

栗に及ぼす石灰の影響***

I. 水耕栽培に於ける石灰抵抗性に就て(第1報)

本 多 昇・林 清 史
岡 崎 光 良・石 原 三 郎

Studies on the Effect of Calcium on Chestnut.

I On the Tolerance for Calcium in Water Culture. (1)

N. HONDA, and K. HAYASHI, M. OKAZAKI,
and S. ISHIHARA.

I. 緒 言

栗 (*Castanea vesca*) は石灰嫌忌植物の一に数へられている。⁽¹⁸⁾ Chatin (1870), Fliche 氏等 (1874) 等によれば土壤中 3 % 以上の石灰を含む場合には栗が萎黄病となる。川島氏等 (1940) は栗は土壤中の置換性石灰の少い処に好適すると考察したが、浅見氏 (1951) はその論証が妥当性を欠くことを指摘している。茶樹も石灰嫌忌作物と謂はれる。然し関氏 (1937) は実地調査の結果、却つて土壤中相当多量に石灰が存在する処にて生育が旺盛である事を指摘している。

Pearsall 氏等 (1927) によれば石灰嫌忌性 (Calcrifuge habit) は (1) 土壤溶液中の石灰含有率、(2) その Basic ratio 及び (3) 同様酸度又は pH の 3 点に関連するものである。Rayner 氏 (1915) によれば石灰嫌忌植物の一つである。Calluna vulgaris でさへ相当石灰を要求する。又 Kraus 氏 (1911) によれば場合によつては Calluna vulgaris 及び Vaccinium myrtillus 等が土壤中に 3.41 % の石灰を含有する処にも生育している。Mevius 氏 (1921) によれば Pinus pinaster が石灰嫌忌植物である所以はそれが中性又はアルカリ性土壤に生育し得ない事に由来し、又この原因は中性土壤に於ては土壤中から必要な鉄分を吸収し得ぬことにある。Small 氏 (1946) は“石灰嫌忌植物及石灰愛好植物といふ語は、少くとも一部は、植物に好適な pH の範囲の問題と、外圍の pH とそこに生育する植物の metabolism との関係の問題が互に関連した事柄を指す。”と述べている。

梶浦氏 (1937) 及び田中氏 (1933) は栗に対しては石灰施用量に注意すべきことを説いて居り、又田中氏 (1937) の栗に対する好適 pH の研究はあるが爾来未だ栗の石灰嫌忌性に就ての研究が不充分である。Truog 氏 (1947) は米国に於て Overliming の悪結果を蒙つたことにかんがみて、土壤の pH と各種肥料要素の有効性を研究し安全且つ有効な石灰施用方法を提唱している。

上述の如く石灰嫌忌性は極めて複雑な事象ではあるが、⁽²⁷⁾ 筆者等は栗の適地の査定、土壤管理乃至は肥培の合理化を目的として栗の石灰嫌忌性に関して究明を行つている。本編は水耕栽培に於て栗の石灰に対する抵抗性を驗知しようとした実験報告である。

本研究を行ふに當り香川農科大学黒上博士及び京都大学小林、奥田両博士の御指導を得たことを感謝する。猶横山二郎君の勞を謝す。本研究は栗増殖に関する岡山県産業經濟費に依る事を附記して謝意を表す。

* 岡山大学農学部果樹園芸学教室業績第 3。

*** 本研究の要旨は昭和26年10月兵庫県宝塚にて開催の園芸学会秋期大会にて発表。

Ⅱ 実験材料及実験方法

1950 年の実験に用いた栗は山口県坂上村産の岸根であり, 又 1951 年に用いたものは岡山県産柴栗である. 1950 年は礫耕を行つた. 即ち直径 14 糎, 高さ 30 糎の亜鉛引鉄板製のポットの内面に白エナメルを塗布したものに主として花崗岩よりなる直径 6~10 糎の礫を詰め 1 日 3 回づつ培養液を灌注した. 試験の目的は森田氏(1937)の例に倣ひ培養液の pH と石灰の濃度との組合せによる石灰抵抗性を検せんとしたのであつて, I, II, III 区の pH 値は各々 4.0, 5.5, 7.0 とし, 石灰の濃度に関する 1-5 区につき各々 0, 25, 100, 400, 1600, ppm とした. 即ち I-1 区は pH 4-Ca 0 ppm である. 5 月 9 日に定植後 1 週間毎に培養液を更新した. I, II, III の各区は最初各々所定の pH 値の培養液を注いだが, 1 週間に 1-2 回 pH を調節したにも拘はらず, 礫の緩衝能の爲 pH 値が変化し次に示す様な状態であつた.

