栗に及ぼす石灰の影響 II

(第4報) 普通栽培における石灰材料施与とマンガンの消長について

本多 昇・岡崎光良

Studies on the Effects of Calcium upon Chestnuts. II.

(4) On the Effects of Soil Application of Calcium Materials to Soil upon Manganese Availability of Chestnut Seedlings.

Noboru HONDA and Mitsuyoshi OKAZAKI

Summary

(1) The experiment was carried out in order to know the effects of some liming materials upon the nutritional status of chestnut seedlings, especially manganese, as revealed by leaf analysis. In addition to Plot St (standard) and Plot 1/2 Na (40.5 g of calcium carbonate was mixed with 18 Kg of soil) six plots were prepared, i.e. : ————

In Plot 1/4 OH and 1/2 OH, the soil was mixed with 4.23 g and 9.45 g of calcium hydroxide, respectively, while in Plots 1/4 CO_3 and 1/2 CO_3 calcium hydroxide was replaced by the correspondent amount of calcium carbonate. The same is true in Plots 1/4 SO_4 and 1/2 SO_4. In this case, calcium sulphate was mixed with soil.

(2) Though the seedling growth of Plot 1/4 SO_4 and Plot 1/2 SO_4 did not differ from that of Plot St, the seedling growth of Plot 1/4 CO_3, Plot 1/2 CO_3, Plot 1/4 OH and Plot 1/2 OH was significantly inferior as compared with that of Plot St.

(3) The chestnut seedlings of Plot 1/4 CO_3 (pH of soil : 5.64) grew less vigorously than that of Plot St (pH of soil : 5.11) by 40 %. This difference of growth rate may be attributed to the limited absorption of manganese : i. e. ———— while the manganese content of the air-dried leaves of Plot St amounted to 0.41 %, that of Plot 1/4 CO_3 was only 0.33 % (absorption of manganese was limited by 20 % as compared with Plot St). And thus, considering the data of the previous report[7] it may be safely concluded that the range of optimum pH of soil for the chestnut may be 4.8–5.5.

(4) Though magnesium content in the air-dried leaves of Plot 1/4 OH (0.50 %) and Plot 1/4 CO_3 (0.46 %) differed scarcely from that of Plot St (0.52 %), the chestnut seedling growth of the former plots were inferior to the latter high significantly. The limited growth, therefore, may be mainly attributed to the decreased absorption of manganese.

(5) It was found that the calcium content was higher in the leaves than in the other parts of chestnut seedling, the relative amounts in fine roots, stem and leaves being 1.00, 1.76 and 3.44, respectively. But, the difference in manganese content among the varied parts was very significant, and the leaves contained much more manganese than other parts (the ratio of manganese content being fine roots 1.00 : stem 2.32 : leaves 18.64). The ratio of manganese content of leaves to fine roots of

Plot 1/2 OH and 1/2SO_4 were 16.00 and 23.16, respectively.

(6) Chestnut seedlings do not suffer from high content of calcium in the leaves as great as 20 %. It may be concluded that the limited growth of chestnut seedlings is due to the high pH value of soil brought about by overliving, which in turn, causes the decreased absorption of manganese.

緒　　言

筆者等は，石灰嫌忌性植物といわれる日本栗 (Castanea crenata S. ef Z.) の栄養生理上の特性について研究を行つている．前報[8]においては Overliming によるクリの実生の生育量抑制が燐酸の吸収量減退によるものではないことを明らかにした．本報では筆者等[7]の第2報の場合よりも少量の石灰分を消石灰，炭酸石灰及び硫酸石灰等の形態で土壌に施与した場合の影響を比較検討した．すなわち，前報[7]では石灰施与によるクリの生育抑制が Mn や Mg の吸収減退によると考察した．しかし本報の結果によればクリに対する Overliming の害は石灰材料の種類により土壌 pH の高まることにともなつて Mn の吸収量が減退するためであることが確認された．

