りんごの葉分析に関する研究 (第1報)*

青森県下の優良りんご園の葉成分について

森 英男・坂本 一裕

(農林省東北農業試験場園芸部)

H. MORI and K. SAKAMOTO: Studies on the leaf analysis of apples. I.
On the leaf analysis of apples in Aomori Prefecture

1. 緒 言

果樹の合理的な肥培管理を行うために葉分析が取上げられ⁽¹⁾, 外国に於ては勿論, 我国に於てもその研究が始められた⁽⁵⁾が, りんごについても杉山氏等の研究⁽²⁹⁾がある。

著者等はりんごに対する葉分析を実用化するため, 第1着手として昭和 25~27 年迄, 青森県下の優良りんご園の葉分析調査を行つたが, 二, 三の示唆に富む結果を得たので, ここに発表する事とした。

本研究の御指導を賜つた浅見先生, 並びに協力を得た当部竹内助手, 其他栽培者の方々に深謝いたします。

2. 材料及び方法

材料は県下の比較的優良な園の代表的な一樹より集めたが, 昭和 25~27 年にわたり国光計 111 点, 紅玉 54 点, デリシアス 5 点を集め, その外に当部内より若干の資料を集めた。時期は 7 月上旬, 8 月上旬を主体としたが, 一部のものは 6, 9, 10 月にも採葉した。各樹の新梢の中央部⁽⁶⁾, ⁽¹⁰⁾から 50 枚をとり, 持帰つて, 直に常法によつて清掃⁽²⁶⁾, ⁽²⁹⁾, 乾燥, 粉碎して, 紙袋に入れ, デシケーター内に保存した。

分析方法は N はセミ・マイクロ・ケールダール法, P はローレンツ氏法, K は亜硝酸コバルト重量法を採用し

た⁽²⁶⁾, ⁽²⁷⁾。

結果判定の資料とするため, 直接現地に赴き, 採葉した一樹につき次の事項を調査した。

採葉月日, 樹齡, 品種, 幹周, 樹冠距離, 毎年の収量, 平年作収量, 土性, 地勢, 土壤管理法, 施肥の詳細, 果実の品質等。

3. 実験結果並びに考察

個々の園についての結果はここで発表する事は不適当と考えられるので, ここでは実験結果をいろいろの観点から取纏めた成績について報告する。

I. 葉成分の品種間差異

国光, 紅玉の葉成分を3カ年一括して示したものは第1表の通りで, N, K については国光は紅玉より多い傾向が見られ, この傾向は7月に比較的明らかであるが, 8, 9月になると次第に明らかでなくなっている。P については7月に於てもその差が明らかでない。更にこの点をたしかめるため, 26年度に同一園で国光及び紅玉を栽培して種々の条件が同じとみとめられるものを, 7月調査では23組, 8月は13組を撰んで比較した結果は第2表に示す通りで, 両月共に N, K については有意差がみとめられたが, P については明らかでない。杉山氏等⁽²⁹⁾は長野県に於けるりんご葉分析の結果, 国光は紅玉に比べて三成分共に多く, 葉分析による診断を行う

第1表 国光, 紅玉の葉成分

年 次	品 種 名	供試数	N (%)			P (%)			K (%)		
			最 大	平 均	最 小	最 大	平 均	最 小	最 大	平 均	最 小
25 26 年 7 月	国 光	109	3.98	3.25	2.49	0.247	0.175	0.115	2.18	1.53	0.75
27	紅 玉	54	3.84	3.00	2.30	0.244	0.167	0.096	1.85	1.34	0.71
25 26 年 8 月	国 光	77	3.77	2.92	2.36	0.181	0.130	0.102	2.21	1.23	0.62
27	紅 玉	27	3.35	2.85	2.08	0.192	0.130	0.102	1.75	1.20	0.83
27 年 9 月	国 光	32	3.26	2.89	2.30	0.172	0.132	0.104	1.91	1.32	0.63
	紅 玉	14	3.31	2.75	2.46	0.172	0.132	0.103	1.67	1.21	0.59

* 農林省東北農業試験場園芸部業績

本研究の一部は昭和 27 年 11 月園芸学会静岡大会に於て発表

第2表 同一園に於ける国光、紅玉の葉成分 (26年)

	7 月			8 月		
	国光	紅玉	t (n=23)	国光	紅玉	t (n=13)
N	3.24	2.93	7.01	2.87	2.61	4.82
P	0.170	0.163	1.22	0.128	0.129	—
K	1.63	1.29	5.23	1.43	1.19	2.01*

* 有意差ではないがそれに近い。

第3表 品種及び採葉時期と葉成分 (26年, 園芸部園場3樹平均)

月	成分	品種	国 光	ゴール デ ン	印 度	祝	紅 玉	リチャ ー ド	スター キング	ワイン サップ	スター* キング
6 月	N		3.56	3.51	3.84	3.83	3.44	3.41	3.34	3.29	—
7 月	N		3.46	3.09	3.42	3.64	3.35	3.41	3.24	3.08	3.37
	P		0.156	0.171	0.248	0.241	0.195	0.248	0.193	0.198	0.204
	K		1.17	1.16	1.69	1.62	1.20	1.85	1.41	2.01	1.42
8 月	N		3.17	2.89	3.04	3.15	3.12	3.16	3.06	3.03	2.83
	P		0.151	0.138	0.196	0.191	0.154	0.187	0.168	0.182	—
	K		1.23	1.23	1.71	1.88	1.39	2.15	1.83	1.99	—
9 月	N		2.62	2.30	2.64	2.16	2.20	2.63	2.52	2.50	—

