

土壤改良剤の施用と雑草

新潟大学農学部教授 菅原清康

1. はじめに

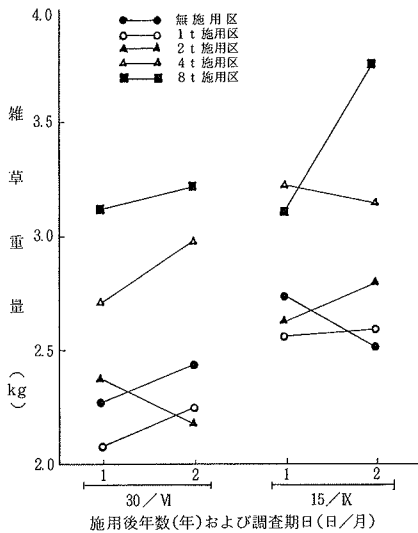
土壤改良剤とは、広義には農耕地の土壤を直接的、間接的に改良するために施用される一切の資材を指すが、普通は直接的に土壤の理化学的性質を改良する目的で施用する特定物質をいい、その施用が喧伝されている。すなわち、主として土壤の理学的性質の改良をはかるためには、ソイラック、クリリューム、エスポワルド、コンコポストなどの市販品や堆厩肥、主として土壤の化学的性質を改良するためには石灰質資材やときに過りん酸石灰などの化学肥料などが用いられている。それらの土壤改良剤を施用すれば、土壤自体の諸性質が改良されることによって地力が増進し、作物の生産性が向上されるといわれているが、それらの程度は土壤や土壤改良剤の種類、熟畑化の程度、施用量や施用法、作付作物などによって異なり、またそれに伴って雑草植生の変化も日常よく見受けられるところである。

以下、筆者が約26年間にわたり新潟大学農学部附属村松農場における圃場整備の過程で観察した、土壤改良剤の施用と雑草植生との関係について要点を述べてみよう。この観察場所の土壤は、第3紀の比較的古い火山灰黒ボク土壤の暗褐灰黄色細植土からなる強酸性の瘠薄土壤である。

2. 堆肥の施用と雑草植生

平坦な原野を耕深約30 cmに開墾すると同時に、乳牛の敷料を堆積した腐熟堆肥10 a当り1 t, 2 t, 4 t, 8 tならびに無施用区の5試験区を設定し、2か年間観察した。その結果、兩年とも発生した主要雑草は、シバ・ススキ・ワラビ・タケニグサ・ゲンノショウコ・カワラケツメイなどの山野草で、これに僅にエノコログサ・メヒシバ・アカザなどの畑地雑草が加わったいわば山野草主体の雑草植生が生起した。草種数は兩年とも0 t, 1 t, 2 t 施用の3試験区の20種前後であるのに対し、4 t, 8 t 施用の両試験区では24~25種で多少多く、雑草の個体数では調査時期によっても異なるが0 t, 1 t, 2 t 施用区のおおむね同程度であるのに対し、4 t 施用区で17~27%, 8 t 施用区で25~38%多く発生した。この場合、これらの両試験区では一般的に個体数の多いカワラケツメイの増加が顕著であった。また、生草重については、第1図に示す通り兩年とも4 t, 8 t 施用の両試験区が著しく大である。

一方、土壤の化学的性質の変化については第1表に示す通りで、置換酸度(y_1)、置換性石灰、置換性加里、石灰飽和度、塩基飽和度、pH(KCl)などに施用量に応じた変化がみられる。しかしその程度は小幅で、たとえば8 t 施用区では2年目(y_1)が当初の17.08から14.11に、石灰飽和度が2.36%から4.10%に、またpH(KCl)が4.01から4.20程度に良化されている



第1図 堆肥施用各区の雑草重量 (1967~1968)

にすぎない。また、土壌の理学的性質の変化については第2表に示す通りで、堆肥の施用量に応じて原土の粒団百分率(集合度)が上昇し、土壌硬度の低下する傾向が明らかである。