I．実験材料及び実験方法

本実験に用いた土壌は前報[10]と同様な花崗岩風化土壌である．1953年2月11日に2万分の1ワグネルポットに18 Kg の土を入れた際 St(標準区)では無処理土壌を用い，$\frac{1}{2}$ Na 区では40.5 g の炭酸石灰と土壌とを混和した．別に $\frac{1}{4}$ OH 区では 4.73 g，$\frac{1}{2}$ OH 区では 9.45 g の消石灰を土壌と混和した．$\frac{1}{4}$ CO_3 区，$\frac{1}{2}$ CO_3 区及び $\frac{1}{4}$ SO_4 区，$\frac{1}{2}$ SO_4 区おのおのについては $\frac{1}{4}$ OH 区あるいは $\frac{1}{2}$ OH 区に相当する Ca 分を炭酸石灰あるいは硫酸石灰にて施与した．各区とも元肥として硫安，酸性燐酸カリ及び硫酸カリを用いて1ポット当りN，P，K 各成分量1.0 g 宛を施した．

各区2鉢制とし，5月6日に岸根栗の実生の茎長約15糎のものを1鉢当り2本宛を栽植し，戸外にて9月22日まで栽培した後掘り上げて調査した．化学分析法は前報[7]と同様である．

II．実　験　結　果

各区の土壌 pH 及び生育量は第1表の如くであつて，St (標準) 区の9月14日の pH は5.11であるから前報[10]のように本供試土でのクリの好適土壌 pH が4.8～5.8であることをみればこの点標準区にふさわしいものである．硫酸石灰を最大量施与した $\frac{1}{2}$ SO_4 区ではその pH が標準区と大差なく，また消石灰及び炭酸石灰を最大量施与した $\frac{1}{2}$ OH 区及び $\frac{1}{2}$ CO_3 区の pH がそれぞれ5.99および5.84であるから，大体前述の好適土壌 pH の範囲に近いものとみてよいが，$\frac{1}{2}$ Na 区では6.15であるので明らかに好適土壌 pH の範囲外である．$\frac{1}{2}$ Na 区の全生育量は St 区 (100) に比し僅かに41である．$\frac{1}{4}$ SO_4 区は勿論 $\frac{1}{2}$ SO_4 区においてもその生育量は St 区と統計的に差が認められない．これに反し $\frac{1}{4}$ CO_3 区の土壌 pH は5.64で明らかに前報[7]で推定した好適土壌 pH の範囲 (4.8～5.8) 内にあるのにその生育量が地上部及び地下部ともに St 区よりも Highly significant に劣ることは特記すべきである．故に前実験と本実験の成績とを併せて考察すれば，クリの好適土壌 pH はむしろ4.8～5.5を推定すべきである．この故に $\frac{1}{4}$ OH 区 (土壌 pH 5.97) においても勿論，標準区よりも生育量が Highly significant に劣る．

Table 1. The Relation Between pH of Soil and Grown of Seedling.

Plot	pH of Soil		Grown of Seedling (Air-dry Weight g).					
	May 4	Sept. 14	Top	Root	Total Growth	Relative Value	T/R	Relative Value
St	5.36	5.11	14.43	22.84	37.27	100	0.63	100
½ Na	5.88	6.15	5.72**	9.71**	15.43**	41	0.51	81
¼ OH	5.79	5.97	7.68**	16.37**	24.05**	65	0.42	67
½ OH	5.92	5.99	6.55**	12.39**	18.94**	51	0.53	83
¼ CO_3	5.64	5.64	7.39**	15.02**	22.41**	60	0.49	78
½ CO_3	5.73	5.84	6.69**	15.91**	22.60**	61	0.42	67
¼ SO_4	5.34	5.34	13.19	20.65	33.84	91	0.64	102
½ SO_4	5.46	5.36	14.80	26.03	40.83	107	0.57	90
Range of Confidence		(0.05)	2.05	4.20	6.02			
		(0.01)	2.96	6.10	8.69			

Note : ** The difference between Plot St is highly significant.

