作物の耐酸性と低 pH との関係

(14) 数種の低 pH 段階における施肥効果*

茶 村 修 吾・水 島 豊 平

(新潟大学農学部)

緒 言

先に作物の最高収量を得るための土壌の pH 価について調査した⁴⁾が、その場合には、土壌の各 pH 段階において、同じ施肥を行なった。しかしもし種々の肥料の施肥効果が、土壌の pH によつて著しく異なる場合があるなら、土壌の pH と肥料との組合せによつて最高収量となるように、土壌の pH を調節することが必要となる。本報告はこの点について検討した。

材料および方法

供試土壌は、窒素・リン酸・加里・苦土・石灰が欠乏する⁶⁾強酸性の黒ボク土壌であるので、リン酸・加里・苦土の無施用区と施用区(標準区)とを設けて、これらの肥料の施肥効果を調査した。其他にアルカリ性肥料の石灰窒素区を設けた。pH は 4 段階に調節した。すなわち生土の pH(KCl) 4.2 の黒ボク土壌を 12.56kg づつ a/2,000 ヲグネル鉢に入れたものを原土段階とした。これに 1 鉢当り消石灰 17.5g を加えて、全土壌と混合して、生土の pH(KCl) を 4.5 としたものを強酸性段階とした。同様に 67.5g の消石灰を加えて、pH (KCl) を 5.5 としたものを弱酸性段階とした。また 110g の消石灰を加えて、pH(KCl) を 6.5 したものを微酸性段階とした。各 pH 段階の標準区には、1 鉢当り硫酸 4g、過リン酸石灰 5g、塩化加里 1.33g、硫酸苦土 4.1g を施肥した。リン酸欠除区は、その中で過リン酸石灰を除き、加里欠除区は塩化加里を除き、苦土欠除区は硫酸苦土を除いた。石灰窒素区は石灰窒素 4g、熔性リン肥 4.2g、塩化加里 1.33g を施肥した。肥料は基肥として地表下 5 cm に層状に施肥した。ただし硫酸苦土と石灰窒素とは、深さ 5 cm の表土に混合した。

レンゲ(北陸 1 号)は 1961 年 11 月 19 日に播種し、覆土を 1 cm とし、翌年 5 月 17 日の開花盛期に収穫した。イタリアンライグラス(雪印)は a/5,000 ヲグネル鉢を用い、3.25kg の黒ボク土壌を入れ、消石灰を加えて、レンゲと同じ各 pH 段階の土壌を作った。施

肥量は 1 鉢当りとして、レンゲの 2/5 を施用し、レンゲと同様に施肥播種を行い、糊熟期の 5 月 9 日に収穫した。ただしリン酸欠除区は出穂しなかつたので、5 月 29 日まで延期して収穫した。土壌分析には、1.08kg の生土にイタリアンライグラスの場合と等量の肥料を混合して供試した。土壌の pH は石灰窒素を施用した区は、各 pH 段階共に高くなり、その跡地の生土の pH (KCl) は、両作物の平均値で示すと、4.5, 5.0, 5.8, 6.3 となつた。他の施肥区は酸性肥料であつたので、いずれも pH が低下し、跡地の生土の pH(KCl) は両作物の平均値で示すと、4.0, 4.2, 5.1, 5.7 となつた。収穫物は葉身と他の部分とに分けて分析した。

結果および考察

(1) 発芽ならびに初期生育：レンゲでは低い pH 段階の場合ほど発芽始までの日数が多くなり、発芽始から酸性に弱いことを示した。それぞれの pH 段階の中においては、石灰窒素区とリン酸欠除区との発芽が遅れた(第 1 図・下段)。発芽始までの日数は、発芽歩合と負の関係を示したが、それは原土段階で顕著であつた。他の pH 段階では、発芽始までの日数の区間の差が少なかつた(第 1 図・中段)。発芽した個体の中で、その後に生存し続けた個体の数を 3 月 20 日に調査したが、原土段階では個体数が減少し易くて、生存数の割合は 3 月 15 日の草丈の高低と平行的であつた。したがつて原土段階ではリン酸・苦土等が欠乏すると離乳期後は枯死し易かつた。強酸性段階よりも pH の高い段階では石灰窒素区の生存数が僅かに減少した。これは石灰窒素の被害が生じたものと考えられ、シアナミドの分解速度と pH との関係¹²⁾に影響されるものであろう。

