

# リンゴの葉分析に関する研究 (第3報)

葉分析調査10年間の結果について

渋川 潤一\*・相馬 盛雄・長井晃四郎・泉谷 文足  
一木 茂・桜田 哲・清藤 盛正

(青森県りんご試験場)

## Studies on leaf analyses of apple trees III

Summary of the results of leaf analysis surveys  
during the 10 years period, 1953-1962

JUNICHI SHIBUKAWA, MORIO SOMA, KOUSHIRO NAGAI, AYATARI IZUMIYA,  
SHIGERU ICHIKI, SATOSHI SAKURADA and MORIMASA SEITO

(Aomori Apple Experiment Station)

\* Present address: Iwate Horticultural Experiment Station

## 目 次

I 緒 言	41
II 材料および方法	41
1 調査方法	41
2 分析方法	41
3 その他の調査	41
III 実験結果および考察	42
1 葉中成分の年次変動	42
2 国光, 紅玉の葉中成分の差異	43
3 土壌の差異と葉中成分	43
4 葉分析と栄養診断	43
IV 摘 要	44
引用文献	44
Summary	46

## I 緒 言

果樹の栄養生理、肥料問題の研究にとって葉分析の占める役割は大きく、また栄養診断の一方法としても葉分析は広く採用されている。しかし多数の園から葉を集めて分析する、いわゆる survey の形では各種の条件が重なるため適確な栄養診断をくだすのは困難であるとの意見<sup>(1)</sup>もあり、葉分析に関する基本的な検討は必ずしも十分でなく、特にわが国においては解明されるべき問題が非常に多い。

青森県りんご試験場では、1952年から1962年まで県下全域にわたり survey を実施したが、<sup>(1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962)</sup>同一園について10年間連続して調査した結果について、葉分析値の変動に対する要因に重点をおいてまとめた。

この調査の実施にあたり、分析葉の採集その他につい

てご協力をいただいたリンゴ関係者、県南地区の材料のしゅう集整理にご協力をいただいた青森県りんご試験場南部支場長、江渡達男氏、同職員諸氏、津軽地区の材料のしゅう集整理にご協力いただいた元青森県りんご協会職員、工藤義枝、岡本洋子氏、原稿のご校閲をいただいた青森県りんご試験場長、木村甚弥博士に厚くお礼を申しあげる。

なおこの調査のうち、元青森県りんご試験場職員、成田浩、外川鉄男、山下健、大野達男、中村幸夫、宇野登喜、佐藤憲秀、太田豊、中村美智江、坪田作子、小田桐惇の各氏の一部を担当していただいた。以上の諸氏に深謝の意を表する。

## II 材料および方法

### 1. 調査方法

葉分析調査は青森県全域から1952年から1962年まで第1表のように実施したが、1953年から1962年までの10年間連続して調査した園光119園、紅玉74園についての結果をとりまとめた。

採葉は各年とも7月下旬から8月上旬までの間に行なった。各園とも生育の揃った供試樹を7~10樹をえらび生育中庸の不着果新しょう中央葉を1葉づつ1樹5~7葉計50葉を採葉し、2%酢酸と水で洗浄し、中肋と葉柄を除き葉身部を通風乾燥後粉碎し、1mmのふるいを通して試料とした。

Table 1. Samples for leaf analysis surveys, 1952-1962

Year	Ralls	Jonathan	Delicious	Total
1952	371	323	—	694
1953	608	498	146	1252
1954	630	485	129	1244
1955	788	579	200	1567
1956	908	634	197	1739
1957	714	522	207	1443
1958	857	566	209	1632
1959	648	462	185	1295
1960	515	323	141	979
1961	326	228	87	641
1962	127	84	27	238

### 2. 分析方法

Nはセミミクロ・キエルダール法によって定量した。P、Kについては、試料を550°Cで乾式灰化後、希硝酸で処理し定容とした溶液について、Kはフレイム・ホトメーターにより、Pはバナドモリブデン酸比色法によって定量した。

### 3. その他の調査

葉分析調査を実施した園地について、アンケートにより、樹齡、収量、施肥量、その他について調査を行なった。

### Ⅲ 実験結果および考察

#### 1. 葉中成分の年次変動

1953年から1962年までの連続10年間、葉分析を実施した国光 119園、紅玉 74園について年次別の葉中成分の平均を示すと第2表のとおりである。また収量、施肥量の変せんは第3、4表のとおりである。

Table 2. Variation in the average leaf nutrient content in the same orchards, 1953-1962 (% of d. w.)