次に前報[7]の石灰施与実験では5万分の1ワグネルポットを使用した以外は本実験と全く同じ土壌処理を行つたものであるが，前実験と異り本実験においては消石灰施与により明らかに標準区よりも根部の発育が劣る．然し消石灰施与によつて地下部よりも地上部の方がより大きく影響されることは前報[7]の ½ Ca 区（本報の ½ OH 区と相同）の T/R 比の St 区のそれに対する比数が72であり，また本実験の ½ OH 区のそれが83であることによつて判る．

各区の葉分析成績は第2表に示す如くである．すなわち，St 区の Ca 含量1.41％に対し ½ OH 区，½ CO_3 区及び ½ SO_4 区の Ca 含量はそれぞれ1.99，1.91及び2.00％である．½ SO_4 区の成績からみれば，前の2者においてこの程度の Ca を含むことによつてクリに害があるとは考えられぬ．

Table 2. Nutritional Status of the Air-dried Leaves as Revealed by Leaf Analysis.

Plot	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (%)	Fe (%)
St	0.08	0.51	1.41	0.52	0.41	0.021
½ Na	0.08	0.45	1.30	0.38	0.19	0.014
¼ OH	0.07	0.44	1.95	0.50	0.31	0.016
½ OH	0.07	0.47	1.99	0.33	0.16	0.018
¼ CO_3	0.09	0.47	1.72	0.46	0.33	0.013
½ CO_3	0.08	0.47	1.91	0.31	0.23	0.019
¼ SO_4	0.07	0.48	1.83	0.48	0.43	0.014
½ SO_4	0.07	0.48	2.00	0.46	0.44	0.018

Ca の吸収によつて K 及び Fe の吸収に差を生じることが認められないことは前報[6)7)]の実験成績と同様である．P については St 区においてさえ僅かに0.08％である．例えば ½ OH 区のそれが0.07％であり，他の石灰施与区の P 含量をみても St 区との差は認められない．前報[7]の石灰施与実験においては St 区の P 含量0.17％に対し ½ Ca 区のそれが0.14％となり，その他 1½ Ca 区に至つては0.06％に低下したのである．本年は St 区でさえ P 含量が異常に

低いことに驚くのであるが，本年が異常に多雨の年であつた事以外に環境条件に差が認められない．然し前実験[7]と同様に各区において P 欠乏症状も認められないので P 含量は考察の外におくことが出来る．

Mg については消石灰，炭酸石灰等を使用して土壌 pH が高まるとその吸収量が抑制される傾向があることは St 区の 0.52 %に対し ½ Na 区では 0.38 %，½ OH 区では 0.33 %でありながら ½ SO_4 区では 0.46 %であることによつて認められる．St 区，¼ OH 区及び ¼ CO_3 区の葉中の Mg 含量がそれぞれ 0.52，0.50 及び 0.46 %であつて，その差が極めて僅少であるが，後の2者のクリの生育はきわめて劣る．また ½ SO_4 区の葉中 Mg 含量が 0.46 %であるが Mn の吸収量が St 区に劣らないので，むしろ St 区より生育良好な傾向が認められることからも，クリに対する Overliming の害は Mg の吸収減退によるのではなく Mn の吸収減退によるものであることが判る．

Mn 含量についてみるに St 区の 0.41 %を 100 とすると ¼ OH 区では 0.31 %であるから 76 に相当し，又 ¼ CO_3 区では 0.33 %であるから 80 に相当するが，硫酸石灰を施与したものでは ½ SO_4 区でさえ 0.44 %で St 区よりもかえつて多い．このように SO_4 イオンが Mn の吸収を高める傾向は 1952 年の Ca 施与実験[7]にて St 区の Mn 含有率 0.36 %に対し 1½ Gp 区（1½ SO_4 区に相同）にては 0.49 %であつた例によつても推定し得る．いま ½ SO_4 区，¼ CO_3 区との葉中諸成分含有量をみるに，その両区の全生育量の比数 107 : 60 であることは Mn 含量 0.44 : 0.33 %であることが，その重要な原因であると思われる．このようにして St 区の Mn 含有量 100 に対し ¼ CO_3 区及び ¼ OH 区のそれの比較は，それぞれ 80 及び 76 であり，したがつて Mn 吸収量減退度が 20 及び 24 であるために，それらの全生育量の比数が 60 又は

Table 3.　Analytical Data of Fine Roots.