大迫(1937)によれば、第3紀新層の粘質土壌からなる原野に10a当り堆肥375および750kgを施用して3年間観察した結果、草種数の増減や雑草植生の転換は認められなかったが、生草重では合計で前者が約20%、後者が約70%増加したことを報じている。本研究では10a当り2tを施用しても無施用区との間に雑草植生上の明らかな相異は認められなかったが、この点については土壌の種類や耕深の程度、あるいは地域や気象条件などの相異によるものではないかと考えられる。以上のように、本研究では4tおよび8t施用区でみられたように、堆肥の大量施用によって小幅ながらも土壌pH(KCl)、硬度、集合度など土壌の理化学的性質が改良し、それに伴って雑草の草種数、個体数、生草重などが増加した。これらの点からみると、開墾直後から堆肥の大量施用を長年継続すれば山野草主体の雑草植生から山野草+畑地雑草の雑草

第1表 土 壌 分 析 成 績 (1966~1968)

試験区	調査項目 調査時期	風乾土水分 (%)	pH		置換酸度 (y ₁)	置換容量 (m e)	置換性石灰 (mg)	置換性苦土 (mg)	置換性加里 (mg)	置換性曹達 (mg)	石灰飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	全窒素 (%)	腐植 (%)
			(H ₂ O)	(KCl)										
無施用	開墾前	9.10	5.00	4.01	17.08	28.38	18.7	13.5	12.4	5.4	2.36	6.25	0.31	8.6
	後1年	8.86	5.05	4.03	18.43	29.02	18.0	12.2	13.6	6.9	2.21	6.06	0.30	8.3
	" 2 "	9.02	5.03	4.02	16.96	28.66	17.1	15.3	12.8	5.3	2.16	6.32	0.30	8.5
1t施用	後1年	9.62	5.04	4.07	16.78	29.33	22.1	15.0	13.7	5.2	2.69	6.79	0.31	8.9
	" 2 "	9.34	5.03	4.05	15.26	28.86	21.4	14.6	15.5	5.5	2.64	6.90	0.30	8.7
2t "	後1年	9.56	5.09	4.10	14.18	29.28	28.6	13.7	14.4	5.1	3.49	7.07	0.34	9.1
	" 2 "	9.41	5.08	4.06	15.04	29.62	23.3	11.0	15.1	5.1	2.81	6.29	0.34	8.8
4t "	後1年	9.73	5.11	4.10	14.52	29.84	31.3	12.4	15.3	5.1	2.75	7.45	0.33	9.8
	" 2 "	9.36	5.19	4.18	14.14	30.53	28.9	14.7	13.2	5.3	2.38	7.24	0.45	9.7
8t "	後1年	9.44	5.18	4.18	14.26	30.33	34.2	13.4	14.6	5.2	4.03	7.79	0.50	10.5
	" 2 "	9.70	5.22	4.20	14.11	31.02	35.6	12.8	17.2	5.0	4.10	7.84	0.57	10.8

- 注：1. 分析試料は1mm通過の土壌を使用。
 2. pHはガラス電極法。土壌対H₂OおよびKClは1:2.5。
 3. 置換酸度・置換容量・置換性石灰・置換性苦土・置換性加里・置換性曹達・全窒素は農林水産技術会議畑土壌分析法(畑土壌協議会資料第2号)1957による。
 4. 水分・腐植は農林省農業改良局。土壌分析法(低位生産地改良資料No25)1953による。

第2表 土壌の粒団百分率および硬度（1967～1968）

試験区	調査項目	土 壌 粒 団 百 分 率 (%)						土壌の硬度(kg/cm ²)	
	施用後年 (年) 分 類	1			2			1	2
		0.5～2.0mm	2.0mm～	0.5mm～合計	0.5～2.0mm	2.0mm～	0.5mm～合計		
	無 施 用	18.73	9.11	27.84	21.03	8.31	29.34	14.83	15.62
	1 t 施用	23.02	10.40	32.42	22.66	11.05	33.71	14.61	13.92
	2 t "	21.87	11.11	32.98	23.50	11.20	34.70	13.16	12.82
	4 t "	25.64	12.62	38.26	24.82	11.86	36.68	12.23	12.56
	8 t "	27.32	11.83	39.15	25.74	12.92	38.66	12.06	13.06

