

リンゴのマグネシウム欠乏に関する研究 (第2報)

葉成分の品種間差異と葉柄中の成分について

長井晃四郎・清藤盛正・桜田 哲・鎌田長一

(青森県りんご試験場)

Studies on magnesium deficiency of apple trees II

On varietal difference in leaf composition and petiole analysis  
in relation to magnesium deficiency

KOUSHIRO NAGAI, MORIMASA SEITO, SATOSHI SAKURADA and CHOICHI KAAMDA

(Aomori Apple Experiment Station)

1

1

## I 緒 言

リンゴの Mg 欠乏の発生程度が品種によって異なることは海外にも多くの報告があり、また、青森県の例でも国光が他の品種に比べ発生しやすく、品種間に差が認められている。Mg 欠乏の発生は主として葉の Mg レベルにより左右されるといわれ、このことから国光と紅玉の葉中成分には何らかの差異があるものと推察される。国光と紅玉の品種間差異については、長野県および青森県のリンゴ園について調査が行なわれており、その三要素含量について、国光の葉中 N, P, および K が紅玉より高いこと(6)、あるいは国光の N と K が紅玉より高いこと(8)が明らかになっている。本報告では、同一条件下に生育しているこの両品種の葉中 K, Ca および Mg 含量について調査を行ない、その葉成分と Mg 欠乏の発生との関連を検討した。

また、化学分析によって作物の栄養条件を診断する場合、さまざまな植物器管の組織のうち、一般に葉を分析対象にすることが広く行なわれている。しかし、ブドウでは葉柄部分が肥料処理をよく反映するといわれ、この分析が賞用されている例もある。リンゴの Mg レベルを葉柄分析によってどの程度まで判断できるか検討し、その結果を報告する。なお、われわれは葉分析にあたって葉身部を対象としているが、この結果は全葉（葉身と葉柄・中肋）を分析対象とした場合と異なってくるので、どの程度の差があるかについても検討した。

本報告について、原稿をご校閲くださった青森県りんご試験場々長、木村甚弥博士、常に適切なご助言とご指導をいただき、また、原稿をご校閲くださった化学部長、洪川潤一博士に厚くお礼を申しあげる。

## II 実験材料および方法

### 1. 国光および紅玉の葉中成分の比較

青森県りんご試験場の42年生国光および紅玉（台木はミツバカイドウ）を5樹ずつ供試し、1960年と1961年の両年にわたって、6月中旬から10月中旬まで10日おきに新しう中央葉を採葉し分析に供した。このほ場の土層の堆積状況は前報(6)の各Blockと同様で、表層は黒色火山灰土、下層は砂礫質の土壌になっている。

両品種はこのほ場に3列ごとに混植されており、青森県りんご試験場の慣行による標準的な三要素の施肥および栽培管理が行なわれている樹を供試樹とした。このほ場の Mg 欠乏の発生は、紅玉にはほとんどみられないが国光では年によりわずかに生育後期に発生が認められている。採葉は葉分析の慣行により、1点について外観の健全な葉約100枚を集め、葉柄と中肋を除き葉身部を分析に供した。葉の洗滌、乾燥、粉碎などの操作および化学分析の方法は前報と同様に行なった。

### 2. 葉柄と葉身部の乾物重および各種成分の比較

試料の調製にあたり除去している葉柄および中肋部分（以下葉柄と略記する）に含まれる諸要素含量を調査し葉身部と比較した。このため、前報に述べた青森県りん

ご試験場ほ場のうち、AおよびC Blockに栽植されている60年生国光（ミツバカイドウ台）各5樹を供試し、1961年6月中旬から11月上旬まで10日おきに採葉し、これを葉身部と葉柄部に分け、それぞれについてN, P, K, Ca, Mg および total cation (K, Ca および Mg 含量を乾物100gあたりmeで表示し、その総和)含量を調査した。