3 月 15 日における初期の草丈と、発芽歩合との間には、いずれの pH 段階においても正の相関が示された。ただし石灰窒素区においては、発芽歩合は低くても、初期の草丈は、低 pH 段階では高かつた(第 1 図・上段)。したがつて芽が覆土 1 cm 間を伸長して地表に現れる時期より、3 月 15 日頃までは、リン酸・加里・苦土は幼芽の伸長にも幼植物の伸長にも、ほぼ平行的に効果があつたものと考えられる。また石灰窒素は、

* 昭和 42 年 1 月 14 日受理
大要は第 137 回講演会(昭和 39 年 4 月)において発表

Fig 1. Relation between germination and plant height in early stage of milk vetch.

C., calcium cyanamide. S., standard fertilizer. (), calcium cyanamide is included.

Table 1. Dry weight of top

Plant	Soil acidity	Fertilizer treatment				
		Standard	Calcium cyanamide	-P	-K	-Mg
Italian ryegrass	Initial soil	18.6 ^g	16.0 ^g	0.10 ^g	13.7 ^g	9.3 ^g
	Strongly acidic S.	28.1	20.0	1.31	20.7	22.0
	Weakly acidic S.	30.0	22.8	3.27	22.8	26.6
	Slightly acidic S.	32.4	20.9	4.70	25.2	28.6
Milk vetch	Initial soil	0.0085	6.5	0	0.0044	0.0074
	Strongly acidic S.	17.9	12.2	0.074	10.4	18.1
	Weakly acidic S.	13.7	5.3	0.35	11.0	24.4
	Slightly acidic S.	3.3	1.9	0.10	5.4	5.4

"A. S." means acidic soil.

シアナミドが発芽を害し、発芽歩合が減少し、苗の枯死も生じたが、その分解に伴って毒性が消滅するので、初期生育の調査時(3月15日)には、石灰含量やpH値が高くなること等が、pHの低い原土や強酸性段階においては、有利に作用したものと考える。

イタリアンライグラスの場合には、土壌pHの変化は、発芽始までの日数に対しても、発芽期までの日数に対しても、殆ど影響しなかつた。また発芽期までの日数と3月15日の草丈との相関は低かつた。石灰窒素

の被害もなかつた。

(2) 生育過程と収量: レンゲにおいては、各pH段階内において、3月15日の草丈が高い区が、4月15日ならびに収穫期の草丈も高く、収量が多い傾向が示された。その詳細は次のようになった。原土段階では石灰窒素区のみが可成り生育したが、他の区は特に草丈と茎数とが劣って僅少な生育に止つた。原土段階では、低pHによる障害作用が強いので、消石灰の肥効が強かつた。このことは第1表における原土の標準区

Table 2. Ratio of dry weight of the top from various fertilization in varying soil acidity

Plant	Soil acidity	Fertilizer treatment				
		Standard	Calcium cyanamide	—P	—K	—Mg
Italian ryegrass	Initial S.	151*	86	0.5	74	50
	Strongly A. S.	107**	71	4.7	74	78
	Weakly A. S.	108***	76	10.9	76	89
	Slightly A. S.	—	65	14.5	78	88
Milk vetch	Initial S.	211,000*	76,500	0	52	87
	Strongly A. S.	77**	68	0.4	58	101
	Weakly A. S.	24***	39	2.6	80	178
	Slightly A. S.	—	58	3.0	163	163

In every fertilizer treatment except standard, data are calculated by treatment/standard X 100%. In standard, data are calculated by the following formula, *, standard of strongly A. S./standard of initial S. X 100%; **, s. of weakly A. S./s. of strongly A. S. X 100%; and ***, s. of slightly A. S./s. of weakly A. S. X 100%.