* は場外園の平均

II. 葉成分と収量との関係

各園調査樹の実収量を調査し、これとその樹の平年収量を栽培者より聞取つて、総合して、大略の平年収量を推算し、一方では樹冠距離を測定して、反当換算本数を定め、これらを乗じて、大略の平年反当収量を推算してこれを 50 箱ごとに区分して、これと葉成分との関係を調査した結果は第4表に示す通りである。

この結果によれば、Nについては3カ年共、収量の多いもの程葉中のN含量が高い傾向が見られ、この傾向は7月に就て最も明らかで、8、9月となる程不明瞭となつてゐる。しかしながら、これら異つた園に於ける比較ではN含量の高いものは、必ず低いものより収量が多いとは限らず、全体として以上の傾向が見られるのであつて、同様の事は BOYNTON 氏⁽⁶⁾等の調査でも示されている。即ち収量は単に栄養状態だけでなく、樹型、樹容積、剪定、摘果等で異つて来るので異つた園では常に平行的な関係が成立たないのは当然であるが、BOYNTON 氏^{(8),(12)}等の同一園でN施用量を変えた実験では、葉中Nの多い樹は同時に収量を増加してゐて、N含量と収量との間に平行的な関係のある事を示している。即ち、葉中のN含量の如何は、収量に重要な関係をもつ事は明らかで、この調査から、反当 200 箱の収量を上げるためには、7月上中旬に国光では最低 2.8%、紅玉では 2.6% 程度のNを持つ事が必要と考えられる。

葉中の P 含量と収量との関係は明らかでなく、大略

場合には品種により異つた標準を用いるべきであると云い、Pを除いては本実験と一致する結果を得ている。

第3表は当園芸部内の同一園場で、同一條件で栽培されている 13 年生の主要品種の葉分析結果であるが、この結果が直に品種間差異を示すものであるか否かは更に検討が必要である。BATJER 氏等⁽³⁾がりんごの K の品種間差異のある事をみとめているが、この問題は佐藤氏⁽²⁶⁾等、杉山氏等⁽²⁹⁾の述べているように今後更に調査を進めることは実用上重要なことである。

0.110% 位あれば最高の収穫量を上げるものと考えられる。

K 含量と収量との関係も明らかでなくこの調査では 0.8~1.0% 以上あれば最高の収量を上げる事を示しているが、この値は米国の結果では K 欠乏をおこすぎりぎりの限界である事は注目すべき事である^{(3),(5),(8),(14),(15),(16),(25)}。即ち、我国りんごの葉成分は米国に比べて N が高く、K の低い傾向がある事は杉山氏⁽²⁹⁾等の結果でも認められているが、この事は後述する如く一般に我国に於ける収量が著しく多い事と関係があるように思われる。

III. 葉成分と果色との関係

果実の着色程度を良、普通、不良の3段階に分け、これと葉成分との関係を第5表に示した。この結果で明らかな事は、着色良好なもの程、葉のN含量が低い傾向の見られる事で、これは前表の収量の場合と逆の関係にあり、亦この傾向は7月に最も明らかで、8、9月になるにしたがつて不明瞭になつてゐる。一般に葉中N含量の高い場合には収量は多くなるが、逆に着色の悪くなる事は米国でもみとめられているところである^{(6),(8),(10),(11),(12),(13),(16),(17),(21),(23),(28),(30)}。

P 含量との関係は明らかでないが、K については着色不良なもののみがやや低い傾向がみとめられる。したがつて N/K の値をとつて見ると、この値の高いもの程着色不良の傾向が見られ、この関係はN含量単独の

第4表 収量と葉成分

品種	採葉月	年次	収量 (箱)	供試数	N			P			K		
					最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小
国光	7月	25年	200<	6	3.37	3.21	2.79	0.178	0.142	0.109	1.49	1.20	0.79
			200~150	11	3.58	3.05	2.78	0.171	0.144	0.116	1.58	1.22	0.75
		26年	200<	20	3.72	3.29	2.73	0.205	0.171	0.138	2.22	1.53	0.77
			200~150	22	3.66	3.19	2.71	0.197	0.167	0.128	2.08	1.45	0.75
		27年	150>	9	3.23	3.03	2.49	0.219	0.162	0.128	1.60	1.21	0.97
			200<	3	3.98	3.63	3.43	0.208	0.196	0.206	2.18	1.47	0.96
	8月	25年	200~150	15	3.73	2.83	2.83	0.247	0.194	0.148	2.10	1.57	0.80
			150>	9	3.61	2.76	2.76	0.216	0.185	0.157	2.12	1.61	1.25
		26年	200<	6	2.87	2.68	2.42	0.130	0.123	0.103	1.21	1.08	0.90
			200~150	9	2.70	2.53	2.36	0.139	0.122	0.108	1.46	1.20	0.98
		27年	200<	14	3.23	2.90	2.53	0.175	0.139	0.114	1.49	1.21	0.77
			200~150	17	3.14	2.76	2.46	0.165	0.129	0.115	1.55	1.20	0.62
紅玉	9月	25年	150>	8	2.88	2.64	2.46	0.134	0.128	0.116	1.42	1.14	1.00
			200<	3	3.41	3.27	3.14	0.170	0.128	0.103	1.44	1.20	0.95
		26年	200~150	15	3.77	3.26	2.92	0.181	0.135	0.102	1.62	1.37	0.91
			150>	9	3.49	3.23	2.88	0.177	0.141	0.117	1.55	1.35	0.95
	27年	26年	200<	3	3.26	3.08	2.94	0.151	0.124	0.104	1.42	1.03	0.63
			200~150	15	3.19	2.92	2.64	0.172	0.129	0.108	1.73	1.26	0.76
	7月	25年	150>	9	3.14	2.94	2.66	0.152	0.131	0.121	1.50	1.30	1.07
			200<	9	3.33	2.87	2.61	0.201	0.170	0.150	1.68	1.34	1.06
		26年	200~150	11	2.95	2.77	2.59	0.202	0.148	0.119	1.43	1.13	0.81
			150>	7	3.29	2.92	2.60	0.198	0.168	0.120	1.56	1.34	0.82
	8月	26年	200<	6 (1)*	2.76	2.63	2.50	—	0.147	—	—	1.60	—
			200~150	7 (3)	2.96	2.65	2.08	0.144	0.125	0.115	1.36	1.14	0.80
	9月	26年	150>	7 (6)	3.21	2.65	2.40	0.165	0.137	0.121	1.73	1.28	0.86