このほ場の土壌条件と施肥処理の特長は前報で述べたとおりであるが、前報と異なる樹齢の樹を供試したためA Blockでは1樹あたり三要素を成分で750gずつ施肥している。採葉後の試料の処理および化学分析の方法は前報と同様に行なった。

葉身と葉柄の乾物重の調査は、以上と異なるほ場の18年生国光4樹を供試し、1959年6月下旬から9月下旬までの間、5回にわたって新しうの葉位ごとに採葉し、これを葉身と葉柄に分け、それぞれについて生体重と乾物重を調査した。このほ場は慣行によって標準的な三要素施肥と栽培管理を行なっており、土層は前項と同様な堆積状況を示している。生体および乾物重の測定は試料を秤量管に入れて行ない、105°Cで恒量に達したものを乾物重とした。

### III 実験結果

#### 1. 国光と紅玉の葉中成分

両品種の葉中成分を調査した結果をとりまとめ、第1表に示した。葉中K, Ca および Mg 含量は6月から10月までの調査結果を各年ごとに、平均値、標準偏差および

変動係数で示し、これについて、total cation 含量 (me) および K/Mg 比, Ca/Mg 比, K/Ca 比 (パーセント比) を求め、これらについて両品種間の有意差を検討した結果を付記した。また、2年間の平均値を求めこの消長を第1図に示した。

Table 1. Comparison of leaf K, Ca and Mg content of Ralls and Jonathan varieties grown in the same block

	1960								1961							
	K	Ca	Mg	Tc	K/Mg	Ca/Mg	K/Ca		K	Ca	Mg	Tc	K/Mg	Ca/Mg	K/Ca	
	d. w% me % basis															
Ralls	M	1.88	1.04	0.18	115.4	10.3	5.7	2.1	1.70	1.27	0.21	124.6	8.2	6.2	1.6	
	Sd	0.245	0.331	0.011	11.61	1.53	1.95	0.89	0.205	0.309	0.077	14.70	1.22	2.67	0.92	
	CV	13.1	31.9	5.9	10.1	14.8	33.9	43.3	12.0	24.4	11.6	11.8	14.9	34.8	56.9	
Jonathan	M	1.55	1.36	0.20	124.6	7.8	7.0	1.2	1.40	1.72	0.22	140.3	6.5	8.6	1.0	
	Sd	0.166	0.311	0.035	10.90	1.22	2.66	0.44	0.149	0.588	0.049	24.57	1.35	4.98	0.53	
	CV	10.7	22.9	17.0	8.8	15.7	37.8	36.4	10.7	34.1	20.3	17.5	20.7	53.5	54.6	
t-values between varieties		***	*	NS	NS	***	NS	**	***	*	NS	NS	**	NS	*	
		4.01	2.57	0.65	0.21	4.72	1.43	3.08	4.14	2.42	0.86	0.20	3.33	1.48	2.19	

M : mean, Sd : standard deviation, CV : coefficient of variation, Tc : total cation content (K+Ca+Mg as me per 100g dry matter)

Mid-shoot leaf blade samples were taken from mid-June to mid-October with 10 day intervals

\*, \*\*, \*\*\*: significant at 5, 1, 0.5% level, respectively

両品種はほとんど同じ条件下に栽培されているが、葉中KおよびCa含量は両年とも有意差が認められ、葉中Kは国光が高く、Caは紅玉が高い傾向が認められた。紅玉はMg欠乏の症状を示さず、その葉中Mg含量も国光よりやや高い傾向があるが差は有意でなく、生育後期にはむしろ国光より低い含量を示している(第1図)。また、K/Mg比およびK/Ca比ともに有意差があったが国光が高い傾向がみられた。しかし、Ca/Mg比、total cation含量は紅玉がやや高い傾向があったが差は有意でなかった。また、両品種のこれら葉中成分の季節的消長の形にはほとんど差がみられなかった。