	I 区	II 区	III 区
26/V	5.3-5.7	6.0-6.1	6.5-6.6
19/VI	4.9-5.0	5.8-6.0	6.6-6.8
13/VII	4.2-4.4	5.6-5.7	6.7-6.8

7 月 25 日に掘上げた. 培養液は 1 立中に NH_4NO_3 , KH_2PO_4 各々 0.1g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2048g を含むもので N, P, K 及び Mg を各々 35, 23, 29 及び 20ppm を含む. Ca は CaCl_2 として加へ, Fe は枸橼酸鉄にて 5ppm を加へた. 1 区は蒸溜水を用ひ (但し礫中の有効石灰分は未詳である.) 2-5 区は水道水を用ひた.

1951 年には水耕栽培にて柴栗, 山桃, 梨, 柿 (梨及柿は品種不詳). 夏橙に就て石灰抵抗性を比較した. Ca 濃度は I-IV 区に従ひ 25, 100, 400, 800ppm である. pH 値は 5.5 とした. 培養液の更新は 1 週間 1 回とし, 1 週間に 3 回宛 1 ポット当り 3% 過酸化水素を 2cc 宛加へた. 水耕培養器として直径 8.5 糎, 高さ 24 糎の硝子円筒を用ひ, 2 区制とし, 1 ポット当り 2 個体宛を培養した. 栗, 桃及梨は 5 月 2 日から 7 月 11 日の 72 日栽培した. 事情により夏橙は 5 月 23 日-8 月 10 日の 81 日間, 柿は 6 月 21 日-8 月 10 日の 51 日間栽培したのであるがそれらの石灰抵抗性は窺ひ得たと思はれる.

第 1 表 栗に対する培養液の pH 及石灰濃度の影響 (1950)

区	別	幹長	乾 物 重 (g)				全重量 1 区と の比較
			地上部	地下部	全重量	T/R	
I	1(0)	55.2	7.58	2.93	10.51	2.59	100
	2(25)	40.6	5.64	1.96	7.60	2.88	72
	3(100)	38.6	7.42	2.12	9.54	3.50	91
	4(400)	29.2	2.38	0.45	2.82	5.29	27
II	1(0)	33.8	4.93	1.79	6.72	2.76	100
	2(25)	34.9	4.79	1.54	6.33	3.11	94
	3(100)	26.3	1.73	0.69	2.42	2.51	26
	4(400)	17.2	1.02	0.28	1.31	3.62	19
III	1(0)	29.7	3.77	1.23	5.00	3.06	—

備考 計画した pH は I 区 4.0 II 区 5.5 III 区 7.0

Ⅲ 実験成績

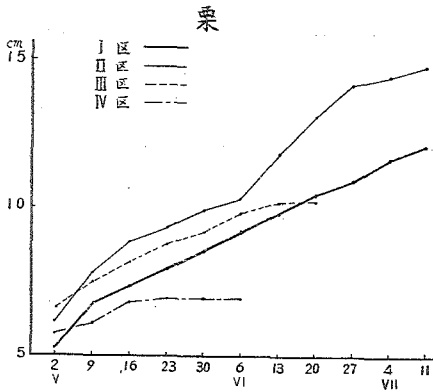
A 1950 年の実験成績

各区は 2 区制として AB 両セ
ットを AB 2 人にて分担して 15
ポット宛に栽植した. 遺憾乍ら
B セットにては植傷み甚だしく,
その為生育不齊となつたが A セ
ットは植傷みもなく且つ B セッ
トと併せて観察する時達観的に
pH 及び Ca 濃度に関して或傾
向を認め得るので A セットのみ
に就て調査した. その成績を第
1 表に示す. 即ち I, II 両区に
ては Ca 1600ppm のものは枯死
した. III 区にては III-1 のみが

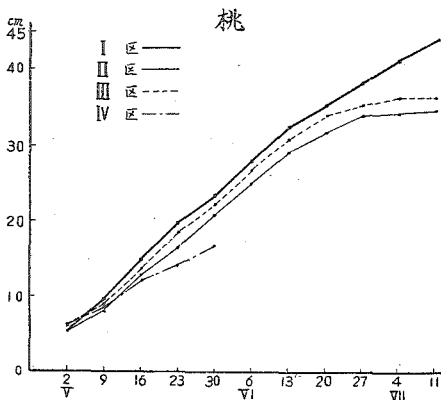
生育した。Ⅱ-2はポットが倒伏の爲爾後發育が害されたものである。幹長及び全重量を見ても生育の良好なものはⅠ区>Ⅱ区>Ⅲ区の順である。地下部重量及び T/R 率（地上部は茎と葉の重量）を見ると培養液中の石灰濃度が増すに従つて根部の發育が地上部の發育よりも影響を受ける傾向があると認められる。Ⅰ、Ⅱ兩区に於て Ca 0ppm 区の全重量を100として石灰濃度と生育量との関係を見ると、石灰による悪影響がⅡ区の方に大である傾向を認める。此の實驗の範圍内では培養液中の Ca が 0 ppm にても礫から充分の Ca を吸収し得たものと思はれる。