と強酸性の標準区との地上部乾物重（乾物重と略す）を比較すると解かる。磷酸・加里・苦土の欠除区の乾物重は、これらの施用区（標準区）の乾物重に対する比率が低く（第2表）Truog¹¹⁾の示すようである。それでこれら3要素の肥効は多いように考えられるが、絶対値の増加が少ないので、実用上から判定すると肥効は少ない。また標準区は石灰窒素区より、土壌の窒素含有率は高いが（第3表）、乾物重が少ないので（第1表）、窒素の影響は消石灰の影響より少なかった。強酸性段階では、4月15日以降においては、石灰窒素区の草丈・分枝数・乾物重が標準区より劣り、原土段

階とは逆になった。これは消石灰の肥効が軽減し、反対に土壌中の窒素（第3表）の肥効が増大したことによると考える。苦土欠除区の乾物重は、標準区より多かつたが、加里欠除区と特に磷酸欠除区との乾物重は著しく少なかった。すなわち消石灰の肥効よりも、磷酸・加里・窒素の肥効の方が強く影響する段階に移った。弱酸性段階では、3月15日の草丈の高い区が、収穫期の草丈・葉数・茎数・乾物重等が多かつた。石灰窒素区と標準区との乾物重は強酸性段階より少なかった。苦土欠除区の乾物重は全処理の中で最高値を示した。微酸性段階では、3月15日の草丈の高い区が収穫

Table 3. Chemical properties

		Initial soil						Strongly acidic		
		None	*Stan-	**dard	Ca. ***	—P	—K	—Mg	Stan-	Ca.
					cy.				dard	cy.
N/2 acetic acid soluble Al		231	189	54.5	189	182	175	122	41.8	123
Exchangeable bases (me/100g)	Ca	0.94	5.78	10.39	1.38	5.83	4.94	9.87	14.95	5.37
	Mg	0.03	3.42	3.41	3.77	3.56	0.03	3.03	3.30	3.63
	K	0.27	1.62	1.43	2.27	0.26	1.63	1.34	1.38	1.63
	Total	1.24	10.82	15.23	6.42	9.65	6.60	14.24	19.73	10.63
Available P ₂ O ₅ (mg/100g)		3.63	18.2	14.0	2.92	13.7	9.17	23.0	16.9	3.93
Air drying effect (mg/100g)	NO ₃ -N	0.53	0.23	0.11	—	—	—	0.34	0.15	—
	NH ₄ -N	7.34	72.1	64.3	—	—	—	76.8	68.1	—
Titrable acidity Y ₁		22.7	16.1	2.3	16.2	15.4	15.9	5.9	1.78	6.45
Cation exchange capacity (mg/100g)		32.2	31.2	31.8	31.0	30.1	29.5	31.8	35.1	32.5
Base saturation (%)		3.8	34.6	47.9	20.7	32.1	22.3	44.8	56.3	32.7
pH (KCl) at dry soil		—	3.9	5.2	4.0	4.0	4.1	4.4	5.5	4.3

* None of fertilizer, ** standard fertilizer, *** Calcium cyanamide.

期の草丈・葉数・茎数・乾物重等が多かつた。加里欠除区と苦土欠除区との乾物重は標準区より多かつたが、微酸性段階の各区の乾物重はいずれも弱酸性段階より少なかつた。従つて強酸性以上の段階においては、肥料要素の適量調査を行なうことがとくに必要である。