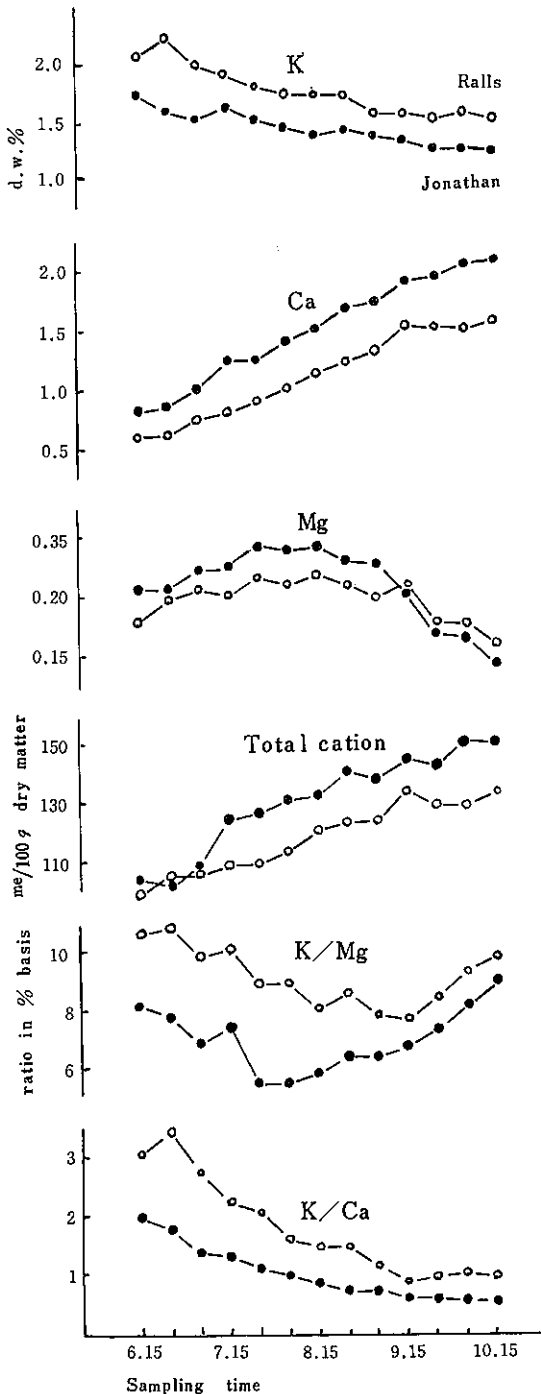
葉中成分の生育期間内の変動をみると、国光では葉中Caが最も大きくMgはKより小さいが、紅玉ではCaに次いでMgが大きく、第1図のように生育後期にみられるMg含量の低下が国光に比べて早い時期から、しかも急激におこる傾向があった。

#### 2. 葉柄と葉身部の各種成分および乾物重の比較

両Blockの葉身と葉柄について、6月から11月まで10日おきに葉中成分を調査した結果をとりまとめ、第2表に示し、それぞれについて両Block間の有意差を検討した結果を付記した。

葉身と葉柄の各種成分含量を比べると、両Blockとも葉柄はNおよびP含量が著しく低く、Caおよびtotal cation含量が高い。KおよびMg含量はBlockにより傾向が異なり、葉柄中のKはA Blockでは著しく高いがC Blockでは葉身と大差なく、反対に葉柄中のMgはC Blockが高くなっている。したがって、両Block間の諸成分の差を葉身と葉柄について比較してみると、葉柄は葉身に比べ両BlockのK, Mgおよびtotal cationの含量差を強調する傾向があり、Caの含量差はかえって葉身が有意差を示し、葉柄は明らかな差を示さなかった。また、生育期間内の各要素含量の変動の程度は、葉柄のPが両Blockとも葉身に比べ大きい傾向がみられた

Fig. 1. Comparison of leaf nutrient of Ralls and Jonathan varieties grown in the same block, mean of the year 1960-1961