B 1951 年の實驗成績

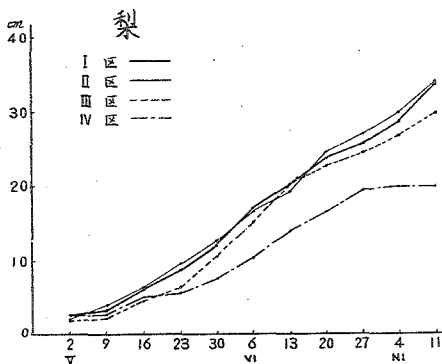
掘上時の幹長及び地上部と地下部の状態を第2表に、栗、桃及梨の生長曲線を第1~3図に示す。實驗はすべて換氣不充分的硝子室内で行つたもので外気に比し気温及水温が著しく昂騰し、6月上旬には既に、最高気温 31°C、最高水温 35°C に達した日も



第1図 栗の生長曲線 (1951)



第2図 桃の生長曲線 (1951)



第3図 梨の生長曲線

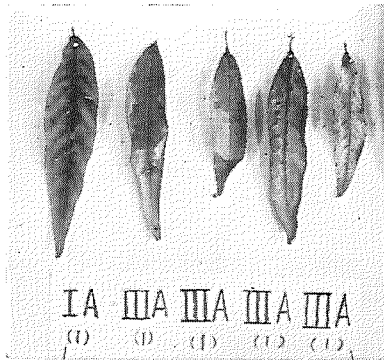
第2表 栗、桃、梨、柿、夏橙に対する
石灰濃度の影響 (1951)

	区	乾 物 重 (g)				全重量 Ⅰ区と の比較
		地上部	地下部	全重量	T/R	
栗	Ⅰ	0.35	0.73	1.03	0.48	100
	Ⅱ	0.42	0.60	1.02	0.70	94
	Ⅲ	0.16	0.28	0.44	0.57	41
	Ⅳ	0.12	0.27	0.39	0.44	36
桃	Ⅰ	1.23	1.71	2.94	0.72	100
	Ⅱ	0.92	1.33	2.25	0.69	77
	Ⅲ	0.83	0.84	1.67	0.99	57
	Ⅳ	0.21	0.21	0.42	1.00	15
梨	Ⅰ	1.64	1.23	2.87	1.33	100
	Ⅱ	1.67	1.03	2.70	1.62	94
	Ⅲ	1.44	0.84	2.28	1.71	79
	Ⅳ	0.70	0.52	1.22	1.34	43
柿	Ⅰ	0.26	0.37	0.63	0.70	100
	Ⅱ	0.30	0.43	0.73	0.70	116
	Ⅲ	0.30	0.47	0.77	0.64	122
	Ⅳ	0.28	0.47	0.75	0.60	119
夏橙	Ⅰ	0.11	0.26	0.37	0.42	100
	Ⅱ	0.17	0.33	0.50	0.52	135
	Ⅲ	0.11	0.16	0.27	0.69	73
	Ⅳ	0.04	0.09	0.13	0.44	35

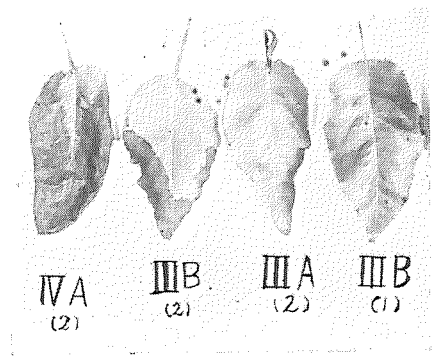
〔備考〕 Ⅰ区 Ca 25ppm Ⅱ区 100ppm
Ⅲ区 400ppm Ⅳ区 800ppm

あつたので特に栗の生育には不利と思はれた。桃もⅠ区でクロハシスの状態を呈し初めたが、梨の生育は正常であつた。

本実験に於ては石灰過剰の害と CaCl_2 に附随した Cl の害とが併発した。(後述) 即ち前年度の籾耕に於ても本年度の水耕にても Ca 400ppm のものには栗の葉の先端から褐変し初め、葉縁を帯状に、次第に葉基部に拡がつた。桃に於ても Ca 400ppm にて葉先の褐変を生じ下葉から次第に落葉し初めた。(第4図) 同様に夏橙にては葉が淡黄緑色となること、葉尖部の褐変が認められた。梨のⅢ区にては少数の葉の先端が黒変したがⅣ区にては殆ど害徴が全葉面に及び且つ下面に捲縮したものを生じた。(第5図) 柿はその生育期間中にては何等の害徴を現はさなかつた。



第4図 桃の葉の塩素害徴 (1951)



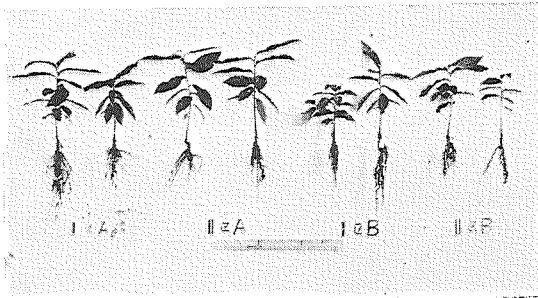
第5図 梨の葉の塩素害徴 (1951)