Plot	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (%)	Fe (%)
St	0.10	0.28	0.41	0.93	0.022	0.050
½ Na	0.13	0.24	0.53	1.06	0.013	0.055
¼ OH	0.11	0.24	0.47	0.83	0.013	0.046
½ OH	0.14	0.29	0.60	1.19	0.010	0.061
¼ CO_3	0.14	0.32	0.47	1.20	0.014	0.041
½ CO_3	0.14	0.39	0.51	1.13	0.014	0.045
¼ SO_4	0.08	0.29	0.46	0.75	0.019	0.025
½ SO_4	0.09	0.32	0.41	0.86	0.019	0.049

Table 4.　Analytical Data of Stem.

Plot	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (%)	Fe (%)
St	0.04	0.18	0.72	0.25	0.052	0.005
½ Na	0.06	0.19	0.71	0.24	0.023	0.007
¼ OH	0.04	0.17	0.83	0.24	0.035	0.004
½ OH	0.04	0.15	0.76	0.16	0.012	0.005
¼ CO_3	0.06	0.15	0.71	0.20	0.022	0.003
½ CO_3	0.06	0.17	0.81	0.22	0.016	0.006
¼ SO_4	0.04	0.15	0.59	0.16	0.037	0.003
½ SO_4	0.05	0.09	0.59	0.17	0.034	0.005

65 となつたことゝ推定し得る．

次に第3表及び第4表に各区の細根及び茎の分析成績を，又標準区のクリの細根，茎，葉各部における諸成分含有率を第5表及び第1図に，又その含有比率を第2図に示す．Ca は細根，茎及び葉の順序にその含量がそれぞれ0.41，0.72及び1.41％で，その比率は1.00：1.76：3.44

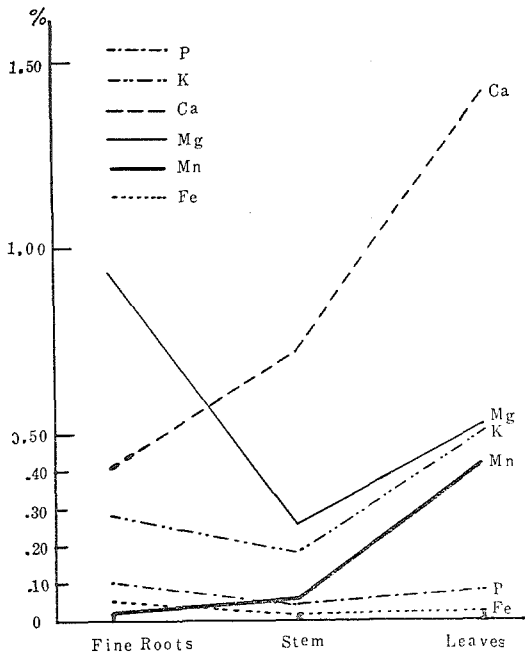

Fig. 1. Chemical Composition of Fine Roots, Stem and Leaves of Chestnut Seedling.