注：1. 分析の方法は第1表と同じ。

2. 土壌の硬度は山中式硬度計による。

3. 土壌の粒団百分率は各年の10月5日、土壌の硬度は各年の10月2日測定する。

植生に転換し、さらに畑地雑草主体の雑草植生に移行させることは不可能ではないが、そのためには多量の資材と長年月を必要とする。したがって、新開墾畑を早期に熟畑化し、雑草の植生を畑地雑草に集中させるためにも、石灰質資材の併用が必要であるように考えられる。

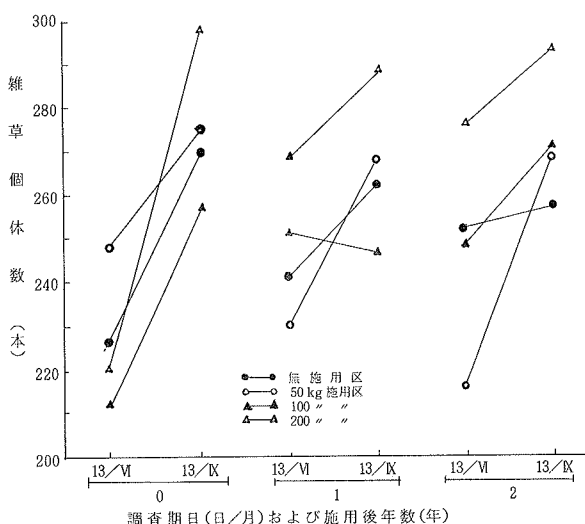
次に、完全な熟畑に堆肥を施用した場合における施用量と雑草植生との関係である。これについて数回の観察結果を総合すれば、おおむね10a当り2t以上の施用区で草種数の変化はないが、個体数や生草重が増加し、その程度は無施用区に対し1t施用区が個体数で－1～4%、2t施用区が10～19%、4t施用区が12～22%、8t施用区が18～29%増、また生草重では同順で1～5%、11～18%、14～23%ならびに13～18%増などであった。堆肥を施用するとなぜ雑草が多発するのか、これについては明らかではないが、大量施用によって上記のように土壌の団粒化が進み、膨軟となるので気水の透過が良好になり、雑草発生の良環境になるのもその一因ではないかとみられる。いずれにしても、堆肥の大量施用は土壌の理化学的性質を改良し、地力の向上ひいては作物の土地生産性の向上に直結するが、一方雑草が多発し、除草作業面からみれば不利である。しかし、現在では機械的、化学

的除草法などが発達しているからさほど問題がなく、とくに新開墾畑や未熟畑などでは大量施用によって早期に雑草植生を畑地雑草に集中させ、熟畑化をはかることが有利であると考えられる。

3. 土壌改良剤ソイラックの施用と雑草植生

土壌の理学的性質を改良するためのいわゆる土壌改良剤は多種あるが、その中の1種にソイラックがある。これらの土壌改良剤は、土粒の粘着によって単粒組織の団粒化をはかり、気水の透過を良好にするとともに、肥料分の吸着を増大させる効果があり、ソイラックの場合耕深30cmで10a当り50kgが施用標準となっている。

平坦な原野を耕深約30cmに開墾し、同時にソイラックを10a当り50、100、200kg施用ならびに無施用の4試験区を設定し、以後3か年継続して土壌の理学的性質の変化と雑草植生との関係を観察した。その結果、各試験区に発生した草種は供試3か年間を通じ、シバ・チガヤ・カワラケツメイ・ヒヨドリバナ・イタドリ・タケニグサなどの山野草を主とし、これらにスズメノカタビラ・エノコログサ・アカザなどの畑地雑草が僅かに加わった山野草主体の雑草植生で推移した。各試験区の雑草草種数は供試全期間を通じ10～14種で、試験区間および年間に