各区の生育量に就ては第3表に示す。本年は他上部の重量は茎の重量のみとした。栗の各区4個体宛の平均の全重量はⅠ区、Ⅱ区各々1.08, 1.02gであつて、Ⅰ区を100とすればⅡ区は94であるからその差は少い。然るにⅢ区は6月6日にⅣ区は6月20日に殆ど枯死状態となつた、而てⅠ区に対する全重量の比は僅かにⅢ区は41, Ⅳ区は36に過ぎない。桃のⅠ-Ⅳ区の全重量の比は各々100, 77, 57, 15である。梨はⅣ区のみが極端に生育が劣る。(第6-8図) 柿及び夏橙の栽培期間は前記の栗、桃、梨のそれとはずればあるが、

第3表 石灰濃度と栗、桃及梨の生育状態 (1951)

	区	地 上 部		地 下 部
		幹長	葉	
栗	Ⅰ	12.2	緑 中	淡褐色 根群多新根発生盛
	Ⅱ	14.9	緑 大	同 上
	Ⅲ	10.3	黄褐 枯死	暗褐色 發育不良
	Ⅳ	7.0	褐変 枯死	同 上
桃	Ⅰ	44.0	緑 大	淡茶褐色 根群稍太多
	Ⅱ	35.2	淡緑大	同 上
	Ⅲ	33.0	淡緑大被害アリ	淡黄褐色 根群細ク分岐多
	Ⅳ	13.0	褐変枯死	茶褐色 根群發育不良
梨	Ⅰ	33.1	緑 大	クリーム色 根群多
	Ⅱ	33.7	緑 大	同 上 根群分岐多
	Ⅲ	30.0	緑大 被害アリ	薄茶色 根群稍多
	Ⅳ	19.9	淡緑大 被害大	薄茶褐色 根群少

CaCl_2 の濃度に対する抵抗性の大小に就て比較すれば、栗が最も弱く次で桃<夏橙<梨<柿の順に抵抗性が大である。各区間の幹長の差に就て統計的検討を加へた。⁽²⁴⁾ (第4表) 即ち栗及桃に就てはⅠ, Ⅱ両区間に差が認められない。夏橙はⅣ区が生育不良の爲他の3区との間に差が認められ、梨はⅡ区とⅣ区の間のみ差が認められる。柿は4区相互の間に差が認められない。栗の全重量に就てもⅠ, Ⅱ両



第6図 栗の生育状態 (1951)



第7図 桃の生育状態 (1951)



第8図 梨の生育状態 (1951)

第4表 石灰濃度と各果樹幹長との
関係の統計的検討 (1951)

区	I	II	III	IV	区	I	II	III	IV
	I	—	△	△		I	—	—	—
		II	△	△			II	—	—
栗			III	△	柿			III	—

区	I	II	III	IV	区	I	II	III	IV
	I	—	⊖	△		I	—	—	⊙
		II	⊖	△			II	—	⊙
桃			III	△	夏橙			III	⊙

区	I	II	III	IV	備考
	I	—	—	—	— Non Significant
		II	—	⊙	⊙ High Significant
梨			III	—	⊖ 生育異常
					△ 枯損

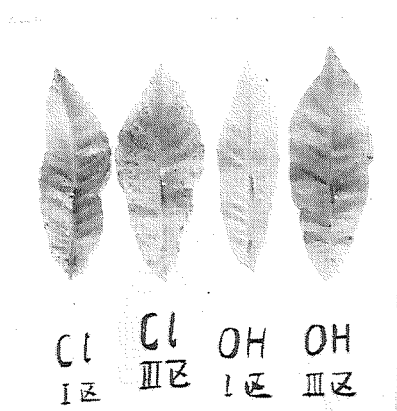
区間に統計的には差が認められない。故に栗は少くとも Ca 100ppm に堪へることを確認することが出来る。栗の実生の初期生育に対しては或は Ca 25ppm にても充分ではなからうかといふ事は前年の礫耕にて Ca 0ppm にても却つて 25ppm 区に優つた事実からも推定出来る。礫耕の場合 II-1 区及 II-2 区にて風乾葉中の石灰含量に大差がない。

Ⅱ 論 議

Chapman 氏 (1941) は自然状態にて石灰嫌忌植物 (Calcituge) の性質を有する *Pinus echinata* に就て特に Ca に弱いと謂はれる発芽期及び実生初期に於て可溶性 Ca が約 500ppm 以上及 pH 値 6.5 以上又はその何れか一つの条件にて生育不能であることを証した。この *Pinus* の根の細胞汁液は酸に対する緩衝力よりもアルカリに対する緩衝力が劣る。又アルカリ性 (pH 値 7.1) の苗圃に生育したものは酸性 (pH 値 5.6) の苗圃に生育したものよりもアルカリに対して極めて緩衝