が、その他の諸要素についてはBlockによって異なり一定の傾向がみられなかった。

葉身と葉柄の生体および乾物重は、新しよを3分して頂部、中央部、基部についてとりまとめ、全葉（葉身+葉柄）に対する葉柄の割合を求めて第3表に示した。

全葉のうちに占める葉柄の割合は、生育時期と葉の着生部位によって多少の違いがあるが、7月下旬以後の中央葉に対するこの比率は、生体重比および乾物重比ともほぼ一定し、それぞれ 23.20% および 17.25% がその平均になる。

この値を用いて、第2表に示した葉身と葉柄の分析値を全葉あたりに計算しなおし、両者を比較すると第4表のようになる。

全葉の分析値は葉身のそれに比べ、Nは14%低く、Pはわずかに低く、Mgはほとんど同じレベルであり、KとCaはその含量の高低によって差があるが、ともに約10%高い値になる場合が多いものと思われる。

### Ⅲ 考 察

#### 1. 国光と紅玉の葉中成分について

品種によって葉中成分の組成に差があるといわれており(11)、杉山ら(8)および森ら(5)は国光と紅玉の葉中三要素含量の比較を行なっている。また、Mg欠乏の発生も品種によって難易があるといわれ、海外では多数の報告(2,3,4)がある。

国光が紅玉に比べMg欠乏が発生しやすいことは前報で述べたが、同一条件下にあるこの両品種を比較すると紅玉の葉中Mgがやや高い傾向はあるが差は有意でなくむしろ、K、Ca含量およびK/Mg比、K/Ca比などに明りような差が認められている。

Gruppe(3)はBerlepschおよびCox Orangeなどの品種について葉中成分の品種的な違いを検討し、Cox OrangeがMg欠乏を発生しやすい理由の1つとして、その葉中成分のK/Mg比が高く、Ca/K比が低いことを指摘している。また、Welteら(10)はリンゴの葉中Mgがほぼcritical levelにあるとき、葉のK/Mg比が10以上になると欠乏症状が発生しやすくなると報告している。

これらの報告は本調査の結果とかなりよく一致し、この2年のうち特に欠乏の強くあらわれた1960年の国光では、その葉中K/Mg比の平均がほぼ10に達している点

Table 2. Comparison of nutrient composition between leaf blade and petiole from healthy and Mg-deficient Ralls trees (1961)

Leaf portion	Nutrients	Block A†			Block C†			t-values between Block A and C
		M	Sd	CV	M	Sd	CV	
Leaf blade		d.w%			d.w%			
	N	3.10	0.406	13.1	2.82	0.320	11.3	2.1 NS
	P	0.16	0.040	25.0	0.17	0.038	21.9	1.0 NS
	K	1.41	0.289	20.4	0.68	0.149	21.8	8.7 ****
	Ca	1.10	0.314	28.5	1.50	0.420	28.1	2.9 *
	Mg	0.17	0.032	18.6	0.30	0.041	13.7	9.6 ****
	Tc	me 105.6	8.498	8.1	me 117.1	19.225	16.4	2.1 NS
Petiole with midrib	N	0.85	0.132	15.5	0.87	0.091	10.5	0.3 NS
	P	0.10	0.038	37.7	0.12	0.028	23.4	1.3 NS
	K	2.51	0.363	14.4	0.71	0.234	35.0	16.6 ****
	Ca	2.10	0.458	22.4	2.30	0.599	26.7	1.3 NS
	Mg	0.14	0.007	4.6	0.38	0.066	17.2	14.1 ****
		Tc	me 180.8	14.258	8.0	me 114.7	28.341	17.5

\*, \*\*\*\*: significant at 5, 0.1 % level, respectively

†: Block A: yearly N P K application, Mg-deficient, Block C: no fertilizer application, healthy

Table 3. Petiole/Leaf ratios\* of Ralls leaves in fresh and dry weight basis(1959)

