火山灰土壌に生育する果樹に対する珪カルの肥効について (第2報)

珪カル及び珪カル中の主要成分の施用がリンゴ幼樹の生育に及ぼす効果

熊 代 克 巳

(信州大学農学部)

K. KUMASHIRO: Fertilizer effects of slag on fruit trees growing on volcanic-ash soil. II.
Comparison of the growth of young apple trees as affected by slag and
the separate applications of its main components

Summary

1. Further experiment was conducted to clarify the reason of the growth promoting effect of slag applied to young apple trees on the volcanic-ash soil on which the author's previous paper reported.

2. When supplied separately with slag and its three main components viz, lime, silica and magnesia, the growth of one-year-old apple trees planted in the pots with volcanic-ash soil, was remarkably promoted, with a result that the trees given with slag or magnesia were much superior to those with lime or silica.

3. And, according to the leaf analysis for N, P, K, Ca, Mg and SiO_2 , it was common that leaves

of the trees fertilized with slag or magnesia contained more Mg than those with lime or silica, which apparently showed the magnesium deficiency. This fact might suggest that the effect of slag application exists in Mg element it contains.

4. However, considerable differences in the tree form were observed between the trees given with slag and with magnesia, that is, the former was inferior to the latter in the top-growth, while regarding the root-growth, the relation was reverse, thus top-root ratio (T/R) of the former being much lower than that of the latter.

I. 緒 言

筆者は前報⁽⁴⁾において、黒色火山灰土壌に植えられたリンゴ幼樹の生育に対して、珪カル施用の効果が極めて顕著であることを報告した。今回は前報において示された、リンゴ幼樹の生育に対する珪カルの肥効が、珪カルの主要成分である石灰、珪酸及び苦土のうち、主としてどの成分に基づくものであるかを調べるために実験を行なった。

II. 実験材料及び方法

試験区は、第1表に示すように、6区を設けた。供試品種には、前報と同じく国光を用い、供試土壌も前報と同一場所の黒色火山灰土壌を用いた。また施用した珪カル及び炭カルも、前報と同一組成のものを用いた。風乾珪酸は、珪酸ソーダより膠状珪酸を製造し、更にそれを風乾して製造した。

実験は1958年3月26日に、素焼30cm鉢に1鉢1本、1年生苗を定植して開始し、1区5本を供試した。肥料のうち過磷酸石灰、珪カル、炭カル及び風乾珪酸は、全量を基肥として定植時に施用し、硫酸、塩化加里及び硫酸マグネシウムは、それぞれ基肥に半量施用し、他の半量は追肥として6月及び7月の2回に分施した。

1959年7月28日受理

第1表 各試験区の1鉢当り施肥量 (g)

	珪 カル	炭 カル	風乾 珪酸	硫酸マ グネシ ウム	左記の要素量		
					石灰	珪酸	苦土
対 照 区	—	—	—	—	—	—	—
珪 カ ル 区	60	—	—	—	22	16	2.2
石 灰 区	—	40	—	—	22	—	—
珪 酸 区	—	—	25	—	—	16	—
苦 土 区	—	—	—	13	—	—	2.1
石灰+苦土区	—	40	—	13	22	—	2.1

註：上記の他に、各区共1鉢当り、硫酸 20g、過磷酸石灰 12g、塩化加里 5g を施用した。

樹体生育量の調査は、伸長停止後1樹当りの新梢発生数、及び総伸長量を測定し、さらに1本当りの平均新梢長及び平均節間長を算出した。落葉後の11月20日に、各個体を掘上げて、地上部生体重並びに地下部生体重を測定し、後 T/R 率を算出した。

葉内要素含量の測定は、8月20日に、各区ごとに新梢の中央部の葉を採取し、乾燥後粉末にして化学分析を行なった。分析法は、前報と全く同一の方法を用いた。

土壌反応の測定は5月31日及び11月20日の2回、各区ごとに土壌を採取し、蒸溜水並びに1規定塩化加里溶液で浸出後、キンヒドロソル電極法によつて測定した。

III. 実験結果

1. 生体重及びT/R率

掘上時における、各区の樹の生育状態は第1図の写真にみられる通りである。また、その際の全生体重、地上部生体重、地下部生体重及びT/R率は第2表の通りである。

第2表 珪カル及びその主要組成成分の施用がリンゴ幼樹の生体重及びT/R率に及ぼす影響(5樹の平均)