第2図 新開墾畑各区の雑草個体数(1966~1968)

一定傾向が認められなかったが、生草重では1年目が6月13日と9月13日の2回調査の合計が、3.3m²当り無施用区の5.99 kg に対し50 kg 施用区が6.03 kg、100 kg 施用区が5.64 kg ならびに200 kg 施用区が6.33 kg、2年目は同順でそれぞれ5.88、5.75、6.63、6.74 kg、また3年目が6.12、5.69、6.08、6.79 kgであった。このように、生草重では50 kg および100 kg 施用の両試験区では増加傾向が明らかではないが、200 kg 施用区では常に約10%程度多い傾向が認められた。また、雑草の個体数については第2図に示す通り、1年目の6月13日の調査では不定で

第3表 土壌 pH および土壌の硬度 (1966~1968)

試験区	調査項目 調査年	土 壌 pH						土壌の硬度(kg/cm ²)		
		(H ₂ O)			(KCl)					
		1966	1967	1968	1966	1967	1968	1966	1967	1968
新開墾畑	無 施 用	5.00	5.05	5.02	4.01	4.02	4.00	16.88	17.67	17.84
	50 kg 施用	5.06	5.02	5.01	4.04	4.01	4.02	15.13	16.38	17.62
	100 " "	5.03	5.00	5.00	4.00	4.03	4.02	14.05	15.16	15.17
	200 " "	5.01	5.03	5.02	4.02	4.01	4.01	13.43	13.05	14.33

注：1. 採土は地下5 cmの位置から各plot 5カ所、3 plot 計15カ所を混合、各区10回の平均、調査期日は各年とも9月19日。
2. 土壌の硬度は各plot 10カ所、3 plot 30カ所の平均、山中式硬度計による、調査期日は各年とも9月19日。

あるが、その後には常に200 kg 施用区が優れ、この場合とくに個体

第4表 各年における土壌の粒団百分率〔集合度〕(1966~1968)

施用種類	施用後年数 分類 試験区	0			1			2		
		0.5~2.0 mm	2.0 mm~	0.5 mm~ 合 計	0.5~2.0 mm	2.0 mm~	0.5 mm~ 合 計	0.5~2.0 mm	2.0 mm~	0.5 mm~ 合 計
新開墾畑	無 施 用	20.64	8.13	28.77	22.57	7.79	30.36	20.49	8.56	29.05
	50 kg 施用	20.05	9.86	29.91	21.84	8.68	30.52	22.05	7.48	29.53
	100 " "	24.88	9.53	34.41	23.45	9.41	32.86	22.83	9.62	32.45
	200 " "	26.70	12.66	39.36	26.20	11.29	37.49	24.66	10.97	35.63
風乾土	無 施 用	7.12	0.43	7.55	6.23	0.40	6.63	6.78	0.35	7.13
	50 kg 施用	9.01	0.76	9.77	8.70	0.36	9.06	7.94	0.40	8.34
	100 " "	8.86	0.90	9.76	8.24	0.48	8.72	8.01	0.38	8.39
	200 " "	10.22	0.87	11.09	9.31	0.63	9.94	9.16	0.55	9.71

注：1. 分析法は東大実験農芸化学上巻(1960) P.70による。
2. 原土の調査期日は各年とも9月20日、風乾土の調査は10月上旬採土し、翌年2月中旬実施。
3. 分類の数字は土壌の粒径を示す。
4. 土壌の集合度の単位は%で示す。