イタリアンライグラスの場合には、原土段階においては、4月15日以後に標準区と石灰窒素区との草丈と特に分げつ数とが多くなり、それぞれ順位が上がり、3月15日の草丈の順位より異なつた。乾物重は茎数と強い相関を示した。標準区の乾物重の絶対値は、各肥料要素の欠除区より非常に多かつた。すなわちレンゲより酸性に強いイタリアンライグラスにおいては、原土段階ですでに、消石灰の肥効も大きい、磷酸・加里・苦土・窒素の肥効も大きかつた(第2表)。強酸性段階においては、分げつ数の順位が、3月15日の草丈の順位より僅かに変化した。乾物重は分げつ数と平行的であつた。特に苦土の欠乏害が軽減し、石灰窒素の肥効が低下した。すなわちアルカリ性肥料よりも、磷酸・加里・苦土・窒素の肥効の方が大きい段階に移つた。弱酸性段階においては、3月15日の草丈の高い区は収穫期の乾物重もほぼ多かつた。微酸性段階においては、乾物重は収穫期の草丈・分げつ数と平行的であつた。加里欠除区は収穫期の草丈と分げつ数とが少なかつた。従つて原土段階以外は、それぞれの pH 段階内においては、乾物重の順位に変動がなく、また乾物重の絶対値は、pH 段階が上昇するに従つて多くなり

of soil

レンゲと甚しく異なつた。

(3) 土壌の化学的成分：供試土壌(原土の無肥区)は、pH が低く、活性アルミが多く、置換性の石灰・苦土・加里が少なく塩基飽和度が低い。有効磷酸・窒素も少ない(第3表)。原土段階では、標準区においても pH が低く、活性アルミが多い点は変らなかつたが、石灰・苦土・加里・塩基飽和度・有効磷酸・窒素は多くなつた。ただし石灰は過磷酸石灰中の石灰であるので、実際には地表下 5 cm に層状に施用され、土壌との混合は不均一で、石灰の欠乏した部分があるものとする。石灰窒素区は、pH と石灰含量とが高くなり、活性アルミが減少した。窒素は標準区より少なかつた。強酸性段階では、pH はやや上昇し、滴定酸度(Y₁)は可成り減少し、従つて活性アルミは可成り減少したが、少量は含まれた。石灰・有効磷酸・窒素が増加した。弱酸性段階では pH(KCl) は 5 以上となり活性アルミは無害なものとする⁴⁾。石灰含量が増加した。石灰窒素区は pH(KCl) が 6 以上となり、窒素含量は強酸性段階より減少した。これは土壌 pH が 6 以上になると、シアナミドの一部が複雑な化合物となつて分解され難くなること¹²⁾によると考える。微酸性段階では、標準区の風乾細土の場合以外は、いずれも pH(KCl) 6 以上となり、石灰が多く、有効磷酸はやや減少した。石灰窒素区の窒素は弱酸性段階よりさらに減少した。

(4) 茎葉中の無機成分含有率について：両作物の

soil		Weaky acidic soil					Slightly acidic soil				
—K	—Mg	Stan- dard	Ca. cy.	—P	—K	—Mg	Stan- dard	Ca. cy.	—P	—K	—Mg
115	119	55.0	25.8	56.0	53.4	54.8	31.5	25.6	31.5	28.4	29.9
9.41	11.18	22.24	29.08	16.47	21.03	20.27	34.0	35.8	30.9	33.9	31.3
3.57	0.15	3.14	3.20	3.72	3.78	0.86	3.60	2.58	3.51	3.44	0.77
0.23	1.33	1.38	1.57	1.43	0.29	1.72	1.89	1.43	1.72	0.27	1.44
13.21	12.66	26.76	33.85	21.62	25.10	23.00	39.49	39.82	36.17	37.61	33.51
23.8	17.1	24.7	16.28	3.30	38.4	22.2	16.1	19.3	1.65	14.8	18.4
—	—	0.41	0.10	—	—	—	0.47	0.12	—	—	—
—	—	76.2	60.6	—	—	—	79.4	51.1	—	—	—
6.61	6.24	1.52	1.31	1.57	1.31	1.47	1.36	1.10	1.47	1.42	1.47
30.0	30.9	31.9	38.5	30.7	31.9	31.8	33.7	38.4	34.8	35.3	34.5
44.0	41.0	84.0	88.0	70.7	78.8	72.5	117	104	104	107	97.2
4.3	4.3	5.2	6.3	5.3	5.2	5.2	5.7	6.9	6.2	6.1	6.0