Year	Ralls*			Jonathan**		
	N	P	K	N	P	K
1953	3.52	0.18	1.44	2.91	0.17	1.23
1954	3.40	0.21	1.60	3.04	0.20	1.37
1955	3.50	0.19	1.60	3.20	0.17	1.44
1956	3.53	0.20	1.35	3.31	0.18	1.25
1957	3.35	0.19	1.36	3.20	0.18	1.24
1958	3.40	0.16	1.33	3.11	0.19	1.26
1959	3.50	0.19	1.38	3.22	0.18	1.30
1960	3.58	0.19	1.43	3.15	0.18	1.31
1961	3.36	0.17	1.40	3.05	0.16	1.36
1962	3.35	0.18	1.61	3.16	0.17	1.47
Mean	3.45	0.19	1.45	3.14	0.18	1.32
Standard deviation	0.086	0.014	0.111	0.113	0.012	0.085
Coefficient of variation	2.5%	7.4%	7.7%	3.6%	6.7%	6.4%

\* Mean of 119 samples

\*\* Mean of 74 samples

Table 3. Variation in the average yield in the same orchards, 1953-1962 (Boxes per 10a)

Year	Ralls*	Jonathan**
1953	148.5	153.4
1954	142.8	149.9
1955	112.8	114.1
1956	215.6	198.7
1957	209.7	209.8
1958	192.8	177.6
1959	208.5	211.9
1960	191.0	183.6
1961	191.7	176.4
1962	174.2	175.1
Mean	178.8	175.3
Standard deviation	33.8	30.0
Coefficient of variation	18.9%	17.1%

\* Mean of 119 samples

\*\* Mean of 74 samples

Table 4. Rates of fertilizer application in the same orchards, 1953-1962 (kg/10a)

Year	Ralls*			Jonathan**		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1953	8.6	4.5	6.5	8.3	4.0	5.0
1954	9.2	5.7	9.7	9.5	5.2	8.9
1955	14.1	6.9	13.3	12.8	6.5	12.5
1956	18.9	8.1	17.4	18.8	7.1	16.5
1957	19.4	8.9	19.1	19.6	7.5	18.2
1958	23.4	10.6	22.1	23.4	9.2	19.9
1959	24.4	10.9	23.0	24.2	10.2	21.2
1960	24.8	12.1	25.5	26.6	10.9	24.4
1961	28.1	11.8	25.2	28.4	10.7	23.6
1962	28.4	12.9	23.3	28.4	12.2	23.6

\* Mean of 119 Samples

\*\* Mean of 74 samples

1953年から1962年までの葉中N, P, K含量の年次変動をみると、国光、紅玉ともNの変動が一番小さく、P, Kの変動はほぼ同程度でNのそれより大きい。この傾向は青森県りんご試験場肥料試験の結果と同様で、HEENEY<sup>(6)</sup>も葉中Nの年次変動は一般にあまり大きくなく、Kがかなり大きいと述べている。一方各調査年度内における葉中成分の変動は第5表のとおりで、それぞれの園の間の変動は、年次変動より大きい、Nが最も小さくP, Kがほぼ同程度という年次変動と同様の傾向を示した。これはWALKER<sup>(2)</sup>の結果と一致した。

Table 5. Coefficient of variation of nutrient content in each year

Year	Ralls			Jonathan		
	N	P	K	N	P	K
1953	6.4%	13.7%	16.2%	10.1%	14.4%	14.4%
1954	7.9	12.7	15.9	7.2	10.8	14.6
1955	5.9	9.2	15.4	6.9	15.7	12.8
1956	6.9	17.7	16.9	8.3	7.3	13.3
1957	6.7	9.5	14.5	7.2	8.3	18.3
1958	6.8	13.0	15.4	6.3	8.4	16.4
1959	5.5	13.8	14.4	6.4	12.4	11.5
1960	5.6	10.6	17.5	6.8	8.7	15.4
1961	7.6	12.7	16.9	6.7	12.5	15.7
1962	6.3	10.3	16.2	6.9	12.1	13.0

葉中成分の年次変動はさまざまな条件によって左右されるが、特に結実の影響が大きいことは広く認められている。

第6表は葉分析調査園の収量と葉中成分の関係をみたものであるが、国光のK含量にのみ負の相関関係が認め

Table 6. Correlation coefficients(r) between leaf nutrient content and yield per 10a, 1953-1962