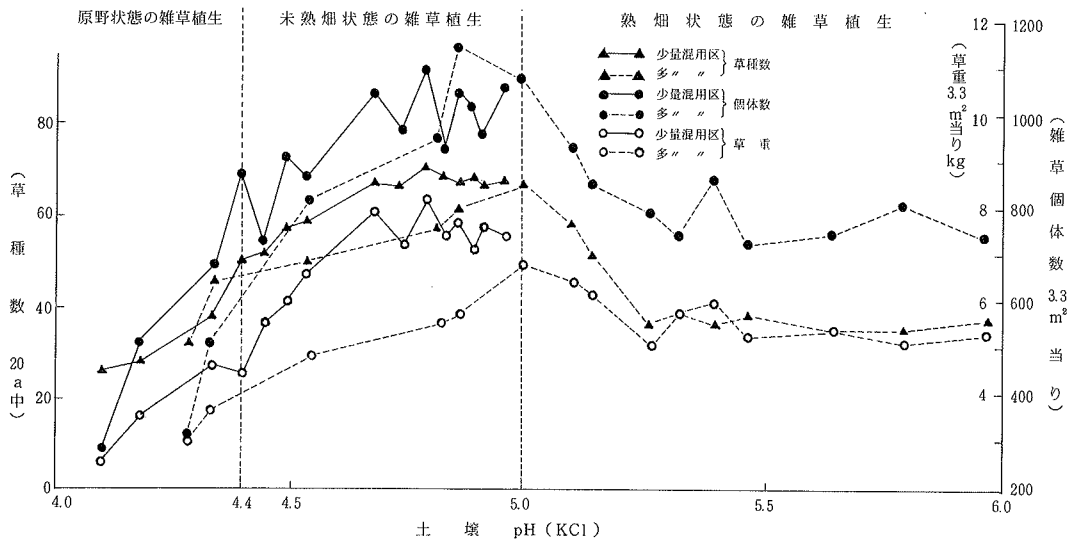
数の増加する草種はカワラケツメイ・ヒメムカシヨモギなどで、全般的に発生個体数の多い草種の個体数増加によるもののようにみられた。

一方、土壌の酸度および硬度については第3表に示す通りである。すなわち、土壌の酸度については、供試3か年間を通じ殆んど変化はないが、土壌の硬度については施用量に伴う変化がみられ、3か年間を通じ50 kg 施用区以下それぞれ0.22～1.75, 2.51～2.83および3.45～3.51 kg/cm 程度低下している。また土壌の粒団百分率については第4表に示す通り、原土の0.5 mm以上の集合度が3か年間を通じ50 kg 施用区では一定せず、100 kg 施用区では2.50～5.64 %, 200 kg 施用区では6.58～10.59 %, 乾土では50 kg 施用区以下それぞれ1.21～2.43, 1.26～2.21 ならびに2.58～3.51 % 増加している。

また、完全な熟畑にソイラックを施用した場合、土壌の粒団百分率が100 kg 施用区で2.87～3.64, 200 kg 施用区で5.07～5.96 % 程度増加したが、雑草植生の変化には一定の傾向が認められなかった。さらに、新開墾畑、未熟畑なら

びに熟畑を通じ、ソイラック施用による土壌の粒団百分率が4年目で激減し、5年目ではおおむね使用前の状態に復旧する点から、施用効果にも一定の限界があるようにみられる。

以上のように、ソイラックの施用によって土壌の酸度が変わらず、集合度や硬度の変化したことに伴ない新開墾畑における200 kg 施用区のみが雑草の個体数および生草重が約10 % 程度増加した。同試験区では原土の土壌集合度が無施用区との間に約6 % 以上の相異があり、これは前記の堆肥施用の場合10a 当り4 t および8 t 施用の両試験区が6 % を超過して雑草多発が生じたのと同じで、また熟畑に200 kg 施用しても雑草植生に相異がみられなかったのは、土壌の集合度がその段階まで達しなかったからではないかと考えられる。これらの共通点からみると、ソイラックあるいはこれと同類の土壌改良剤を施用し、土壌の理学的性質を改良しても、草種の転換などを含む雑草の質的变化が期待できないとともに、個体数や生草重など雑草の量的変化の生起には土壌の集合度にある一定の境点が存在するようにみられる。