力の弱くなることが致命的であることを示した。而てその原因は前者が後者よりも磷酸塩を含むことが少いからであらうと推定した。Rayner 氏 (1921) は *Calluna vulgaris* が石灰により害を受けるのはそのアルカリ性によつて先づ根が害されることによつて内生菌根との Obligate な共棲関係が異常となり、根の細胞が不健康となることによつて、土中にあるバクテリアに菌根が犯されることを実証した。森田氏 (1937) は雑草の水耕栽培試験を行ひ或植物はその好適 pH 値に於ては Ca の濃度の多少に堪へる範囲が広く、pH 値が不適の場合ほどその範囲が狭いことを示した。田中氏 (1937) によれば土壤栽培に於ける栗の好適 pH 値は 5-6 であつて而も pH 値 4 の方が pH 値 7 に於ける場合よりも細根の發育が優つていた。或植物の好適 pH 値は土壤栽培に於けるよりも水耕栽培の場合の方が小である。⁽³⁴⁾ 1950 年の栗の礫耕に於て I 区即ち pH 値 4.0-5.0 の方が II 区即ち pH 値 5.5-6.0 よりも Ca の高濃度に堪へる力が強いことが察しられる。(第 1 表) 酸性側に於てはアルカリ性側に於けるよりも石灰、マグネシウム等の吸収力が劣ることは Truog 氏 (1918), 同氏及び Meacham 氏 (1947) の示す如くである。Tibbeu 氏 (1936) が 2 ガロン容の壺に大麻の実生を砂耕し 52 日間に Ca 1515ppm を含む (Cl 984ppm を含む) 培養液 6 立を施したものの一方が標準液 (Ca 238ppm, Cl 0ppm) を施したものよりも生育が優つた。Dustman 氏 (1925) によればトマトの実生を 31 日間栽培した際 CaCl_2 による Ca が 1000ppm (Cl 1770ppm を含む) の培養液を用いた方が同様 Ca 100 ppm の液を用いたものに比しはるかに生育が良好であつた。然し Larson 氏 (1928) によればアルファルファでさへ培養液中の Ca は 32-64ppm が好適濃度と思はれ特に 32 ppm が経済的である。而て夏季には 128ppm の液が最大収量を示し又 320 ppm (給源は CaSO_4) にても害がない。試みに Knop 氏液, Peffer 氏液, 春日井氏畑作物培養液, 森氏果樹培養液につき各々 K : Ca は 160 : 170, 306 : 317, 28 : 40, 48 : 43ppm である。Knop 氏等の場合は水耕液を更新することが少い為濃度が高かつたと認められている。⁽³⁰⁾ 因に Chapman 氏等 (1947) によれば甜橙の水耕栽培に於て K が 30-40ppm の濃度にても葉に K の不足症状なく樹は健全であつた。又 Oppenheimer 氏等 (1938) によれば Sweet lime に対する K の好適濃度は 46ppm である。Pearsall 氏等 (1927) によれば Calcifuge である *Eryophorumm angustifolium* に対して土壤溶液中の Ca 濃度が 20-40ppm にては既に Ca 過多の有害現象が生じている。而て同様濃度が 40-120ppm の場合を高濃度と認めた。本実験に於て栗が Ca 100ppm に堪へること及び後に記す如く Cl イオンの害を除くならば更に高濃度に堪へることが推定出来る様な結果を得た。猶 Hansteen-Granner 氏 (1914) によれば Ca の害は細胞膜を薄くし且つ細胞膜中の脂肪酸と化合する事等により生理的な乾燥を招来するが、Rayner 氏 (1921) によればその害は高温多湿の状態下に於ては冷涼乾燥の場合よりも軽減されるのである。筆者等が 1950 年 12 月 23 日より 1951 年 2 月 14 日の間 24°C の大恒温器内で連続照光下で水耕栽培を行つた場合 CaCl_2 にて Ca 800ppm 区のものが Ca 25ppm 区のものに比して生育が劣らずに伸長して後初めて茎の頂点が枯死し且つ葉縁に Cl 害を生じたのである。Truog 氏 (1918) は植物の石灰要求度を 1 (Calcifuge が之に相当する) 乃至 5 (Calcicole 即ち石灰愛好植物が之に相当する) に類別したが栗は 3 であると推定した。即ち栗は石灰要求度中庸のものである。Kraus 氏 (1911) がその精密な研究の結果従来の Calcifuge と云はれたものを再検討すべきことを説いたが、Small 氏 (1946) によれば栗は Calcifuge ではなく "Mesophilous" (適応範囲. pH 4.8-7.2) である。猶リンゴ、梨、核果類、葡萄等は "Alkalotolerant" (適応範囲. pH 4.8-7.9) に属する。