Variety	N	P	K	N/K ratio
Ralls	NS	NS	-0.797**	0.725**
Jonathan	NS	NS	NS	0.693*

\*,\*\* Significant at 5,1% level, respectively  
NS No significance

られた。結実が増加すると葉中K含量が減少するという報告があるが、紅玉にこの関係が認められない理由については明らかでない。しかし葉中成分のN/K比については、森らは果実の着色の良否を判断する指標となる可能性を指摘しており、葉分析を実施して論議をくだす場合には重要な factor になるものと考えられる。

気象（気温、降水量、日照時間）と葉中成分の関係も検討したが、いずれも一定の傾向は認められなかった。

葉分析調査園の施肥量の変せんをみると、国光、紅玉とも年を追うごとに漸増しており、10年間のうちに三要素の施肥量は3倍以上に達している。しかし葉中成分に与える影響は全く認められず、杉山ら、森らの短期間に得られた結果と同様であった。

## 2. 国光、紅玉の葉中成分の差異

1953年から1962年まで連続10年間、葉分析調査を実施した国光119園、紅玉74園のうち、国光、紅玉が同一園にある59園をえらび、各年度ごとの葉中成分を示すと第7表のとおりである。国光のN、K含量は紅玉に比較し

Table 7. Comparison of leaf nutrient content of Ralls and Jonathan sampled in the same 59 orchards, 1953-1962(% of d.w.)

Year	Ralls			Jonathan		
	N	P	K	N	P	K
1953	3.52	0.18	1.48	2.94	0.17	1.22
1954	3.33	0.21	1.64	3.01	0.20	1.37
1955	3.47	0.19	1.63	3.19	0.17	1.41
1956	3.48	0.20	1.41	3.28	0.18	1.25
1957	3.32	0.19	1.38	3.10	0.19	1.22
1958	3.45	0.16	1.36	3.10	0.18	1.25
1959	3.52	0.19	1.40	3.23	0.19	1.28
1960	3.60	0.19	1.46	3.18	0.18	1.29
1961	3.38	0.17	1.45	3.05	0.17	1.34
1962	3.37	0.18	1.66	3.15	0.16	1.44
Mean	3.44	0.19	1.49	3.12	0.18	1.34

て多い傾向は明らかであるが、P含量については両品種の間に差が認められなかった。わが国では杉山ら<sup>14)</sup>はこれと同様の結果を報告しているが、森ら<sup>14)</sup>は国光のN、P、

K含量とも紅玉に比較して高いと述べている。諸外国でも葉中成分の品種間差異は明らかにされており、今後葉分析調査のみならず、栄養生理の研究を行なう場合にも葉中成分の品種間差異を明らかにすることは重要なことである。

## 3. 土壌の差異と葉中成分

葉分析調査を行なった津軽地区の黒色火山灰土壌に由来する67園、非火山性の沖積土壌に由来する24園の国光を対象として、葉中成分、収量を比較した結果を第8表に示した。

Table 8. Effect of soil type on leaf nutrient content and yield of Ralls trees, 1953-1962 (% of d.w.)

Year	Volcanic ash soil*				Alluvial soil**			
	Yield	N	P	K	Yield	N	P	K
1953	148.6	3.54	0.18	1.50	174.5	3.48	0.18	1.27
1954	133.0	3.37	0.20	1.69	173.4	3.50	0.22	1.38
1955	104.8	3.49	0.18	1.66	144.7	3.52	0.19	1.39
1956	217.9	3.49	0.20	1.40	240.1	3.53	0.20	1.12
1957	206.6	3.31	0.19	1.38	239.0	3.42	0.20	1.23
1958	192.2	3.37	0.16	1.38	206.7	3.42	0.15	1.15
1959	212.7	3.49	0.19	1.41	221.7	3.58	0.19	1.25
1960	193.0	3.57	0.18	1.46	216.0	3.62	0.19	1.23
1961	196.1	3.32	0.17	1.43	194.0	3.37	0.17	1.19
1962	171.8	3.32	0.17	1.68	198.1	3.32	0.17	1.35
Mean	177.7	3.43	0.18	1.50	200.8	3.48	0.19	1.26

\* Mean of 67 samples

\*\* Mean of 24 samples

Yield Boxes per 10a

土壌の差異による葉中成分はN、P含量には差が認められず、K含量のみ沖積土壌において低い傾向を示した。沖積土壌の中には、明らかなK欠乏症状を出すにいたらないが、critical level を下廻る園地も少なくなかった。葉中K含量に強く影響を与えるといわれる結実量は沖積土壌が10年間の平均で、火山灰土壌に比較して12.5%程度多いだけで、収量のみが直接影響したものは考えられない。