Table 4. Percent inorganic matter composition

	Plant part	Initial soil				Strongly acidic		
		Stan- dard	Ca. ** cy.	—K	—Mg	Stan- dard	Ca. cy.	—P
Ca	Leaf blade	0.282	0.457	0.397	0.265	0.557	0.617	0.556
	Stem & Leaf sheath	0.062	0.153	0.105	0.292	0.152	0.160	0.305
Mg	Leaf blade	0.218	0.143	0.300	0.117	0.182	0.140	0.196
	Stem & Leaf sheath	0.105	0.095	0.143	0.100	0.109	0.085	0.180
K	Leaf blade	0.933	1.429	0.365	3.216	1.093	1.286	2.581
	Stem & Leaf sheath	0.485	0.493	0.271	0.624	0.510	0.748	1.909
P	Leaf blade	0.397	0.457	0.565	0.693	0.373	0.282	0.254
	Stem & Leaf sheath	0.203	0.250	0.389	0.265	0.205	0.129	0.150

*Standard fertilizer, ** Calcium cyanamide.

Table 5. Percent inorganic

	Plant part	Initial soil	Strongly acidic soil			
		Ca. * cy.	Standard **	Ca. cy.	—K	—Mg
Ca	Leaf blade	1.576	1.936	2.114	2.392	2.629
	Stem & Petiole	0.751	0.677	0.777	0.785	0.976
Mg	Leaf blade	0.405	0.308	0.353	0.543	0.235
	Stem & Petiole	0.339	0.228	0.253	0.375	0.222
K	Leaf blade	2.229	1.339	1.932	0.502	1.156
	Stem & Petiole	2.370	1.542	2.146	0.928	1.651
P	Leaf blade	0.678	0.404	0.622	0.494	0.471
	Stem & Petiole	0.737	0.508	0.627	0.575	0.490

* Calcium cyanamide, ** Standard fertilizer.

葉身中の石灰・燐酸・加里・苦土含有率は、茎および葉柄（または茎および葉鞘）中の含有率より変化が多かったの、主として葉身の含有率について考察した。なおイタリアンライグラスの葉身は、茎および葉鞘に比べて、これらの無機成分は、1例を除いて、総て高い含有率を示した。レンゲの葉身は、石灰含有率のみが高かった（第4・5表）。

原土段階においては：イタリアンライグラスでは、葉身の乾物重は、地上部全重量が10g以下の場合にのみ茎および葉鞘より重く、地上部全重量が多いほど茎および葉鞘に対する割合が低下した。葉身の石灰含有率は各 pH 段階の中で最低値であり（第4表）、地上部全体としては0.3%以下であつた。これは石灰標準濃度の場合0.6%、石灰低濃度の場合0.3%⁹⁾であつたことを考えると、欠乏値を示している。これは施肥のない位置では、根は石灰の少ない土壤に接しており、施肥位置でも、過燐酸石灰に含まれる石灰のみでは不充分であり、さらにアルミの石灰吸収阻害作用²⁾が加わ

つたものとする。ただし甚しく石灰が欠乏するときに見られる、芯止りや、葉縁の欠刻等の現象⁹⁾はなかつた。葉身の石灰含有率は、苦土欠除区では最も低く茎および葉鞘の石灰含有率よりも低かつた。石灰を欠く原土の段階では、苦土欠乏の影響は、拮抗作用により石灰を増加させ¹⁰⁾のよりも、石灰の葉身への移行を阻害する方が大きかつた⁵⁾。葉身中の加里含有率は、標準区以外は、各 pH 段階の中で原段階が最も高く、特に苦土欠除区の葉身では非常に高かつた。これは加里は石灰ならびに苦土と拮抗的な関係にあり¹⁰⁾、加里は石灰と同じ Carrier に結合するので¹⁰⁾、競合が少なかつたものとする。