()* は PK の調査点数

第5表 果実着色と葉成分

品種	採葉月	年次	着色	供試数	N			P			K			N/K		
					最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小
国光	7月	25	良	4	3.36	3.15	2.96	0.170	0.141	0.109	1.58	1.14	1.19	2.58	2.29	1.87
			普通	12	3.12	2.99	2.78	0.150	0.133	0.115	1.48	1.18	0.75	3.89	2.64	2.05
			不良	3	3.58	3.43	3.34	0.178	0.169	0.157	0.95	0.88	0.79	4.27	3.90	3.67
		26	良	6	3.49	3.15	2.96	0.190	0.159	0.139	2.22	1.89	1.66	1.88	1.68	1.51
			普通	42	3.76	3.17	2.49	0.219	0.167	0.129	2.09	1.43	0.75	4.09	3.23	1.35
			不良	4	3.72	3.34	3.11	0.205	0.173	0.128	1.23	1.01	0.77	4.83	3.43	2.75
	8月	25	良	6	3.48	3.14	2.76	0.208	0.176	0.148	1.92	1.57	1.25	2.56	2.06	1.65
			普通	14	3.73	3.40	3.02	0.216	0.190	0.157	2.18	1.67	1.31	2.62	2.05	1.44
			不良	7	3.98	3.62	3.51	0.247	0.210	0.155	1.73	1.31	0.80	4.39	2.97	2.25
		26	良	4	2.77	2.62	2.42	0.130	0.121	0.103	1.25	1.16	1.03	2.69	2.27	2.01
			普通	12	2.72	2.58	2.36	0.142	0.125	0.108	1.46	1.19	0.73	2.71	2.25	1.79
			不良	3	2.87	2.74	2.63	0.131	0.122	0.113	1.08	0.99	0.90	3.19	2.80	2.44
	9月	26	良	2	3.09	2.84	2.58	0.175	0.145	0.114	1.35	1.21	1.07	2.41	2.35	2.29
			普通	18	3.14	2.82	2.47	0.165	0.130	0.115	1.55	1.22	0.62	4.73	2.41	1.81
			不良	1	—	3.23	—	—	0.152	—	—	0.77	—	—	4.19	—
		27	良	6	3.36	3.19	2.88	0.163	0.142	0.109	1.69	1.31	1.10	2.28	2.56	1.78
			普通	14	3.77	3.25	2.92	0.177	0.126	0.102	1.62	1.39	1.05	3.07	2.41	1.92
			不良	7	3.50	3.31	2.98	0.181	0.154	0.119	1.64	1.39	0.91	3.59	2.74	2.12
紅玉	7月	26	良	6	3.14	2.94	2.66	0.152	0.131	0.112	1.73	1.25	1.02	2.98	2.43	1.67
			普通	14	3.19	2.94	2.64	0.153	0.123	0.104	1.50	1.28	1.07	2.64	2.38	1.98
			不良	7	3.26	2.99	2.67	0.172	0.146	0.120	1.51	1.15	0.63	5.17	2.85	1.98
	8月	26	良	3	2.88	2.67	2.60	0.187	0.159	0.120	1.82	1.66	1.48	1.76	1.67	1.53
			普通	23	3.33	2.86	2.51	0.202	0.160	0.122	1.68	1.25	0.81	3.21	2.36	1.58
			不良	2	3.35	3.19	3.03	0.203	0.180	0.157	1.22	1.16	1.10	3.05	2.77	2.48

場合より一層明らかであつて、この値が着色の良否を知る一つの目安になるのではないかと考えられる。しかしながら、Kを与える事によつて着色を向上した結果は未だ報告されていず、むしろ否定しているものがあり⁽⁶⁾、⁽²³⁾、一方ではNとKとの拮抗作用については多くの研究があつて、Nを増施して葉中のN含量が高くなるとK含量は低くなる傾向があるとするもの⁽²⁾、⁽⁹⁾、⁽¹⁸⁾、或はNの減少にとまつてK含量の高くなる事を見たものが多い⁽⁴⁾。即ち、この実験でK含量と着色と関係があるように見えるのは単にN含量にとまつて見られた現象にすぎなくて、Kとは直接の関係がないのかも知れない。したがつて、N含量の高いことによつて引起される着色不良をK含量を上げる事（単にK肥を多施するだけで目的を達する事が出来るか否か疑問である）によつて防ぎうるか否かは疑問と云わねばならないが、今後検討を要する問題と思われる。