著者らはこの原因を明らかにするため調査を実施したところ、葉中K含量の低い園地は有効土壌が深く、下層に根の分布が多い。しかしこの下層土には置換性K含量が少ないことが明らかになり、下層上の置換性K含量の多少が葉中K含量に大きな影響をもつことを認めている

## 4. 葉分析と栄養診断

葉分析を実施した当初の目的は標準葉中成分を決定しこの基準に葉中成分をとまなうように施肥を加減して合

理的施肥法を確立しようとするにであった。しかし長年の調査の結果、施肥量と葉中成分の間には相関関係はなく、わが国で要求されているような詳細な診断、たとえば分析結果をみて施肥量を増減するというようなことは現段階では困難のようである。

一般にわが国のリンゴ栽培は多肥、多収という集約裁

培で、MASON<sup>09</sup>らが報告しているように諸外国に比較して、葉中成分特にN含量が高い。しかし葉中Nレベルが高い状態にあると果実品質の低下を招きやすく、今後果実品質改善の面から葉中N含量と果実品質の関係を検討する必要がある。

#### IV 摘 要

1953年から1962年までの連続10年間、葉分析調査を実施した国光119園、紅玉74園について葉中成分の変動を中心に結果をまとめた。

10年間の葉中成分の変動をみると、国光、紅玉ともNの変動が最も小さく、P、Kの変動はNより大きく、ほぼ同程度であった。また各調査年度内における葉中成分の変動は、年次変動より大であったが、傾向は同様であった。

葉中成分と収量の間には、国光のK含量と負の相関関係が認められたのみであり、国光のP、K含量、紅玉のN、P、K含量と収量との関係は明らかでなかった。し

かし葉中成分のN/K比と収量の間には、国光、紅玉とも正の相関関係が認められた。

国光、紅玉の葉中成分を比較すると、P含量の差は明らかでないが、N、K含量は国光が多い傾向を示した。

沖積土壌の葉中K含量は、火山灰土壌のそれに比較して低い傾向を示したが、N、P含量の差は明らかでなかった。

本調査の結果から、施肥量の多少が葉中成分に及ぼす影響は明らかでなく、現段階ではいわゆる survey 形式による栄養診断は困難のように思われる。

#### 引 用 文 献

1. 阿部 勇・森 英男. 1958. りんごの葉分析に関する研究(第2報)窒素栄養が葉成分、生育、収量及び品質に及ぼす影響. 園学雑. 27: 89-93.
2. AWAD, M. M., and A. L. KENWORTHY. 1963. Clonal rootstock scion variety and time of sampling influence in apple leaf composition. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83: 68-73.
3. BATJER, L. P., and J. R. MAGNESS. 1938. Potassium content of leaves from commercial apple orchards. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36: 197-201.
4. BOULD, C. 1966. Leaf analysis of deciduous fruits. in "Nutrition of Fruit Crops". Hort. Publications, New Brunswick.
5. BOYNTON, D., and A. B. BUREL, R. M. SMOCK, O. C. COMPTON, J. C. CAIN and J. H. BEATTIE. 1950. Response of McIntosh apple orchards to varying nitrogen fertilization and weather. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Mem. 290.
6. CAIN, J. C., and D. BOYNTON. 1948. Some effects of season, fruit crop, and nitrogen fertilization on mineral composition of McIntosh apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51: 13-22.
7. EMMERT, F. H. 1954. The influence of variety, tree age, and mulch on the nutritional composition of apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64: 9-14.
8. EMMERT, F. H. 1959. Chemical analysis of tissue as a means of determining nutrient requirements of deciduous fruit plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73: 521-547.
9. FORSHEY, C. G. 1963. Potassium-magnesium deficiency of McIntosh apple trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83: 12-20.