	全生体重 g(比数)	地上部生 体重 g(比数)	地下部生 体重 g(比数)	T/R率
対 照 区	350(100)	191(100)	159(100)	1.20
珪 カ ル 区	536(153)	254(133)	282(177)	0.90
石 灰 区	441(126)	238(125)	203(128)	1.17
珪 酸 区	429(123)	223(118)	216(136)	1.03
苦 土 区	540(154)	295(155)	245(154)	1.20
石灰+苦土区	521(149)	283(148)	238(150)	1.19

すなわち全生体重は、苦土区、珪カル区及び苦土+石灰区が最も優れ、ついで石灰区及び珪酸区であり対照区では最も劣っている。地上部生体重は、苦土区が最も優れ、ついで石灰+苦土区、珪カル区、石灰区、珪酸区の順であり、対照区では最も劣っている。地下部生体重は、珪カル区が最も優れ、ついで苦土区、苦土+石灰区、珪酸区、石灰区の順であり、対照区では最も劣っている。T/R率は、対照区、苦土区、石灰+苦土区及び石灰区が高く、珪酸区はやや低く、珪カル区は顕著に低い。

2. 新梢伸長

各区における新梢の伸長停止期、1樹当り総伸長量、1樹当り新梢発生数、平均新梢長及び平均節間長は、第3表に示す通りである。

すなわち新梢の伸長停止は、対照区及び珪酸区が最も

第3表 珪カル及びその主要組成成分の施用がリンゴ幼樹の新梢伸長に及ぼす影響(5樹平均)

	伸長停止期	1樹当り 総伸長量 cm(比数)	1樹当り 新梢 数	平均 新梢 長 cm	平均 節間 長 cm
対 照 区	8.23~9.1	399(100)	5.7	69	2.4
珪 カ ル 区	9.1~9.8	440(110)	6.0	73	2.2
石 灰 区	9.8	429(108)	5.4	79	2.3
珪 酸 区	8.23~9.1	416(104)	5.3	79	2.4
苦 土 区	9.8~9.15	418(105)	4.3	98	2.6
石灰+苦土区	9.8~9.15	405(102)	4.6	88	2.5

* 10cm以上伸長したものをかぞえた。

早く、ついで珪カル区、石灰区の順であり、苦土区及び石灰+苦土区では最も遅い。1樹当り総伸長量は珪カル区が最も多く、ついで石灰区、苦土区及び珪酸区、石灰+苦土区の順であり、対照区では最も短い。1樹当り新梢発生数は、珪カル区が最も多く、それに対し苦土区及び石灰+苦土区が最も少ない。平均新梢長は苦土区が最も長く、ついで石灰+苦土区、石灰区及び珪酸区、珪カル区の順であり、対照区では最も短い。平均節間長は各区の間に大差はないが、苦土区が最も長く、それに対し珪カル区では最も短い。

3. 葉内要素含量

8月20日における、葉内のN, P, K, Ca, Mg及びSiO₂含量は、第4表の通りである。

すなわち葉内N含量は、苦土区が最も高く、その他の5区ではやや低くそれらの間には大差がない。葉内P含量は各区の間に大差が認められないが、珪カル区がやや高く、対照区がやや低い。葉内K含量は、石灰区が最も高く、ついで対照区、珪カル区、珪酸区、苦土区の順であり、石灰+苦土区では最も低い。葉内Ca含量は、石灰区、珪カル区及び石灰+苦土区が高く、珪酸区及び苦

土区ではそれより低く、対照区では最も低い。葉内Mg含量は珪カル区が最も高く、ついで苦土区及び石灰+苦土区であり、珪酸区ではそれよりかなり低く、石灰区及び対照区では最も低い。葉内SiO₂含量は、珪カル区が最も高く、ついで珪酸区、石灰+苦土区、苦土区、石灰区の順であり、対照区では最も低い。

なお、葉内Mg含量に関連して、対照区、石灰区及び珪酸区では、7月上旬から新梢の基部の葉に苦土欠乏症状が発生し、ついで7月下旬から基部の葉が落葉を開始した。第2図の写真は、

第1図 掘上げ時(11月20日)における樹の生育状態(左から対照区、珪カル区、石灰区、珪酸区、苦土区及び石灰+苦土区)

第4表 珪カル及びその主要組成分の施用がリンゴ幼樹の葉内要素含量に及ぼす影響 (乾物%)

	N	P	K	Ca	Mg	SiO ₂
対 照 区	2.97	0.18	1.50	1.24	0.08	0.48
珪 カ ル 区	3.01	0.21	1.47	1.67	0.25	0.93
石 灰 区	2.97	0.20	1.61	1.69	0.09	0.59
珪 酸 区	2.94	0.20	1.38	1.44	0.13	0.83
苦 土 区	3.47	0.20	1.26	1.37	0.22	0.63
石灰+苦土区	3.03	0.20	1.19	1.67	0.22	0.65