葉身の苦土含有率は、苦土欠除区では欠乏値⁶⁾を示したが、他の区は、各 pH 段階の中では最高含有率を示し、石灰と苦土との拮抗作用があつた¹⁰⁾ものとする。葉身の燐酸含有率は、各 pH 段階の中では最も高く、また燐酸欠除区以外では、乾物重が少ない区ほど高かつた。従つてアルミが酸性土壤の最大障害因子で

of the top of Italian ryegrass

soil		Weakly acidic soil					Slightly acidic soil				
—K	—Mg	Stan- dard	Ca. cy.	—P	—K	—Mg	Stan- dard	Ca. cy.	—P	—K	—Mg
0.977	0.690	1.119	0.916	1.050	1.477	1.127	1.137	1.151	1.301	1.411	1.193
0.217	0.231	0.282	0.234	0.404	0.306	0.305	0.308	0.297	0.470	0.328	0.348
0.221	0.113	0.144	0.096	0.210	0.280	0.125	0.147	0.114	0.231	0.187	0.127
0.111	0.086	0.081	0.079	0.176	0.093	0.081	0.083	0.078	0.181	0.090	0.069
0.343	1.122	0.957	1.089	2.586	0.327	1.135	0.841	1.207	2.381	0.285	1.031
0.210	0.536	0.373	0.564	1.852	0.211	0.369	0.307	0.488	1.610	0.178	0.419
0.389	0.400	0.397	0.393	0.234	0.428	0.419	0.366	0.387	0.201	0.437	0.423
0.193	0.220	0.192	0.173	0.177	0.207	0.192	0.121	0.132	0.113	0.115	0.174

matter of the top of Milk vetch

Weakly acidic soil				Slightly acidic soil			
Standard	Ca. cy.	—K	—Mg	Standard	Ca. cy.	—K	—Mg
2.879	2.507	3.146	2.996	3.125	2.732	4.120	3.254
0.966	1.018	1.080	0.972	1.027	0.969	1.310	1.173
0.275	0.277	0.500	0.173	0.277	0.215	0.482	0.188
0.249	0.284	0.294	0.174	0.232	0.254	0.290	0.200
1.476	1.575	0.482	1.128	1.530	1.315	0.643	1.485
1.645	1.922	0.972	1.017	1.215	1.131	0.761	1.039
0.380	0.578	0.445	0.407	0.410	0.569	0.505	0.384
0.488	0.746	0.556	0.409	0.596	0.706	0.655	0.536

あるにしても⁹⁾、磷酸が最大の生育制限因子とはならなかつた。これは過磷酸石灰を地表下 5 cm に層状に施肥したので、施肥位置においては、一部の磷酸はアルミと結合して置換性を失なつても⁹⁾、残余の磷酸はアルミや鉄との接触が少ないので石灰型に止まり、土壤分析の試料が全土に混合されたのに比べると、作物に利用され易い状態にあつたものと考え⁹⁾。従つて高橋氏¹⁰⁾も酸性土壤の一般的障害因子として、石灰不足をあげているように、磷酸の施肥法によつては、石灰不足が酸性土壤の最大欠乏因子ともなり得るものと考え。

レンゲにおいては、原土段階では石灰窒素区のみが可成り生育して、分析試料が得られた、これを他の pH 段階の石灰窒素区と比較すると、葉身の石灰含有率が低く、加里・苦土・磷酸の含有率が高く、イタリアンライグラスと同様であつた。(第5表)。

強酸性段階においては：イタリアンライグラスでは地上部石灰含有率は、標準区では 0.3% で、石灰適濃

度の場合の 0.6%⁹⁾ より低く、土壤の石灰は不充分であつたものと考え。苦土欠除区の石灰含有率は、標準区より高かつた。これは苦土と拮抗的に吸収されるほど、土壤中に石灰が含まれたことによる。