Sampling date	Leaf position of the shoot	Petiole/Leaf ratios*	
		Fresh wt. basis	Dry wt. basis
June 30	Middle	20.2%	16.3%
July 15	Basal	20.8	15.6
	Middle	20.0	16.4
	Apical	20.9	17.0
July 30	Basal	23.7	18.5
	Middle	23.1	17.1
	Apical	25.5	18.4
Sept. 11	Middle	23.2	17.4
Sept. 29	Middle	23.3	17.3

\*Petiole with midrib/Leaf with petiole and midrib, mean of 25 leaves per each leaf position

が注意をひいた。

品種間差異の問題は品種によって結実量が異なるなど複雑な問題を含み、葉の成分比だけで説明できない面もあるが、その一面を示していると考えられる。

## 2. 葉柄中の諸要素含量について

葉柄は葉身に比べてかなり異なる成分組成を示し、また、葉中K, Mgおよび total cation 含量については葉身よりも Block 間の差を強く示すなど特異な点が認められた。しかし、樹の栄養状態を診断する葉分析調査の立

Table 4. Comparison of nutrient composition between leaf with and without petiole

	Block A*					Block C*				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Leaf with petiole	d.w%					d.w%				
	2.71 (100)	0.15 (100)	1.60 (100)	1.27 (100)	0.17 (100)	2.48 (100)	0.16 (100)	0.68 (100)	1.64 (100)	0.31 (100)
Leaf blade	d.w%					d.w%				
	3.10 (114)	0.16 (107)	1.41 (88)	1.10 (87)	0.17 (100)	2.82 (114)	0.17 (107)	0.68 (100)	1.50 (92)	0.30 (97)

Results calculated from mean figures of each nutrient in Table 4, using petiole/Leaf ratio as 17.25 d.w.%.

\* Same as footnote in Table 2.

場からみれば、葉柄の分析値が特に大きな利点をもつとは考えにくかった。葉柄中の諸要素含量について、Wallace<sup>(9)</sup>は葉身に比べCa含量は明らかに高いが、KおよびMg含量については一定の傾向がみられないことを報告している。しかし、Rogersら<sup>(7)</sup>は全葉と葉身部の諸要素含量について、本調査と類似の傾向がみられたことを報告している。

このように、葉を分析する場合全葉を試料とするか、葉身部を対象にするかによって、Mg含量ではほとんど差がないが、N含量にはかなりの差がみられ、Kおよび

Ca含量の違いも無視できないものと思われる。

リンゴの葉分析では、分析対象として葉柄を含む全葉を取扱うのが世界的な慣行になっている。この慣行の実用的な意義は大きい、葉身と葉柄は生理的役割の点からみても、また、成分組成の面からみても全く異質のもので、この混合試料を取扱う本質的な意義ははなはだ希薄であると思われる。全葉の分析については、葉柄と葉身が不均一になりやすく、特にNの分析では問題があることが指摘されている例もあり<sup>(1)</sup>、試料の取扱いは注意が必要であろう。

#### IV 摘 要

同じ条件下に栽培されている42年生国光と紅玉の葉中K、CaおよびMg含量を、1960年と1961年の両年にわたり、6月から10月まで10日おきに採葉し調査を行なった。

国光は紅玉に比べ、葉中Kが高くCaは低い傾向が明らかであり、Mgは有意差がみられなかった。したがって、葉中成分のK/Mg比およびK/Ca比はいずれも国光が高く、これは、紅玉よりも国光がMg欠乏を発生しやすいことと関連があると思われる。

Mg欠乏の発生がみられる樹とみられない樹について葉身と葉柄中の諸要素含量を比較した。葉柄は葉身に比べ、NとP含量が低く、Caとtotal cation (K+Ca+Mg)含量は高かった。葉柄のKとMg含量は葉身よりも樹のレベル差を強く示す傾向があった。全葉と葉身の分析値を比較してみると、全葉は葉身よりもN含量はかなり低く、P含量はやゝ低く、KとCa含量はかなり高い傾向があり、Mg含量はほとんど同じであった。