CaCl_2 にて Ca 400ppm (II 区) とする時には Cl が 708ppm 附随するのである。1951 年 9 月 25 日より 12 月 2 日まで硝子室内にて砂耕の栗に CaCl_2 を用いた I 区 (Ca 25ppm) 及び II 区 (Ca



第9図 栗の葉の塩素害徴 (1951)

400ppm)の液と之等に相当する Ca を消石灰を用いた培養液を与へた場合前者のⅢ区に於てのみ葉縁より側脈間を内方に向つて淡黄緑斑を生じ次でその部分が枯死して褐色斑点となつた。(第9図)害徴は Boresh 氏(1938)この房線具利における Cl の害徴と似ている。別に土壤栽培にて(未発表)消石灰又は炭酸石灰を反当 100 メ宛与へても単に葉が淡緑色なるのみであるのに、反当 50 メの消石灰に相当する Ca 量を CaCl_2 にて与へると明らかに礫耕及水耕栽培におけると同様な Cl 害徴を生じたのである。甜橙に就て Chapman 氏等(1940)は Cl 害は若葉にモザイクを生じ次で葉が淡黄緑となり、Cl 害が進むと葉先から褐変すると云ふ。Kelley 氏等(1920)によればネーブル・オレンジの風乾成葉中 Cl 0.09%, Ca 4.92%, K 1.00% である。本実験の夏橙の風乾葉中の Cl 含量(Mohr 氏法による)はⅠ, Ⅱ, Ⅲ区で各々 0.28, 0.67, 3.22% であり、又 Ca 含量は同様に 1.37, 1.65, 2.74% である。Haas 氏(1932)によればヴァレンシア・オレンジの砂耕にて CaCl_2 を Ca の給源とした場合風乾葉中 Cl が 3.58% となつて葉尖から褐変した。本実験にてもⅢ区及Ⅳ区の夏橙は淡黄緑色となり葉尖から褐変した。栗に対しては Cl の含量がⅠ, Ⅱ, Ⅲ区各々 0.98, 1.09, 2.21%, 桃に就てはⅠ, Ⅱ区各々 0.27, 0.56, 1.86% であるから各種類ともⅢ区に Cl の害が起ることを推定し得る。

Masaewa 氏(1936)によれば庶麻の如き Calcifuge は Cl に敏感である。それは Cl が特に Ca の吸収を促進し、その為 K の吸収が抑制される為葉中の K/Ca 比が小となり、Ca と K との Antagonism が破れて有害であると云ふ。筆者等も一応葉分析を行つて栗に就てもかかる傾向を認めたが後日栗に追試して確認する予定である。水稻に就ては標準として NaCl が 0.1% 以上となると有害である。⁽²⁵⁾ この場合 Cl の濃度は 607ppm に当る。Louridge 氏(1901)によれば NaCl によるアルカリ土壤地に於ける果樹の抵抗性を弱いものから強いものゝ順に摘記するとレモン<桃<梨<オレンジであつて、この内オレンジは特に強い。柑橘類に就ても種類によつて抵抗性に大差を生じることは注目すべきである。核果類⁽²¹⁾及柑橘類⁽³⁷⁾は石灰要求度が高いのであるが桃及夏橙は Cl には弱いものであると思はれる。

本実験の範囲内では CaCl_2 に対する抵抗性は栗が最も弱く次で桃<夏橙<梨<柿の順に大である。故に栗が軽度の“石灰嫌忌性”を持つとすればその対応策に就て試験する必要があるので二三の考察を加へる。Pearsall 氏(1927)によれば Calcifuge はその立地に Ca の含量少いことと Basic ratio 即ち立地の土壤溶液中の $\text{K}+\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg}$ 比(主として K/Ca 比)が大であることが必要である。即ち Calcifuge の主な立地である泥炭地等は石灰が Calcifuge に対してさへ不足することがあるが、この場合には Basic ratio の高いことが Ca の吸収を適度に促進し又 Ca が過剰の場合には反対に Ca の吸収を抑制する。Ca が過剰に吸収されると K の吸収が抑制されることは周知のことであるが⁽⁹⁾ Lnndegårdh (1935)によれば Ca に比し K が極めて少い場合には充分に K を施肥することにより、組織中に有害となるほど Ca が過剰に集積することを防止することが大切である。Chapman 氏等(1940)によれば Ca と K とを当量に含む液にてはそれらの濃度が高くなるほど K の吸収が増し Ca の吸収が抑制される。Salisbury 氏(1920)は Calcifuge の習性は、少くも一面は、K を多量に要求する性質に関連していることを例証している。Engler 氏(1901)に

よれば栗は加里植物であつて加里が豊富ならば相当多量の石灰に堪へると云ふ。Kは水分關係に就てCaと反対の効果を現はすこと⁽¹¹⁾その他によつてもCaとAntagonizeすると思はれる。