8月下旬における、各区の苦土欠乏による落葉状態を示している。それによると、対照区が最も落葉が著しく、ついで珪酸区及び石灰区にかなり落葉が認められ、珪カル区、苦土区及び苦土+石灰区には殆んど落葉が認められない。

4. 土 壤 反 応

各区の土壤 pH 値は、第5表に示す通りである。

すなわち、土壤 pH 値は、5月31日及び11月20日の両測定日とも、珪カル区、石灰区及び石灰+苦土区の3区が高く、対照区、珪酸区及び苦土区の3区が低い。

IV. 考 察

火山灰土壤に生育するリンゴ樹の生育に対して、珪カルの主要成分のうちどの成分の効果が著しかつたかを本実験における全生体重の結果から考察してみる。まず石灰区においては、対照区に較べてかなり生育が良好であり、石灰分が生育に対してかなり有効であることが示されたが、珪カル区における生育に比較するとかなり劣った。つまり、珪カルの効果は、その中に含まれる石灰分のみによるのではないことが示された。この結果は、前報⁽⁴⁾において、珪カル施用区の生育が炭カル施用区の生育よりも格段に優れたことと一致している。

第2図 苦土欠乏による落葉状態 (8月22日撮影, 左から、対照区, 珪カル区, 石灰区, 珪酸区, 苦土区及び石灰+苦土区)

第5表 珪カル及びその主要成分の施用が土壤 pH 値に及ぼす影響

	5月31日		11月20日	
	H ₂ O	KCl	H ₂ O	KCl
対 照 区	4.58	4.07	4.40	4.12
珪 カ ル 区	5.22	4.72	5.32	4.63
石 灰 区	5.47	4.81	5.68	4.77
珪 酸 区	4.58	4.07	4.39	4.11
苦 土 区	4.58	4.10	4.36	4.16
石灰+苦土区	5.57	4.85	5.70	4.62

が、珪カル区における生育に較べるとかなり劣った。すなわち、珪カル中の珪酸以外の成分が、生育に対してかなりの効果を有していることが示された。ここで一応問題になるのは、珪カル中の珪酸は殆んど珪酸石灰であり、珪酸区において施用した風乾珪酸とは化学形態が異なるために肥効が異なるのではないかという点であるが、水稻では、両者とも容易に吸収されるという報告がある⁽¹⁾。葉分析の結果からは、珪酸区では珪カル区よりもやや珪酸の吸収が抑制されているが、これに関して、苦土欠乏を起している水稻では珪酸の吸収が阻害されるという報告がある⁽²⁾。

つぎに、苦土区においては、対照区に較べて格段に生育が優れており、珪カル区における生育とほぼ同等であつた。すなわち、珪カルを施用した樹の生育と珪カル中の苦土分のみを施用した樹の生育がほぼ等しいわけであり、珪カルの主要成分のうち、苦土が生育に対して、特に有効であることが示された。また、石灰+苦土区における生育も珪カル区及び苦土区における生育とほぼ同等であり、結局苦土施用の有無が、本実験におけるリンゴの生育を強く支配したことが示された。

本実験の結果のうち、やや矛盾する事柄は、石灰区及び珪酸区において、リンゴの生育に対する石灰及び珪酸の施用効果が認められたにもかかわらず、珪カル区における生育は苦土区における生育とほぼ同じであり、この両者のみの関係からは、珪カル中の石灰及び珪酸の効果は全く認められないことである。また、苦土区における生育と石灰+苦土区における生育との関係においても、石灰の肥効が全く認められない。これらの原因については不明であるが、次の諸点が推察される。すなわち、石灰区、珪酸区及び苦土区に

において3要素以外に施用したそれぞれの成分は、珪カル中に含有されている化学形態とは異なる形態のものを施用したので、肥効が多少異なるのではないかということ、また、珪カル中には以上3成分以外に多くの成分を含有しており、それらが互いに生育に対する肥効を相殺し合うかも知れないということ、さらに、本実験の条件下では苦土区の生育量が最大限界生育量に近くて、その他に石灰や珪酸が施用されてももはや相加的には生育が促進されなかつたのかも知れないことなどである。

要するに本実験の結果からは、火山灰土壌に生育するリンゴ樹の生育に対して、苦土施用の効果が極めて顕著なことが示された。因みに、渋川氏⁽⁴⁾は、リンゴ幼樹の生育に及ぼす肥料要素の影響について、肥料3要素について Mg が Ca よりも影響力が強いことを報告している。