葉身の苦土含有率は、苦土欠除区では非常に低く、乾物重も少なかつた。しかし標準区の葉身の苦土含有率は、強酸性段階の 0.14% が弱酸性段階で 0.18% となつたが、乾物重は逆になつたので、この程度の苦土含有率の差は、乾物重に影響が少ないものと考えられる。

葉身の加里含有率は、加里欠除区では標準区より低く、乾物重も少なかつたが、他の区では加里含有率は乾物重と負の相関を示した。従つて葉身の加里含有率は、土壤に加里が少ない場合も低下するが、他の成分の吸収が充分な場合も低下する。

レンゲにおいては、葉身の石灰含有率は 2% 以上あつたが、充分とはいへない⁵⁾。加里欠除区、苦土欠除区の石灰含有率は拮抗的に増加した。葉身の苦土

含有率は苦土欠除区以外は過剰と考えられる⁵⁾。葉身の加里含有率は、加里欠除区で低く、乾物重は標準区より少なかった。

弱酸性段階においては：イタリアンライグラスでは、地上部の石灰含有率は、各区ともに適量と考えられる。標準区と石灰窒素区とにおける、苦土含有率と加里含有率とは、強酸性段階より低下し、石灰と拮抗作用をなしたものと考える。石灰窒素区は、苦土含有率が少なく、土壌成分より考えると、恐らく窒素含有率も少ない。磷酸欠除区は磷酸含有率が低く、加里欠除区は加里含有率が低く、苦土欠除区は苦土含有率が低い。これらの区の乾物重は：いずれも標準区より少なかった。

レンゲにおいては、葉身の石灰含有率は、強酸性段階より高くなった。苦土欠除区の苦土含有率は低くて適量と考えられる。その乾物重は標準区より多かつた。

微酸性段階においては：イタリアンライグラスでは地上部の石灰含有率は、弱酸性段階より増加した。それぞれの区の葉身の無機成分含有率は、弱酸性段階と同じ傾向を示した。

レンゲにおいては、葉身の石灰含有率は、弱酸性段階よりさらに増加した。苦土欠除区は苦土含有率が低く、加里欠除区は加里含有率が低く、これらの区の乾物重は標準区より多かつた。なおレンゲの標準区の乾物重が強酸性段階よりも弱酸性段階、微酸性段階と順次減少したことについては次報⁵⁾で原因を考察する。

要 約

黒ボク土壌に消石灰を加えて、原土・強酸性・弱酸性・微酸性の土壌を作り、これにイタリアンライグラスとレンゲとを栽培し、標準区・石灰窒素区・磷酸欠除区・加里欠除区・苦土欠除を設けて、生育を比較した。その結果は下記のようになった。

(1) レンゲの発芽歩合は、発芽始めの遅速や、初期生育と相関を示したので、初期生育に関与する、酸度・肥料等の要因は、発芽の時期より作用したものと考える。ただし石灰窒素の害は、発芽のときに大きかつた。イタリアンライグラスでは、発芽と初期生育との間には関係が少なかった。

(2) レンゲもイタリアンライグラスも、初期の生育は収量と相関が強かつた。ただしレンゲでは、弱酸性と微酸性とは後期に生育が劣つた。

(3) pH の上昇によつて、 Y_1 と活性アルミとが甚しく減少する、原土 {生土の pH(KCl) 4.2} より、強酸性 {生土の pH(KCl) 4.5} に至るまでは、石灰添

加によつて増収効果が大きかつたが、それ以上は微酸性 {生土の pH(KCl) 6.5} に至るまでは、石灰添加によつても、イタリアンライグラスは僅かに増収し、レンゲの標準区はかえつて減収した。

(4) 強酸性ならびに、より高い pH の土壌においては、イタリアンライグラスでは、pH 上昇効果よりも、磷酸・加里・苦土の施肥効果の方が大きかつた。レンゲでは、これらの肥料の施用量が甚しく収量に影響した。