IV. 地域と葉成分との関係

この材料を集めた園は、河岸の沖積層と、火山灰洪積層とに大別する事が出来るので、これを両地帯に別けて比較した結果は第6表に示す通りである。これによれば河岸は、火山灰に比べてN含量が高く、K含量が少い傾向が見られ、したがつてN/Kの値は前者の高い傾向がある。一般に河岸地帯は火山灰地帯に比べて収量は多いが、着色は劣る傾向が見られるが、この結果は以上の関係をよく表しているものである。

P含量も河岸地帯が多い傾向が見られるが、これは火山灰地帯は一般に可給態の磷酸が少いと云われている事を裏書しているものと考えられる。

BATJER氏⁽³⁾は地域によりりんごの葉のK含量の品種間差異の異つて来る事を述べているが、[杉山氏等⁽²⁹⁾は長野県下の調査で地域差をみとめ、これより将来は地域

別の施肥方法をきめるべきであると云つてゐるが、この調査でも亦明らかな地域差が認められた事は、将来合理的な施肥基準を決定する上に重要な資料を提供するものと思う。

V. 土壌取扱法と葉成分との関係

近時りんご園では草生法が漸次普及しつつあるので、本調査でも特に同一園で、土壌取扱法の異なる以外、他の条件の同じと認められる樹を撰んで調査したもの6組について、その葉成分の差異をt-testで比較した結果は第7表に示す通りであつて、草生法が葉中のN含量を減少せしめる傾向は明らかで、7月では統計的に有意差があり、8、9月には差が少くなるがやはり有意に近い。これは草と樹との窒素吸収の競合の結果である事は明らかである⁽¹⁹⁾、⁽²⁰⁾、⁽²⁴⁾。

第7表 土壌取扱と葉成分（昭27年国光）

	月	草 生	清 耕	差	P
N	7 月	3.03	3.36	0.33	0.05
	8 月	3.14	3.27	0.13	0.1
	9 月	2.87	2.99	0.12	0.1
P	7 月	0.177	0.189	0.012	0.1
	8 月	0.136	0.142	0.006	0.7
	9 月	0.124	0.127	0.003	0.4
K	7 月	1.64	1.69	0.05	0.5
	8 月	1.36	1.42	0.06	0.4
	9 月	1.29	1.20	-0.09	0.4

P及びKについては明らかな差異が認め難かつたが、これらについても当然競合が考えられるにも拘らず、このような結果になつたのは、Pについては吸収量が少く、競合による差異が明らかに出なかつたためと考えられ、Kについては草生法は年に3回位は刈取つて敷草を行うため、mulchingによる影響があつたためではない

第6表 地域と葉成分

年次月	品種	地 域	供試数	N			P			K			N/K		
				最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小
25 26年7月 27	国光	河 岸	25	3.98	3.43	2.76	0.247	0.181	0.128	1.65	1.19	0.75	4.89	3.04	2.01
		火山灰	90	3.67	3.22	2.49	0.216	0.165	0.109	2.22	1.56	0.75	3.89	2.20	1.35
	紅玉	河 岸	8	3.59	3.13	2.60	0.213	0.178	0.122	1.31	1.13	0.81	3.21	2.77	2.48
		火山灰	29	3.48	2.91	2.51	0.203	0.162	0.119	1.64	1.31	0.82	3.40	2.30	1.58
25 26年8月 27	国光	河 岸	17	3.77	3.06	2.63	0.181	0.138	0.102	1.35	1.06	0.62	4.73	3.01	2.18
		火山灰	60	3.49	2.88	2.36	0.177	0.128	0.103	2.21	1.40	0.73	3.73	2.16	1.43
	紅玉	河 岸	4	3.21	2.76	2.32	0.165	0.130	0.115	1.22	1.04	0.86	3.73	2.78	1.90
		火山灰	9	3.00	2.55	2.08	0.147	0.129	0.110	1.75	1.34	1.00	3.00	2.00	1.39
27年9月	国光	河 岸	7	3.26	2.89	2.66	0.170	0.137	0.120	1.35	1.10	0.63	5.17	2.89	1.99
		火山灰	25	3.19	2.89	2.30	0.172	0.130	0.104	1.91	1.38	1.02	2.98	2.17	1.41

かと考えられる。即ち、mulching が土壌中の有効態の K を増加せしめる事は明らかな事実である^{(2), (22)}。

これらの園に於て草生区の果実の着色が一般に良好である事がみとめられたが、この事は N 含量の低い事と関係がある事は明らかである。一方 K の値が変らないため N/K は低くなり、ここでも N/K と着色との関係が考えられた。

尚、草生園では収量の劣ると云う事は、時々聞かされる事で、この場合 N 含量の低下が原因となつてゐる事も当然考えられるが、かかる場合には尿素的葉面撒布が、これを緩和する有効な手段とならう。

VI. 年による葉成分の相異

青森県下では昭和 25 年は豊作、26 年は不作、翌 27 年は豊作となつてゐるが、これらと葉成分との関係がどうなつてゐるかを知るために、連続 2 カ年間、同一園で同一樹の葉分析を行つたものを取上げて、その成分を t test により比較した結果は第 8 表に示す通りである。

昭和 25 と昭和 26 両年の比較は、7 月の N、8 月の K 含量を除いて N、P、K 3 成分共に 25 年は 26 年（不作年、調査した園はいずれも袋掛数に於て 26 年は 25 年の 60% 以下であつた）に比べて明らかに低く有意差をみと