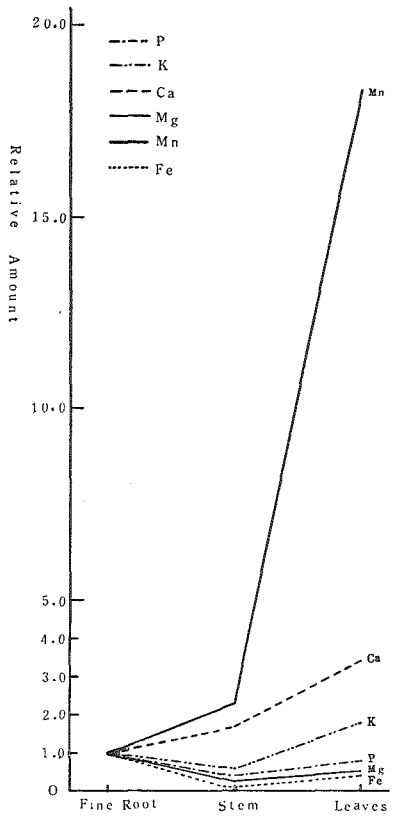

Fig. 2. Relative Amount of Nutritional Composition of Fine Roots, Stem and Reaves of Chestnut Seedling.

Table 5. Elemental Composition of Fine Roots, Stem and Leaves of Chestnut Seedling.

Elemental Composition	Fine Roots		Stem		Leaves	
	%	Relative Value	%	Relative Value	%	Relative Value
P	0.100	1.00	0.040	0.40	0.080	0.80
K	0.280	1.00	0.180	0.64	0.510	1.82
Ca	0.410	1.00	0.720	1.76	1.410	3.44
Mg	0.930	1.00	0.250	0.27	0.520	0.56
Mn	0.022	1.00	0.052	2.36	0.410	18.64
Fe	0.050	1.00	0.005	0.10	0.021	0.42

と増大する．Mn は更にこの傾向が著しく，含有率はそれぞれ 0.022，0.052 及び 0.41 %であつて，その比率は 1.00 : 2.32 : 18.64 であるから Mn が極端に葉中に偏在することが判る．

P は細根に最も多く，茎では半量以下となり，葉では細根よりやゝ少ない．K は細根よりも葉に多いがその比率は 1.82 に過ぎず，茎においては最も少ない．Mg のこの3部分における含有比率は 1.00 : 0.27 : 0.56 にて，その細根に多く含有されていることは注目に価する．さらに Fe についての同様の比率は 1.00 : 0.10 : 0.42 であつて各部分布の傾向は Mg に似ているが，茎中には細根中の $\frac{1}{10}$ きり含まれていないことは著しい現象である．

次に St，$\frac{1}{2}$ OH，$\frac{1}{2}$ CO_3 及び $\frac{1}{2}$ SO_4 区について細根，茎，葉各部における Mn 及び Fe 含有率の比較を第6表及び第7表に示す．すなわち Mn について細根及び茎において $\frac{1}{2}$ OH，$\frac{1}{2}$ CO_3 区にて St 区に比し Mn 含量が減少しているのは勿論であるが，細根：葉中含量の比率がおのおの 16.00 及び 16.43 であつて St 区の 18.64 より小となつている．Fe については3部分につき各区間に含有率の差をみとめ難く，又石灰施与によつて葉中に Fe の移行が妨げられるという懸念は，少なくとも $\frac{1}{2}$ CO_3 区においては解消する．以上のように石灰施与によつてクリの生育量が減少する場合，体内成分の消長につき考察した結果からも Mn-metabolism がきわめて重要な要因と考えられる．

Ⅲ．論　　議

本実験と同年に同様な花崗岩風化土壌 4 Kg 宛入れたポットにクリ，桃，柿，梨及び枇杷を栽培

Table 6. Manganese Content of Fine Roots, Stem and Leaves of each Plot.

Plot	pH of Soil	Fine Roots		Stem		Leaves		Total Growth	
		% (Relative Value)	Relative Value	% (Relative Value)	Relative Value	% (Relative Value)	Relative Value	Air-driy Weight g	Relative Value
St	5.11	0.022 (100)	1.00	0.052 (100)	2.32	0.41 (100)	18.64	37.27	100
$\frac{1}{2}$ OH	5.99	0.010 (45)	1.00	0.012 (23)	1.20	0.16 (39)	16.00	18.94	51
$\frac{1}{2}$ CO_3	5.84	0.014 (64)	1.00	0.016 (31)	1.14	0.23 (56)	16.43	22.60	61
$\frac{1}{2}$ SO_4	5.36	0.019 (86)	1.00	0.034 (65)	1.63	0.44 (107)	23.16	40.83	107

Table 7. Iron Content of Leaves of each Plot Relative to Fine Roots : Stem : Leaves.

