほ場における窒素の感応性と品質に関する問題、果樹の土壌肥料に関する試験研究打合せ資料、A、農林省園芸試験場
46. Yuan, T. L. (1959) . Determination of exchangeable hydrogen in soils by a titration method. *Soil Sci.* 88 : 164-167.

Establishment of the applying nitrogen amount in apple orchards.

1. The influence of low nitrogen on leaf composition, growth, yield, and fruit quality of Golden Delicious and Rall's.

by

Toshihiko Yamazaki, Tanetsugu Niizuma, and Tatsuo Taguchi

Summary

Recently in our country, the amount of nitrogen fertilized in apple orchards has been increasing for fifteen years owing to expect the increase of yield and fruit size, and it amount to approximately 30 kg per 10 are. Thus high nitrogen application is likely considered to cause poor fruit quality or physiological disorders. An experiment designed to find the response of Rall's and Golden Delicious apple trees to low nitrogen, and to determine the optimum range of nitrogen application. In various soils, the low nitrogen treatment which received 4 to 8 kg as actual nitrogen per 10 are was compared with the control receiving at rate of 16 kg. Results as follows :

1. The nitrogen content in leaves was decreased by low nitrogen supply, such as 2.2 per cent in low nitrogen treatment from Golden Delicious and 2.7 per cent from Rall's after 2 years from beginning of treatment, and these concentration were lower from 0.1 to 0.2 per cent than control.
2. The shoots elongation of Golden Delicious supplied 4 kg nitrogen was decreased about 20 per cent, but not of Rall's.
3. The effect of low nitrogen supply on soluble solid, acidity and firmness of apple fruit was not observed, although soluble solid and acidity of Golden Delicious supplying 4 kg nitrogen was slightly more than control at after 5 years from beginning of treatment.
4. The color development on fruits was markedly advanced in low nitrogen treatment, especially on Golden Delicious, the rate of fair fruits of low nitrogen was twice as many as of control. The development of russet on surface of Golden Delicious fruits was depressed by low nitrogen supply.
5. The development of bitter pit was considerably depressed by low nitrogen supply in Rall's orchard, in which severe bitter pit was observed at before the treatment.
6. The yield was not decreased by low nitrogen supply, nor was there a significant difference in fruit size.
7. From these results, it was concluded that the application of 8 kg as actual nitrogen per 10 are was sufficient to maintain the normal production in Rall's and Golden Delicious orchard.