つぎに、葉内要素含量と生育量との関係を見ると、葉内 Mg 含量と生育量との間に密接な関係が認められる。すなわち、生育の特に良好であつた珪カル、苦土及び石灰+苦土の3区では、葉内 Mg 含量が比較的高く、ほぼ好適含量であつたのに対し、生育の劣つた他の3区では葉内 Mg 含量が低く、明らかに欠乏含量であつた^(3,5)。生育中における外観の観察においても、生育の良好であつた前3区では、殆んど苦土欠乏が発生せず、生育の劣つた後3区では、著しい苦土欠乏が発生し、苦土欠乏の発生の有無が生育の優劣に強く影響していることが観察された。なお、このことは、前報における傾向と全く一致している。

土壌反応と生育量との関係については、土壌反応がほぼ一様に高かつた珪カル区、石灰区及び石灰+苦土区の間、生育量にかなりの差が認められ、一方土壌反応がほぼ一様に低かつた対照区、珪酸区及び苦土区の間にも生育量に顕著な差が認められ、結局本実験の範囲内では、土壌反応と生育量との間に殆んど関係がなかつた。

さて、本実験において、全生体重の点から生育の最も優れたのは、珪カル区、苦土区及び石灰+苦土区であるがこれらの各区におけるリンゴ樹の生育状態を詳細に検討した場合、樹姿にかなりの相違が認められた。特に著しい相違が認められた珪カル区の樹と苦土区の樹について、主な相違点をあげてみる。まず、珪カル区では地下部の生育が特に優れていたのに対し、苦土区では地上部の生育が特に優れ、したがって両者の T/R 率にはかなりの差があつた。つぎに、新梢伸長の停止が、珪カル区では苦土区よりもかなり早く、新梢1本当りの平均長及

び平均節間長が、珪カル区では苦土区よりもかなり短かつた。また、1樹当りの新梢の発生数が、珪カル区では苦土区よりも多かつた。これらのことから、苦土区の樹は珪カル区の樹に較べて、地上部が徒長の傾向にあつたことがうかがえる。

一般に、火山灰土壌に生育するリンゴ樹は、徒長気味で新梢が充実せず、基部の芽が萌芽伸長しないいわゆる「めくら芽」が多いといわれている。本実験における珪カル区の樹の生育状態から考えて、火山灰土壌に生育するリンゴ樹におけるこのような傾向は、珪カルの施用によつて幾分改善しうるのではないと思われる。この点に関しては、今後さらに検討する予定である。

V. 摘 要

1. 黒色火山灰土壌を用いて鉢植にしたリンゴ(国光)の幼樹の生育並びに葉内要素含量に対する、珪カル及びその主要成分である石灰、珪酸及び苦土の施用効果を調査した。

2. 全生体重の点からみて、各施用区とも対照区に較べて生育が優れたが、最も生育が優れたのは、珪カル施用区及び苦土施用区であつた。しかも、この場合生育量と葉内 Mg 含量との間にかなり密接な関係があり、生育の劣つた両区以外の樹では、葉内 Mg 含量が極めて低く著しい苦土欠乏症状を呈した。

3. ただし、珪カル施用区の樹と苦土施用区の樹の間には、樹姿にかなりの相違が認められた。すなわち、地上部の生育は後者の方が優れ、一方地下部の生育は前者の方が優れ、その結果、T/R 率は前者の方がかなり低かつた。また前者は、後者に比較して、新梢伸長の停止が早く、新梢1本当りの長さ及び節間の長さが短く、1樹当りの新梢発生数が多かつた。

謝辞：校閲の勞を執られた京都大学小林教授に対し、また実験の遂行に當つて種々な援助を与えられた北条宗義君に対し、衷心より感謝の意を表する。

引用文献

1. 石橋 一. 1952. 作物の生育に対する珪酸の影響. 福岡農試.
2. 石塚喜明・早川康夫. 1951. 水稻の稻熱病に対する抵抗性と珪酸及び苦土との関係. 土肥誌. 21: 253—260.
3. 小林 章. 1958. 果樹の栄養生理.
4. 熊代克巳・岡村 清. 1958. 火山灰土壌に生育する果樹に対する珪カルの肥効について(第1報) 園学雑. 27: 265—270.
5. 渋川潤一・相馬盛雄・泉谷文足・宇野登吾. 1958. りんごの葉分析に関する研究(第2報). 園学雑. 27: 81—88.