Plot	Fine Roots		Stem		Leaves	
	% (Relative Value)	Relative Value	% (Relative Value)	Relative Value	% (Relative Value)	Relative Value
St	0.050 (100)	1.00	0.005 (100)	0.10	0.021 (100)	0.42
$\frac{1}{2}$ OH	0.061 (122)	1.00	0.005 (100)	0.08	0.018 (86)	0.30
$\frac{1}{2}$ CO_3	0.045 (90)	1.00	0.005 (120)	0.13	0.019 (90)	0.42
$\frac{1}{2}$ SO_4	0.049 (98)	1.00	0.005 (100)	0.11	0.018 (86)	0.39

したものにつき葉中の Ca 含量を調査したところ，クリ (1.51%)，桃 (0.80)，柿 (0.99)，梨 (1.08) 及び枇杷 (1.05) であつて，むしろクリの Ca 含量が最大であることが判明した．本報の $\frac{1}{2}$ SO_4 区の葉中 Ca 含量は 2.00% であるが，クリの生育上の障害を認めない．別に筆者等[5]の水耕実験成績及び HSIOH-yu HOU 等[10]の多くの実験例を参照してもクリの石灰分に対する抵抗性が大であることが確認される．

次に Mg について述べれば CAROLUS (田中[18]による) は Na 塩の存在において Mg の吸収性が著しく害されるというが，前報[7]の好適土壌 pH 実験にて $\frac{1}{2}$ Na 区 (pH 5.78) 以上のアルカリ側ではその吸収が急減する．一方同年の石灰施与実験にて $\frac{1}{2}$ Ca 区を除き Ca 区 $1\frac{1}{2}$ Ca 区でも Mg の吸収が St 区よりも半減しているのに反し $1\frac{1}{2}$ Gp 区では St区に比し Mg の吸収がほとんど減退せぬ．さらに今回の実験においては $\frac{1}{2}$ OH 区でさえ Mg の吸収がきわめて減退したが $\frac{1}{2}$ SO_4 区ではその減退が僅かであることからみても Mg 吸収減退の原因が土壌 pH と関連していることが判る．

Mg の欠乏に相当敏感であるといわれる苹果[18]についてみるに，BOYNTON 及び EMBLETON[4]によれば，苹果の健康樹は 78 例中風乾葉中 Mg が 0.50～0.24 のものが 23 例，又 0.18% のものさえ 1 例あつた．MIKKELSON 及び DOEHLERT[13] によれば BLUEBERRY にて風乾葉中の Mg が 0.14% であつても正常な葉を着けている場合があり，又 BAILEY, SMITH, WEATHERBY 等[2]は Blueberry の健康樹の 7 月及び 9 月の葉中 Mg の含量が 0.20% 以下であること及び酸性地区を好む Blueberry は他果樹に比し 4 要素の含量が少ないことを認めている．

筆者等[7]の前報の実験の数区において，葉中の Mg が St 区に比して半減して 0.25% 位となつても Mg 欠乏症状に類似したものは少しも認められなかつた．たゞし同年の成績に関しては石灰施与によるクリの生育抑制が Mn や Mg の吸収減退によると考察した．然し本報の成績をみれば，クリに対する Overliming の害は Mg の吸収減退によるものではないことが判然したことは前述の通りである．