次に外圍のpH値が根の細胞汁液のpH値を変化せしめる場合^{(3),(34),(39)}と反対の場合⁽⁷⁾とがあるが、栗に於て石灰施方が植物の細胞汁液のpH値を高めるとすれば、そのアルカリ化を防ぐ為に緩衝力を附与することが考へられる。Chapman氏(1941)はpH値5.5の苗床に磷酸塩を施与することによりPinus echinataの根の細胞汁液の緩衝力を稍高めたが、アルカリ性土壌に加へたならば磷酸塩施用による緩衝力の差は更に著しいであらうと述べている。Small氏(1946)によれば磷酸塩の持つ緩衝力はpH値4.5及9.5の両者を最低としpH値7.0を最大とするカーブを示す。猶同氏はCalcifugeに対して外圍のアルカリ性が有害であるのはその為に植物の細胞汁液のpH値が高まることによつて正常のMetabolismが乱されることに由るのであらうと推定している。

V 摘 要

(1) 栗の石灰抵抗性を検する為にN, P, K, Mg及Fe各々を35, 23, 29, 20及5ppmを含む培養液にCaCl₂にてCaを0, 25, 100, 400, 800, 1600ppm 礫耕のみを加へたものを用ひて礫耕及水耕栽培を行つた。

(2) 主として花崗岩よりなる礫を用ひた礫耕に於てⅠ区(pH 4.0-5.0), Ⅱ区(pH 5.5-6.0) Ⅲ区(pH 6.8-7.0)の各々につき石灰濃度1-5区(即ち0, 25, 100, 400, 1600ppm)とを組合せた15の区を設けて栗を栽培したところ次の傾向を認めた。

(a) 栗の生育はⅠ>Ⅱ>Ⅲ区の順に良好である。

(b) 石灰の高濃度に堪へる程度もⅠ>Ⅱ>Ⅲ区の順に大である。

(c) 82日間の栽培にて培養液中にCa 0 ppm にも正常な生育を認めた。

(3) 水耕栽培にて栗、桃及梨の実生を72日間、又少し後れて夏橙及柿を夫々81日及51日間栽培した。是等の試験にては培養液のpH値は5.5とし、Ca濃度はⅠ, Ⅱ, Ⅲ, IV区各々25, 100, 400, 800 ppmとした。

栗の生育はⅠ, Ⅱ両区の間に統計的に差が認められなかつたが、IV区及Ⅲ区の栗は実験開始後各々5及7週間後殆ど枯死した。CaCl₂を用ひた培養液に於ける石灰抵抗性は栗<桃<夏橙<梨<柿の順に大である。

(4) CaCl₂を用ひたCa 400 ppmを含む培養液中にはCl 708 ppmが附随する。この為に栗の葉にClによる被害を生じたことを確認した。夏橙及桃もClに対して抵抗性が小であることを推定出来る。

(5) 栗は極めて軽度の所謂石灰嫌忌性を有するものと思はれる。栗の石灰嫌忌性に就て二三考察するところがあつた。

IV 引 用 文 献

- (1) 浅見与七(1951): 果樹栽培汎論, 土壤肥料編 p 52
- (2) Boresch, K. (1938): Gartenbauwiss. 12: 176-233.
- (3) Chapman, A. G. (1941): Plant Physiol. 16: 313-326.
- (4) Chapman, H. D., Brown, S. M. & Raynor, D. S. (1947): Hilgardia 17: 619-641.
- (5) — and Liebig, G. Jr. (1940): Hilgardia 13: 141-173.
- (6) Chatin, H. (1870): Bull. Soc. Bot. Fr. (Salisbury 1921に依る).