(5) 石灰・磷酸の欠乏する強酸性土壌に、過磷酸石灰を層状に施肥したときは、磷酸の欠乏よりも、石灰の欠乏の方が大きく影響した。

引 用 文 献

1. BLACK, C. A. (原田登五郎訳) 1960, 作物と土壌 朝倉書店. 151.
2. 茶村修吾・星 明・桐山英一 1962. 作物の耐酸性と低 pH との関係(8). 日作紀 30: 346—349.
3. 茶村修吾・斎藤正三・吉岡勝雄 1964. 石灰濃度と作物の生育との関係. 新潟農林研究 16: 9—13.
4. 茶村修吾・吉岡勝雄・斎藤正三 1964. 作物の耐酸性と低 pH との関係(11). 日作紀 32: 225—228.
5. 茶村修吾 1967. 作物の耐酸性と低 pH との関係(15)日作紀 36: 361—368
6. 川口桂三郎 1960. 土壌の化学. 奥田東他. 土壌肥料ハンドブック. 養賢堂. 58・69.
7. 森 賀正 1963. 土壌酸性に関する研究(1)荒川沖積層土壌の Al 溶出量について. 日土肥講演要旨 9: 107.
8. 永田武雄・村松記久夫 1960. 腐植質酸性土における磷酸の施肥位置について. 日土肥講演要旨 6: 37.
9. 高橋達児・木下 彰 1961. 酸性火山灰土壌の裸麦における主として置換性 Al による生育障害の機構について. 日土肥講演要旨 7: 8.
10. 高橋治助他 1960. 各種イオンの相互関係. 戸蒔義次他. 作物生理講座・朝倉書店・2: 8.14. 23. 257.
11. TRUOG, E. (谷田沢道彦訳) 1958, 植物栄養新説 朝倉書店・34—36.
12. 石灰窒素の新しい研究報告 1959, 日本石灰窒素工業会 2—7.

Studies on the Relation between the Tolerance of Crops to Soil Acidity and That to Low pH

(14) The effects of fertilization on acidic soils with different pH values

Shugo CHAMURA and Toyohei MIZUSIMA
(Faculty of Agriculture, Niigata University)

Summary

Soils with different degrees of acidity were prepared by adding varying amounts of lime to "Kuroboku" (volcanic ash soil rich in humus). The effects of different kinds of fertilizers on the growth of Italian ryegrass and milk vetch on these acidic soils were compared. Test plots established for this experiment were: standard, calcium cyanamide, phosphate deficient, potassium deficient and magnesium deficient ones. The test results are summarized as follows:

(1) As the rate of germination of milk vetch showed a close correlation with the early- or late-start in germination of seeds and the plant growth in the early stage, such factors as soil acidity and kinds of fertilizers which have bearings on the plant growth are thought to have acted from the start in germination of seeds. However, the toxic effect of calcium cyanamide on milk vetch was greater in times of germination of seeds than in the early plant growth stage. In case of Italian ryegrass, it showed little correlation between the rate of germination of seeds and the plant growth in the early stage.

(2) In both cases of milk vetch and Italian ryegrass, the plant growth in the early stage showed a high correlation with the yields, but it showed poorer plant growth in the later stage of milk vetch in the cases of strongly and weakly acidic plots.

(3) Marked decreases in Y_1 and activated aluminum were caused by the changes in soil pH. Namely, within the range of the pH (KCl) from 4.2 to 4.5, it showed great increases in the crop yields by the additional application of lime. Within the range of pH from 4.5 to 6.5, however, the yields of Italian ryegrass showed increases little by little by the liming, while the yield of milk vetch resulted in decreases.

(4) Within the range of soil pH higher than 4.5, in the case of Italian ryegrass, the fertilizer effects of applications of phosphate, potassium and magnesium were greater than the raise in soil pH, and the applications of these fertilizers of optimum concentration gave particularly marked effects on the yield of milk vetch.

(5) When calcium superphosphate was applied according to the conventional method to the layer at 5 cm under soil surface of strongly acidic soil (calcium- and phosphate- deficient soil), it showed greater effect by the deficiency in calcium than in phosphate.