前報[7]の好適土壌 pH 実験ならびに石灰施与実験と今回の実験成績により，Mn の吸収量減退を敏感に反映してクリの生育量が減ずることが確認されたが，こゝでクリに対する Mn の重要性を各種の角度から検討してみることにする．第 5 表にみるように，クリの茎及び葉特に葉の中に Mn が極めて多量に集積することが Ca よりも極めて顕著である．LATSHAW 等[12]によれば，コーンの葉は茎中よりも 2.5 倍の Mn を含むこと，又 KELLEY[11]によつてもパインアップルの葉が同様に 10 倍の Mn を含むというが，クリの場合にこの比数は 7.88 倍である．$\frac{1}{2}$ OH 区及び $\frac{1}{2}$ CO_3 区にて St 区に比しての Mn 吸収減退度は茎において最大，細根において最小で，葉においてはその中間であるから，細根中の Mn 含有率に対する葉中のそれの比は両区につきそれぞれ 16.00 及び 16.43 で St 区よりも小となつている．然し $\frac{1}{2}$ SO_4 区では細根及び茎では St 区よりも減少するが，葉においてはかえつて多いために細根に対する葉の Mn 含有比は 23.16 で St 区よりも大となつている．故に上記の 4 つの区において主として葉中 Mn 含量の差がクリの全生育量を左右していることがこの表から推定出来る．MILLER[15]は Mn が糖の形成及びメタボリズムに直接或は間接に重要な役目をなすという．因に前報[8]の燐酸施与実験にみられるように St 区と St-P 区の間に生育量に差を認め得ないのは，クリの P 要求度の小であることよりも，むしろ燐酸を施与せぬことによりかえつて Mn の吸収量が高められたこと (葉中 Mn 含量は St 区 0.382%，St-P 区 0.447%) によるとも考えられる．また Ca 区に比し Ca+2P 及び Ca+3P 区が 2 倍又は 3 倍量の燐酸が施与されても，かえつて生育量が劣

ることは BORTNER [3] が説く如く燐酸施与によつてかえつて Mn の吸収量が減退すること，あるいは体中の Mn の活性度が減ずることなどによると思われることゝ符合するのではあるまいか．

培地の酸性を好み，且つ葉中 Mn の含量の極めて大きいクリにとつては Mn 吸収量の多少はきわめて重大な影響をもつと思われる．こゝにおいてクリの Mn 要求度を知ろうとした水耕実験[9]を行つたところ，その Mn 要求度並びに Mn 抵抗度が大であることを知つた．かくして筆者はクリの生育を支配する要因として Mn はきわめて重要な栄養素であることを認めざるを得ない．

次に ZIMMERLEY [13]，青木[1]等によれば，一般に土壌の pH が 6.5 以上となると Mn の吸収が減少するといわれるが LYND 及び TURK [13] によれば，土壌の pH が 5.0 から 5.8 となると White Beans の Mn 吸収量が急減する．筆者等の前報[7]においては，土壌 pH が約 6.0 から 6.5 となるとクリの Mn 吸収量が激減したが，さらに本実験では土壌 pH が 5.11 である St 区と 5.64 である $\frac{1}{4}$ CO_3 の両区の間で後者が前者より Mn を 20 %だけ少なく吸収したことにより全生育量が 40 %劣つたことなどをみると MORRIS 等[16]の説く如く植物による Mn 吸収力の差があることも考え合せられ，クリにとつて土壌 pH と Mn 吸収力との関係の重要性がうかがわれる．かくして坂村[17]の説く如く水素イオン濃度の生物学的作用は微量重金属マンガンと密接な関係があることが実証されたのである．

Ⅳ．摘　　要

(1) 本報では，クリの実生に対する数種の石灰材料の効果について，その体内栄養成分，特に Mn の消長との関連において実証した．実験区としては St（標準）区及び $\frac{1}{2}$ Na 区（18Kg の花崗岩風化土壌中に 40.5 g の炭酸ソーダを混入）のほかに次の 6 区を設けた．18Kg の土壌中に 4.23 g または 9.45 g の水酸化石灰を混入した $\frac{1}{4}$ OH 区及び $\frac{1}{2}$ OH 区と，これらに相当する石灰分の量を炭酸石灰あるいは硫酸石灰として施用した $\frac{1}{4}$ CO_3 区，$\frac{1}{2}$ CO_3 区及び $\frac{1}{4}$ SO_4 区，$\frac{1}{2}$ SO_4 区などである．