- (7) Dustman, R. B. (1925): Bot. Gaz. 79 : 233-264.
- (8) Engler, A. (1901): Ber. Schweiz. bot. gesellsch. 11 : 23.
- (9) Flisch, P. & Grandean, L. (1874): Ann. d. chemie et. d. Physique pp 354-379.
- (10) Haas, A. R. C. (1932): Hilgardia 6 : 483-559.
- (11) Hansteen-Cranmer. B. (1914): Jahrb. f. wiss. Bot. 53 : 536.
- (12) 梶浦 実 (1937): 農及園 12 (6) : p 1779.
- (13) 川島祿部, 陶山源一郎 (1940): 日土肥雑 14 (3) : 143-147.
- (14) Kelley, W. P. & Cummins, A. B. (1920): Jour. Agr. Res. 20 : 161-191.
- (15) Kraus, G. (1911): Boden und Klima auf Kleinsten Raum. Jena.
- (16) Larson, H. W. E. (1928): Soil Sci. 25 : 399-408.
- (17) Louridge, R. H. (1901): Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. No. 133.
- (18) Lundegårdh, H. (1931): Environment and plant growth. p 215.
- (19) — (1935): Soil Sci. 40 : 89-102.
- (20) Masaewa, M. (1936): Bodenkunde u. Pfl. Ernähr. 1 : 39-56.
- (21) 松本五楼 (1949): 果樹の肥培 p. 248.
- (22) Mevius, W. (1921): Jahrb. f. wiss. Bot. 60 : 147-183.
- (23) 森田桂次 (1937): 生態研究 3 (2) : 117-124.
- (24) 農林省農業改良局技術研究部 (1949): 農事試験法.
- (25) 奥田 東 (1951): 肥科学概論 p. 43.
- (26) Oppenheimer, H. A. & Mendel, K. (1938): Hader 11 : 177-181, 244-249. (Hort. Abst. 8 (4): No. 1140 に依る).
- (27) Pearsall, W. H. & Wray, E. M. (1927): Jour. Ecol. 15 : 1-32.
- (28) Rayner, M. C. (1915): Ann. Bot. 29 : 97-132.
- (29) — (1921): Jour. Ecol. 9 : 60-74.
- (30) 齊藤 清 (1949): 植物水耕の理論と実際 p 66-68.
- (31) Salisbury, E. J. (1921): Jour. Ecol. 8 : 202-215.
- (32) 関 豊太郎 (1937): 日土肥雑 11 (3) : 295-298.
- (33) Small, (1946): pH and plant growth. London.
- (34) 菅原友太 (1948): 農及園 23 (3) : 165-168.
- (35) 田中諭一郎 (1933): 栗の栽培 p 197.
- (36) — (1937): 園芸の研究 33 : 16-24.
- (37) 田崎桂一郎 (1927): 果樹肥料論 p 213.
- (38) Truog, E. (1918): Soil Sci. 5 : 169-195.
- (39) — & Meacham, M. R. (1919): Soil Sci. 7:469-475.
- (40) — (1947): Science in Farming. The yearbook of Agriculture 1943-1947. p 566-576.
- (41) Tibeau, S. M. E. (1936): Plant Physiol. 11 : 731-747.

Résumé

- (1) In order to examine the tolerance of chestnut for calcium, water culture and gravel culture were carried on. These nutrient solutions contained N, P, K, Mg and Fe, the Concentrations of which were 35, 23, 29, 20 and 5 ppm respectively, and the concentratins of Ca which was given as Calcum chloride were 0, 25, 100, 400, 800 and 1600 ppm.
- (2) In the case of gravel culture, in which the gravel of granite was used mainly, there were

three series, namely, I (pH Ranging from 4.0 to 5.0), II (pH 5.5-6.0) and III (pH 6.8-7.0); each consisted of five cultures containing Caion 0, 25, 100, 400, 1600 ppm respectively. So that there were fifteen plots in all. Indications seem to be as (a) The growth of chestnut was better in the Order of I>II>III Series, (b) The degree of tolerance for high concentration of calcium was in the order I>II>III Series too. (c) Even without the supply of calcium in the nutrient solution the growth was normal for 82 days.

- (3) Seedlings of Chestnut, peach and pear were cultured in solution culture for 72 days, and also a little later seedlings of Chinese citron and Japanese persimmon were also cultured with the same method for 81 and 51 days respectively. In these experiments the concentration of calcium was 25, 100, 400 and 800 ppm for the Plots I, II, III and IV respectively, and the pH value was 5.5 each.

There was no difference statistically in the growth of chestnut between Plots I and II. But in Plots IV and III Chestnut seedlings were almost died 5 and 7 weeks after the beginning of experiment respectively. As far as the results of present experiment are concerned, it may be concluded that the tolerance for calcium, given in the form of calcium chloride, was in the order of chestnut < peach < Chinese citron < pear < Japanese persimmon.

- (4) In the nutrient solution containing 400 ppm of Ca, 708 ppm of Cl was also present. By this dose of chlorine the leaves of chestnut were injured decidedly. It may be concluded that the tolerance of peach and chinese citron for calcium is low.
- (5) Chestnut is probably a so-called "calcifuge" plant in a very low degree. Some considerations were made upon the mechanism of calcifuge habit of chestnut.

正 誤 表

頁	行	誤	正
16	6	Calcrifuge	Calcifuge
	8	一つである. <i>Calluna vulgaris</i>	一つである <i>Calluna vulgaris</i>
20	11	Calcituge	Calcifuge
	14	緩動力	緩衝力
	14	"	"
	15	"	"
22	4	となつた. (第9図) 害徴は	となつた (第9図) 害徴は
	5	房線具利	房須具利
23	14	1600 ppm 礫耕のみを	1600 ppm (礫耕のみ) を
24	17	生態研究	生態学研究
	40	the conceentrations of	the concentrations of
25	2	Caion	Ca ion
	20	probrably	probably
31	17	二, 三の事実を知り得るのであつた	二, 三の事実も知り得た.
32	33	Summery	Summary
44	39	injuillery	injury
49	8	$y = \frac{N}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-M)^2}{2\pi^2}}$	$y = \frac{N}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-M)^2}{2\pi^2}}$