めうる。しかして、両年の各園施肥量の平均は同表下段に示すように明らかに 26 年の方が非常に少なくなつてゐる。したがつて、この年の葉成分の高い事は、明らかに不作が原因と考えられこの場合は施肥量の影響を消してゐるのである。結実量が葉成分に影響する事は一般にみとめられてゐるところである^{(1), (12), (18), (21)}。

しかして翌 27 年の豊作年では、N、P、K 共に確實に 26 年に比べて高いが、この年の施肥量は幾分多くはなつてゐるとは云え、この事のみで、この事の説明は困難で、やはり 26 年度の不作による養分の蓄積のためであらう。

3 カ年の変化を通覧すると、葉成分は 25~26~27 年と次第に高くなつて居り、結局不作をもたらしした前年の葉成分が最も低くなつてゐる事は興味ある事実であるが葉成分の絶対値はその年の条件のみでなく、前年の影響も表れる点は注目すべき事であらう。

VII. 樹齢と葉成分との関係

樹令により 10 年毎に区分して葉成分を比較した結果は第 9 表に示したが、大体樹令の進むにつれて各成分が多少減少する傾向が見られるが、P、K は N に比べて明らかでない。

杉山氏等⁽²⁹⁾ は長野県に於ける調査で樹令の進むにしたがつて成分の減少する傾向のある事を述べてゐるが、一般に本結果で見られるように結実期に入つたものでは、実際上は樹令による差異は、他の条件によつて cover される場合が多いと考えられるので、考慮しなくてもよいのではないかと思われる。

VIII. 採葉時期と葉成分との関係

各品種の 6~9 月、国光及び紅玉

第 8 表 年による葉成分の差異、並びに反当施肥量（国光）

		昭和 25~26				昭和 26~27			
		供試数	昭 25	昭 26	t	供試数	昭 26	昭 27	t
7 月	N	14	3.11	3.13	—	20	3.16	3.36	2.182
	P	14	0.143	0.161	2.812	20	0.169	0.194	3.549
	K	14	1.15	1.40	2.302	20	1.47	1.64	2.191
8 月	N	13	2.64	2.79	2.315	20	2.85	3.22	4.738
	P	10	0.118	0.135	3.778	20	0.129	0.139	1.587
	K	10	1.14	1.19	0.730	20	1.23	1.35	2.128
反施 当肥 平均 量	N	—	3.940	2.460	—	—	2.240	2.750	—
	P	—	1.890	1.650	—	—	1.710	2.190	—
	K	—	2.660	2.160	—	—	1.460	2.510	—

第 9 表 樹 齢 と 葉 成 分 （昭和 26, 27 年 7 月）

品種名	樹 齢	供試数	N			P			K		
			最 大	平 均	最 小	最 大	平 均	最 小	最 大	平 均	最 小
国 光	51 年<	7	3.40	3.08	2.75	0.190	0.162	0.142	1.92	1.61	1.25
	50~41 年	25	3.73	3.19	2.64	0.219	0.175	0.128	2.01	1.49	1.07
	40~31 年	20	3.63	3.19	2.49	0.205	0.169	0.129	2.22	1.56	0.97
	30~21 年	28	3.98	3.40	2.77	0.247	0.182	0.138	2.17	1.61	0.75
	20 年>	10	3.76	3.46	3.11	0.206	0.179	0.138	2.18	1.51	0.77
紅 玉	51 年<	1	—	2.88	—	—	0.171	—	—	1.68	—
	50~41 年	11	3.25	2.83	2.59	0.187	0.154	0.119	1.56	1.32	0.96
	40~31 年	5	3.00	2.82	2.51	0.165	0.148	0.122	1.59	1.26	1.06
	30~21 年	12	3.48	2.96	2.59	0.202	0.177	0.150	1.64	1.26	0.87
	20 年>	5	3.35	3.08	2.79	0.203	0.166	0.120	1.50	1.12	0.82

の7月～9月の葉成分の変化は第3表並びに第10表に示す通りで、概観すると各成分共に時期の進みにしたがって減少する傾向が見られるが、特にNに於て明らかで、Kはやや明確でない。りんご葉成分の季節的变化を調査したものは多いが、N^{(11),(12),(27),(30)}、K^{(3),(7),(10),(25)}、其の結果を総合すると概ねN、P、K共に展葉初期に高く、時期の進みにしたがって減少しているが、Nはその傾向最も明瞭で、P、Kは比較的变化が少く、特に7～9月の間は変化が少いとされている⁽⁷⁾。

第10表 採葉時期と葉成分

	国 光			紅 玉		
	N	P	K	N	P	K
25年 7月	3.10	0.141	1.18	—	—	—
8月	2.63	0.123	1.13	—	—	—
26年 7月	3.19	0.168	1.52	2.92	0.160	1.21
8月	2.77	0.128	1.33	2.67	0.129	1.25
27年 7月	3.38	0.189	1.64	3.32	0.190	1.47
8月	3.17	0.136	1.39	3.05	0.133	1.19
9月	2.88	0.132	1.32	2.72	0.132	1.26