(2) $\frac{1}{4}$ SO_4 区及び $\frac{1}{2}$ SO_4 区のクリの生育は標準区のそれと差が認められないが，$\frac{1}{4}$ CO_3 区，$\frac{1}{2}$ CO_3 区，$\frac{1}{4}$ OH 区及び $\frac{1}{2}$ OH区の生育は標準区のそれよりも highly significant に劣る．

(3) St 区（土壌 pH 5.11）に比し $\frac{1}{4}$ CO_3（同上 pH 5.64）の生育量が 40 %減量したことについては，前者の風乾葉中の Mn 含量 0.41 %に比し 0.33 %（吸収減退度 20%）であることがその原因である．故に前報[7]の成績と併せてクリの好適土壌 pH は 4.8～5.5 と推定される．

(4) St 区，$\frac{1}{4}$ OH 区及び $\frac{1}{4}$ CO_3 区の葉中 Mg 含量がそれぞれ 0.52，0.50 及び 0.46 %であつて，その差が僅少であるが，後の 2 者の生育はきわめて劣る．このことについては Mn の吸収減退が重要な因子である．

(5) クリの細根，茎及び葉中の Ca 含量の比率はおのおの 1.00 : 1.76 : 3.44 で葉中に相当多いが，Mn のそれはおのおの 1.00 : 2.32 : 18.64 で，他の栄養素に比し特に多量に葉中に含まれている．細根に対する葉中 Mn の含有比率は $\frac{1}{2}$ OH 区で 16.00，$\frac{1}{2}$ SO_4 区では 23.16 である．

(6) 本実験にて葉中 Ca 含量 2.20 %にてもクリに害がない．クリに対する Overliming の害は，石灰材料施与により土壌 pH の高まるために Mn の吸収量が減退することによるのである．

引　用　文　献

1) 青木茂一 (1951)：農及園，**26** (9)；945～948.

2) Bailey, J. S., Smith, C. T. and Weatherby, T. (1949) : Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **54** ; 205～208.

3) Bortner, C. E. (1935) : Soil Sci. **39** ; 15～24.

4) Boynton, D. and Embleton, T. W. (1950) : Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **55** ; 21～26.

5) 本多昇，故林清史，岡崎光良，石原三郎 (1952)：岡大農学報，1；16～25.

6) 本多昇，岡崎光良 (1953)：園学研集，6；27～31.

7) 本多昇，岡崎光良 (1955)：園学研集，7；5～9.

8) 本多昇，岡崎光良 (1959)：岡大農学報，14；57～60.

9) 本多昇，岡崎光良：(未発表)

10) Hsioh-yu Hou and Merkle, F. G. (1950) ; Soil Sci. **69** ; 471～486.

11) Kelley, W. P. (1914) : Bot. Gaz. **57** ; 213～227.

12) Latshaw, W. L. and Miller, E. C. (1924) : Jour. Agr. Res. **27** ; 845～861.

13) Lynd, J. Q. and Turk, L. M. (1948) : Jour. Am. Soc. Agron. **40** ; 205～215.

14) Mikkelson, D. S. and Doehlert, C. A. (1950) : Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **55** ; 289～292.

15) Miller, L. P. (1933) : Am. Jour. Bot. **20** ; 621～631.

16) Morris, H. P. and Pierre, W. H. (1949) : Agron. Jour. **41** ; 107～112.

17) 坂村　徹 (1949)：生物学綜報，第2輯.

18) 田中彰一 (1944)：農及園，**11** (9)；811～813.

19) Zimmerley, M. H. (1926) : Va. Truck. Exp. Sta. Bul. No. 57.