10. HEENEY, H. B. and H. HILL. 1961. The use of foliage analyses to determine fertilizer requirements for apple orchards and some vegetable crops. *Plant Analysis and Fertilizer Problems* : 16-27.
11. HILL, H. 1952. Foliage analysis as a mean of determining orchard fertilizer requirements. *Rep. 13th Int. Hort. Congr. London*. 1 : 199-214.
12. KENWORTHY, A. L. 1950. Nutrient-element composition of leaves from fruit trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 55 : 41-46.
13. MASON, A. C. and A. B. WHITFIELD. 1959. A progress report on the mineral composition of leaves from selected apple orchards in the eastern countries of England. *Ann. Rep. East Malling Res. Sta. for 1958* : 86-88.
14. 森 英男・坂本一裕. 1953. 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. *園学雑*. 22 : 129-137.
15. 森 英男. 1958. りんご栽培全書. 289-291. 朝倉書店.
16. 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）三要素肥料のリンゴ樹体内成分に及ぼす影響. *青森県りんご試験場報告 第12号* : 1-23.
17. 渋川潤一・成田 浩・相馬盛雄・長井晃四郎・外川鉄男・泉谷文足・宇野登喜. 1954. りんごの葉分析に関する研究（第1報）りんご園の葉分析調査 その1. *青森県りんご試験場資料 4* : 1-36
18. ————. 1955. りんごの葉分析に関する研究（第1報）りんご園の葉分析調査 その2. *青森県りんご試験場資料*. 5 : 1-12.
19. ————. 山田 哲. 1955. りんごの葉分析に関する研究（第1報）りんご園の葉分析調査 その3. *青森県りんご試験場資料*. 6 : 1-8.
20. ————. 長井晃四郎・相馬盛雄・山下 健・泉谷文足・宇野登喜・山田 哲・中村美智江. 1956. りんごの葉分析に関する研究（第1報）りんご園の葉分析調査 その4 : 1-7.
21. ————. 大野達夫・一木 茂・泉谷文足・宇野登喜・山田 哲・佐藤憲秀・坪田作子. 1957. りんごの葉分析に関する研究（第1報）りんご園の葉分析調査 その5 : 1-7.
22. ————. 泉谷文足・中村幸夫・一木 茂・宇野登喜・山田 哲・佐藤憲秀・坪田作子. 1958. りんごの葉分析に関する研究（第1報）りんご園の葉分析調査 その6 : 1-7.
23. ————. 太田 豊. 1959. りんごの葉分析に関する研究（第1報）りんご園の葉分析調査 その7 : 1-7.
24. 相馬盛雄・一木 茂・泉谷文足. 1963. 沖積土リンゴ園のK栄養に関する研究（第1報）園芸学会昭和38年度秋季大会研究発表要旨. 3.
25. ————. 中村幸夫・成田春蔵. 1964. 沖積土リンゴ園のK栄養に関する研究（第2報）園芸学会昭和39年度春季大会研究発表要旨. 16.
26. ————. 成田春蔵・泉谷文足・中村幸夫・加藤 正. 1965. 沖積土リンゴ園のK栄養について（第3報）潜在的K欠乏園地の根群分布について. *園芸学会昭和40年度秋季大会研究発表要旨*. 10.
27. 杉山直儀・宮川健一・八代仁夫・大沢孝也. 1952. 長野県下のりんご葉分析に関する研究. *園学雑*. 20 : 191-198.
28. WALKER, D. R., and D. D. MASON. 1960. Nutritional status of apple orchards in North Calolina. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75 : 22-31.
29. WEBBS, W. D., F. W. SOUTHWICK, MACK DRAKE and J. E. STECKEL. 1958. The effect of varying rates of nitrogen and potassium on the mineral composition of McIntosh foliage and fruit color. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 71 : 11-19.

## Studies on leaf analyses of apple trees. Ⅲ

Summary of the results of leaf analysis surveys  
during the 10 years period, 1953-1962

JUNICHI SHIBUKAWA\*, MORIO SOMA, KOUSHIRO NAGAI, AYATARI IZUMIYA,  
SHIGERU ICHIKI, SATOSHI SAKURADA and MORIMASA SEITO

(Aomori Apple Experiment Station)

(\* Present address : Iwate Horticultural Experiment Station)

## Summary

Leaf analysis surveys were made of the nutritional status of the apple trees in Aomori Prefecture for 1953 through 1962.

This paper summarized the results of surveys from 119 samples of Ralls and 74 samples of Jonathan for the period of 1953-1962.

The coefficient of variation of nutrient contents for 10 seasons and each year observed and the both variations were the least in leaf N compared with of leaf P and K. The variation in each year appeared to be somewhat more variable.

There was a negative correlations observed between the average K content of leaves from Ralls and yield, but not significant in Jonathan. The influence of crop on N and P content of leaves was not recognized. However, positive correlation was found between N/K ratio in the leaves and yield for two varieties.

There was no effect of the rates of fertilizer on nutritional level of leaves for 10-years period 1953-1962.

Average leaf nutrient levels of Ralls had higher N and K content, though there was no difference between varieties in the case of P.

Samples collected from the alluvial soil had lower leaf K content than from the volcanic ash soil ones, whereas N and P levels were approximately the same in both types of soils.

It was concluded that heavy applications of fertilizer and other factors can largely eliminate the usual responses to apple leaves. Therefore, leaf analysis surveys are difficult to devote as a means of judging the nutrient needs of apple trees.