葉分析による栄養診断を行う場合の採葉時期は成分の比較的安定して、樹体、果実等の状態をよく反映する時期が望ましい訳であるが、この結果ではP、Kは7月～9月には比較的安定しているが、Nはその間に相当の減少を見て居り、8～9月頃が比較的安定している。しかしながら、収量、着色、土壌取扱法其他とN含量との関係は7月に就て最も明らかな傾向が見られるので、この点からは早期の採葉が望ましい。佐藤氏⁽²⁶⁾は各種果樹の葉分析時期が遅れると結実と気温低下のため葉成分が減少して反応も鈍くなるから葉の十分成熟した果実の最大肥大期がよいとして居り、其他遅くなると結実の影響の出る事を警告している報告もある⁽¹⁾が、りんごでは7～8月を適期としているものが多く、杉山氏も7月下～8月上旬に採葉している。

實際上、6月は枝の伸長しつつある時期で採葉部位を一定し難いので、7月以後になるのは止むを得ないが、8月に入ると、葉成分に及ぼす諸形質の反応も鈍くなり栄養関係以外に葉成分に影響を与える害虫(アカダニ等)の被害の危険も多くなるので、本実験の結果並びにこれ迄の諸業績を総合すると、枝の伸長の止る頃に出来るだけ早く採葉する事が最もよいと考えられ、その時期は青森県では7月上中旬頃である。したがって時期的に変化の多いN含量については、この時期を標準とすべきと考ええる。

IX. 施肥量と葉成分との関係

葉成分と其の年の施肥量との間の相関を各年ごとに調

査して見たが、N、P、K共に何等の相関を見出し得なかつた(相関表省略)。これは梨等に於ける佐藤氏等⁽²⁷⁾、りんごに於ける杉山氏等⁽²⁹⁾の結果と全く同様であるが、この事は杉山氏等も指摘している通り、葉成分が其の年の施肥量以外に種々の条件によつて大きく影響されるためと考えられるが、比較的條件の同じ同一園の場合でない限り^{(8),(12)}、この種の調査で施肥量と葉成分の関係を知る事は困難と思われる。

X. 葉成分の標準含量に対する考察

N含量について

この実験結果から採葉時期を7月上中旬として、新梢の中央部の葉を分析するとして、反当200箱以上の収量を上げるには、国光で2.8%、紅玉2.6%位のN含量を持つ事が必要と考えられる事はすでに述べたが、この調査を行つた園(樹)では一般にN含量は高く、国光3.98～2.46%(平均3.25%)、紅玉3.84～2.30%(3.00)を示し、第11表に示すように、3%以上を示すものが多い。杉山氏等⁽³⁰⁾も長野県の調査で一般にN含量が米国の場合に比べて高い事を報じているが、この結果では多収園が多かつたためか一層その値が高い傾向がある。すでに明らかにしたようにN含量の高い事は『収量の高い事』と密接な関係があるので、一般にNの高い事は我国の反収の高い事*と密接に結びついていると考えられ、外国の場合のように含量をさげる事は反収を減少せしめる事となる憂があるので、このN levelを下げてよいか否かは今後の検討を必要とする問題であるが、一方ではN含量の高い事は着色には不利な条件であるから、施肥節約の立場からと同時に、品質改善上今後の検討が望ましい。

K含量について

K含量は生産量にはあまり影響がなく、7～8月に1%を下廻る園でも十分高い収穫を上げているものがあり、一方着色の方からも1%を僅かに上廻る程度で、十分良好な成績を上げている園がある。この調査では7月で国光2.18～0.75%(平均1.53%)、紅玉1.85～0.7%(1.34)で、第11表で見られるように1.5%以下のものが大部分を占め、2.0%以上はきわめて少い。米国では1%以下は多くの品種ではK不足とされ、品種によつては1.5%以下を不足としているが⁽³⁾、以上の園のなかにはこれらのぎりぎりの値のものがある。しかしながらK欠乏徴候をおこしたものはなかつた。杉山氏等も同様長野県下の調査でK含量の低い事実を指摘している。

以上のようにK含量の低いのは、一部はK肥料の施用量が一般に少い事にもよるが、それよりも我国のりん

* 一部は外国に比べて剪定の強い事も関係しているかも知れない⁽⁶⁾。

第11表 N及びK含量の分布

年 月	品 種	国 光						紅 玉					
		N		K				N		K			
		供試点数	3.0% 以下 の点数	供試点数	1.5% 以下 の点数	2.0% 以上 の点数		供試点数	3.0% 以下 の点数	供試点数	1.5% 以下 の点数	2.0% 以上 の点数	
25 年	7 月	19	6	19	16(5)*	0		6	3	6	3(1)	0	
	8 月	19	19	19	19(4)	0		—	—	—	—	—	—
26 年	7 月	58	9	58	30(5)	8		34	22	34	27(2)	0	
	8 月	45	39	26	20(2)	0		23	21	13	11(2)	0	
27 年	7 月	32	2	32	10(2)	6		14	0	14	7(1)	0	
	8 月	32	8	32	22(3)	0		14	5	14	14(2)	0	
	9 月	32	20	32	25(2)	0		14	11	14	9(4)	0	

* () は 1% 以下の点数を示す。

この収量の高い事（収量の多い事は葉中のKを減少せしめる事実が知られているが⁽¹⁷⁾、同時に必然的にN含量を高める必要がある、この事はK含量を低くする事は既にのべた）に原因があるように思われる。したがってK含量を上げる必要があるとしても単にK肥料を多施するだけで可能か否かにも疑問があり（事実相当多量のK肥を与えている園でもK含量の低いものがある）、K含量を上げるためには、或る程度現在の高いN含量を下げる必要があるのではなからうか。米国に於て一般にN低く、Kの高いのはその収量が我国に比べて低いためと考えられる。