#### 引用文献

1. Bould, C., E. G. Bradfield and G. M. Clarke. 1960. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops. I. General principles, sampling techniques and analytical methods. *J. Sci. Food Agric.* 11: 229-242.
2. Boynton, D. 1947. Magnesium nutrition of apple trees. *Soil Sci.* 63: 53-58.
3. Gruppe, W. 1955. Vergleichende Blatt- und Bodenuntersuchungen in Apfelplantagen und -baumschulen unter besonderer Berücksichtigung von Kalium und Magnesium. I. *Gartenbauwiss.* 1(19): 291-312.
4. Hill, H. and F. B. Johnston. 1940. Magnesium deficiency of apple trees in sand culture and commercial orchards. *Sci. Agric.* 20: 516-525.
5. 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
6. 長井晃四郎・清藤盛正・桜田哲・鎌田長一. 1966. リンゴのマグネシウム欠乏に関する研究（第1報）マグネシウムの注入と葉面散布がマグネシウム欠乏に及ぼす効果 *園学雑.* 35: 207-217.
7. Rogers, B. L. and L. P. Batjer. 1953. Seasonal trend of several nutrient elements in Delicious apple leaves expressed on a percent and unit area basis. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 61: 1-5.
8. 杉山直儀・宮川健一・八代仁夫・大沢孝也. 1952. 長野県下のリンゴの葉分析に関する研究 *園学雑.* 20: 191-198.
9. Wallace, T. 1929. Experiments on the manuring of fruit trees. III. The effects of deficiencies of potassium, calcium and mag-

- nesium, respectively, on the contents of these elements, and of phosphorus in the shoot and trunk regions of apple trees. *J. Pomol. Hort.Sci.* 8 : 23-43.
10. Welte, E. and W.Werner. 1963. Potassium-magnesium antagonism in soils and crops. *J.Sci.Food Agric.* 14 : 180-186.
11. Whitfield, A. B. 1964. The effects of stock and scion on the mineral composition of apple leaves. *Rep.E. Malling Res. Sta. for 1963* : 107-109.

## Studies on magnesium deficiency of apple trees II

On varietal difference in leaf composition and petiole analysis  
in relation to magnesium deficiency

KOUSHIRO NAGAI, MORIMASA SEITO, SATOSHI SAKURADA  
and CHOICHI KAMADA

(Aomori Apple Experiment Station)

### Summary

Leaf K, Ca and Mg contents of Ralls and Jonathan trees grown under the same condition were compared during the period of 1960-1961, in order to investigate the possible relationships between varietal susceptibility of Mg-deficiency and varietal differences in leaf composition. Leaves from Jonathan had significantly lower K content, K/Mg and K/Ca ratios but significantly higher Ca content than leaves from Ralls, though there was no significant difference between varieties in the case of Mg. Results suggest that, at low Mg levels in the leaves, Mg-deficiency symptoms may occur at high K/Mg ratios of the leaves. This agrees with the fact that, in general, Ralls show more Mg-deficiency than Jonathan under the same condition.

Leaf blade and petiole samples from healthy and Mg-deficient Ralls trees were determined for N, P, K, Ca and Mg concentrations from June to November, 1961, with 10 day intervals. It was found that petiole samples gave lower N and P contents, and higher Ca content than leaf blade samples, whereas the difference in K and Mg content was not consistent; for example, petiole had higher Mg content than leaf blade in high-Mg trees but lower in low-Mg trees. A comparison of nutrient composition between leaf samples with and without petioles showed that samples with petioles had lower N and P content, and somewhat higher K and Ca content than leaf blade, whereas Mg was approximately the same in both types of samples. The result obtained was similar to that of Delicious described by Rogers et al.