以上の問題より先に現在の低いK含量を高める必要があるか否かについても疑問があり（この実験でKが多少品質に関係するように見えたが確実ではない）、そのため収量を下げる結果になる事は望ましくなく、将来、現在のN含量を維持しながらK含量を上げる事が望ましい事が明らかにされた場合には、近頃取上げられ始めたK肥料の葉面撒布が有効な手段とならう。

P含量について

P含量はこの調査では国光0.247~0.115%（平均0.170%）、紅玉0.244~0.096%（0.167%）であつたが、P含量と樹の状態との関係が明らかでなく、且P欠乏徴候と見られなかつたし、杉山氏等⁽²⁰⁾の調査での最低0.12%で悪影響を及ぼしたか否か明らかでなく、BOYNTON氏等の調査⁽⁷⁾でも本結果と殆んど同じ値を示している。Pの標準量については今後の実験にまづべきと思うが、0.1%以上あれば特に差支はないのではなからうか。

4. 摘 要

(1) 昭和25~27年の3カ年間青森県下の優良園の葉分析調査を行つた結果を取纏めたものである。

(2) 国光と紅玉の葉成分を比較すると、N、Kは明らかに国光が多いが、Pについては明らかでない。其他

の品種間の差異については明らかでない。

(3) 収量の多い園の葉程N含量が高い傾向にあるがP、Kの関係は明らかでない。

(4) 着色の良好なものの程N含量が低い傾向があり、Nの場合程明らかでないがKがやや高い傾向が見られる。したがってN/Kの値をとつて見ると、これと着色との関係はNの値単独の場合より明らかなように見えるが、この事は更に検討を要する。

(5) 河岸地帯は火山灰地帯に比べてNが高く、Kの低い傾向がある。

(6) 草生園は清耕園に比べて明らかにN含量が低い

(7) 昭和25年（豊作年）は昭和26年（不作年）に比べて葉成分が低かつたが、その翌27年（豊作年）には更に前年より高くなつていて、不作の前年の豊作年は葉成分低く、不作に続く豊作年には葉成分の高い事が伺われた。

(8) 樹齢の進むにしたがつてN含量は僅かに減少する傾向がみとめられるが、P、Kは明らかでない。

(9) 採葉時期の遅れるにしたがつて、一般に葉成分は減少する傾向が見られるが、Nは最も明らかで、Kは明確を欠く。種々の点より考えて、葉分析を行う適期は枝の伸長の止つた頃がよく、その時期は青森県では7月上、中旬である。

(10) その年の施肥量と葉成分の間には、このように条件を異にする園についての調査では相関が認められない。

(11) 7月上中旬の採葉で、国光N 3.98~2.49%、平均3.25%、紅玉3.84~2.30%、平均3.00%であつたが反当200箱の収量を上げるためには最低国光2.8%、紅玉2.6%以上は必要と考えられた。一般にN含量の高い点は、品質に対して不利な条件となるので、検討を要する問題と考えられた。

K含量は国光2.18~0.75%、平均1.53%、紅玉1.85

~0.7%, 平均 1.34% で, 1% 内外の含量でも最高収量を上げたものもあつたが, この含量の低い点はNの場合と同様に検討を要するものと思われた。

P含量は国光 0.247~0.115% (平均 0.170%), 紅玉 0.244~0.096% (平均 0.167%) であり, その必要含量は不明であつたが, 最低含量の場合も特に障害はみとめられなかつた。

引用文献

- (1) 浅見与七: 果樹栽培汎論(土壤肥料篇) p. 137~160, 養賢堂, 昭和 26 年.
- (2) BAKER, C.E.: The effect of different methods of soil management upon the potassium content of apple and peach leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 39: 33~37, 1941.
- (3) BATJER, L. P. and MAGNESS, J. R.: Potassium content of leaves from commercial apple orchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36: 197~201, 1937.
- (4) BATJER, L. P., W. C. BAYNES and L. O. REGEIMBAL: The interaction of nitrogen, potassium, and phosphorus on growth of young apple trees in sand culture. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37: 43, 1940.
- (5) BOYNTON, D., W. REUTHER and J. C. CAIN: Leaf analysis and apparent response to potassium in some prune and apple orchards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 38: 17~20, 1941.
- (6) ——— and J. C. CAIN: A survey of the relationships between leaf nitrogen, fruit color, leaf color, and percent of full crop in some New York McIntosh apple orchards, 1941. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 40: 19~22, 1942.
- (7) ———, ——— and O. C. COMPTON: Soil and seasonal influences on the chemical composition of McIntosh apple leaves in New York. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 44: 15~24, 1944.
- (8) ——— and A. B. BURRELL: 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: 25~30, 1944.
- (9) ——— and O. C. COMPTON: The influence of differential fertilization with ammonium sulfate on the chemical composition of McIntosh apple leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 45: 9~17, 1944.
- (10) ———, ———: Leaf analysis in estimating the potassium, magnesium and nitrogen needs of fruit trees. *Soil Sci.* 59: 339~351, 1945.
- (11) ———, ——— and E. FISHER: Further work on leaf nitrogen and leaf color as measure of nitrogen status of fruit trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 52: 40~46, 1948.
- (12) ———, A. B. BURRELL, R. M. SMOCK, O. C. COMPTON, J. C. CAIN and J. H. BEATTIE: Response of McIntosh apple orchards to varying nitrogen fertilization and weather. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem.* 290, 1950.
- (13) BEATTIE, J. M.: Carbohydrate in apple shoot and twigs and their relation to nitrogen fertilization, yield, growth, and fruit color. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 51: 33~40, 1948.
- (14) BURRELL, A. B. and J. C. CAIN: A response of apple trees to potash in the Champion Valley of New York. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 38: 1~7, 1941.
- (15) BURRELL, A. B., J. C. CAIN and L. A. BRINKERHOFF: Response of apple trees to potash in the Champion Valley II. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 40: 8, 1942.
- (16) BURRELL, A. B. and BOYNTON, D.: Response of apple trees to potash in the Champion Valley III. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42: 61~64, 1943.
- (17) CAIN, J. C. and D. BOYNTON: Some effects of season, fruit crop, and nitrogen fertilization on the mineral composition of McIntosh apple leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 51: 13~22, 1948.
- (18) HARIS, L. and A. L. GILKESON: Interrelationships of nitrogen and potassium fertilization and pruning practice in mature peach trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57: 24~30, 1951.
- (19) HEDRICK, U. P.: Tillage and sod mulch in the Hitching orchard. *N. Y. Agr. Exp. Sta. Bul.* 375, 1911.
- (20) LYON, T. L., A. J. HEINICKE and B. D. WILSON: The relation of soil moisture and nitrates to the effects of sod on apple trees. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem.* 63, 1923.
- (21) MAGNESS, J. R., BATJER, L. P. and REGEIMBAL, L. O.: Correlation of fruit color in apple to nitrogen content of leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 37: 39~42, 1939.
- (22) 森田義彦, 板倉勉, 岩田正利: 果樹の生育に及ぼす土壌の物理的組成の研究 I. 果樹園土壌の諸調査, 果樹園各種土壌管理法と根の発達との関係. 園芸学会雑誌 21 (3): 129~145, 1952.
- (23) OVERHOLSER, E. L., F. L. OVERLEY, J. C. WILCOX, and D. F. ALLMENDINGER: Statistical analysis and the fertilizer data from the Von Osten apple orchard. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 39: 19~22, 1942.
- (24) PROEBSTING, E. L.: Effect of covercrops on the soil solution at different depth under orchard conditions. *Hilgardia* 7 (14): 553.
- (25) REUTHER, W. and BOYNTON, D.: Variation in potassium content of the foliage from certain

- New York orchards. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37 : 32~38, 1939.
- (28) 佐藤公一：果樹葉分析に関する研究。農技研報告 1号, 1952.
- (27) SHEAR, G. M., and HORSFALL, F. Jr.: Color as an index of nitrogen content of leaves of York and Stayman apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 52 : 57~60, 1948.
- (28) SMOCK, R. M. and BOYNTON, D.: The effects of differential nitrogen in the orchard on the keeping quality of McIntosh apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45 : 77~86, 1945.
- (29) 杉山直儀, 宮川健一, 八代仁夫, 大沢孝也：長野県下のりんご葉分析に関する研究。園芸学会雑誌 20, (3, 4): 191~198, 1952.
- (30) WANDER, I. W.: The relation of total leaf nitrogen to the yield and color of Stayman Winesap apples at different rates of nitrogen fertilizer application on sod. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 47 : 1~6, 1946.

Summary

1) Leaves were collected for three years (1950~1952) from leading commercial apple orchards in Aomori Prefecture. Analysis records were taken of the dry matter per cent of nitrogen, phosphorus and potassium in the leaves.

2) The leaves of Rall's Janet proved to have higher nitrogen and potassium content than Jonathan leaves, though the difference of phosphorus contents between varieties was not significant.

3) Most productive orchards showed higher N content in leaves than the less productive orchards. The relation between P and K content and the productivity of orchards was not recognized.

4) Generally, the lower N and the higher K contents of orchard leaves are apt to produce the better fruit color, and therefore the N/K values indicated rather clearly the fruit color of the harvest time, but much more investigations might be necessary on this subject.

5) The trees on the alluvial soil orchards had rather higher N, P and lower K leaf contents than on the volcanic ash ones.

6) Sod management of orchard soils was tend to make nitrogen content of leaves significantly lower than clean cultivation.

7) Leaf compositions were highest in 1952 (an on-year after an off-year), lowest in 1950 (an on-year prior to an off-year) and intermediate in 1951 (an off-year).

8) The age of trees seemed to decrease N content slightly, but not so clearly for the other two elements.

9) From June to September, N and P in leaves

decreased gradually, but the variation of K content was rather indistinct. The most adequate time for leaf sampling, in the case of nutrient diagnosis, was middle July in Aomori Prefecture.

10) In this study, any correlation could not be found between the leaf content of N, P and K and the amount of fertilizers applied in the same year, because the variations of circumference were so large and not erasable.

11) At the beginning of July, sampled leaves contained the elements as follows;

	Rall's Janet (111 samples)			Jonathan (54 samples)		
	max.	mean.	min.	max.	mean.	min.
N	2.49	3.25	3.98	2.30	3.00	3.84
P	0.115	0.170	0.247	0.096	0.167	0.244
K	0.75	1.53	2.18	0.70	1.34	1.85
	(dry matter per cent)					

12) The lowest level of leaf nitrogen in early July, to get the yield more than 800 bushel per acre, is 2.8 per cent (Rall's Janet) and 2.6 per cent (Jonathan). The relation between P and K contents and the yield was not clear.

13) Hunger signs were not found, even when leaf K was below 1 per cent and P was less than 0.1 per cent.

14) Japanese apple leaves have usually rather high N and low K contents. This might be due partly to the heavy bearing habit of the trees, though the further investigation may be needed on these problems.