第3図 開墾後の経過年数にともなう雑草の草種数、個体数ならびに草重と土壌 pH との関係

4. 炭酸カルシウムの連施と雑草植生

主として土壌の塩基置換酸度(y_1)を低下させ、置換性石灰、石灰飽和度、塩基飽和度などを増大させ、酸度を矯正するなど土壌の化学的性質の改良をはかり、併せて土粒の団粒化を強めるなどの目的で、一般に石灰質資材が利用される。

平坦な原野を耕深約25 cmに開墾し、10 a 当り炭酸カルシウム30 kgと堆肥300 kg（少量混用区）および同じく200 kgと1000 kg（多量混用区）を毎年4月上旬に全層混合の形で連施し、15年間観察した。

その結果は、第3図に示す通りである。まず、雑草の植生はある時期を境として山野草主体の雑草植生から山野草+畑地雑草に、さらに畑地雑草主体の植生に転換し、それに伴って雑草の草種数、個体数、生草重などが少→多→中といった明らかな傾向をたどり、畑地雑草に転換した後はおおむね安定してくる。炭酸カルシウムと堆肥の連施によって土壌の化学的性質は年ごとに良化するが、その程度はもちろん多量混用区が勝り、15年目では当初の土壌pH(KCl)4.00、置換酸度(y_1)17.85、石灰飽和度2.43%に対し、少量混用区ではそれぞれ4.97、2.00、33.22%、多量混用区では5.97、0.05、87.42%に改良されている。この場合、開墾後山野草主体のいわば原野状態の雑草植生から、山野草+畑地雑草の未熟畑状態の雑草植生に転換したのは2～3年目頃で、(y_1)が10.0、石灰飽和度が20%、pH(KCl)が4.40程度の段階である。また、山野草+畑地雑草の植生から畑地雑草主体のいわば熟畑状態の雑草植生への転換は6年目頃で、同じく(y_1)が1.0、石灰飽和度が50%ならびにpH(KCl)が5.00程度の段階であった。少量混用区では4～5年目に最初の段階を越えて山野草+畑地雑草の雑草植生に転換したもの

の、その後約10年間を経過しても上記の段階で遠く転換の境点に達せず、したがって依然として山野草+畑地雑草の植生にとどまっているようにみられる。

それでは、土壌の置換酸度や置換性塩基類、置換酸度が変化し、それらの総合結果ともみられる土壌酸度が変化すると、なぜそのように雑草の植生が転換するのか、これについてはエレンベルクらが指摘するように、個々の雑草草種は元来土壌酸度の強弱に対する個有の特性を保有し、酸度などを含む土壌環境の適、不適に応じ、他雑草との競争の結果、発生、繁茂、衰退、消滅を生起させる現象のようにみられる。筆者は長年月を要し、現在までのところ54草種の山野草や畑地雑草について、酸度に対して強いものから弱いものの順に序数1, 2, 3, 4, 5を付した一覧表を作成し、雑草研究の展開の基礎としているが、新開墾畑には序数1, 2、熟畑には序数4, 5の草種が多く発生する点からみて、上記の植生転換理由に妥当性があると考えられる。

従来、新開墾地に対する石灰質資材などの投入の場合、地下への流乏を回避するため、少量分施の方法が推奨されてきたようにみられる。これは、もちろん土層の性質にもよるが、本研究の供試地で耕深30 cm間にha当り5 t～20 tを施用し、以後数年間調査した結果、30 cm以下の下層には極少量の溶脱がみられるだけで、40 cm以下には殆んどみられなかった。これらの結果から、開墾と同時に一挙に大量の石灰質資材を投入し、土壌の理化学的性質を大幅に変化させるとともに、早期に雑草植生の転換を完了させ、併わせて散布などの省力をはかることが営農上有利であると思われる。

5. む す び

従来、農耕地に対する土壤改良剤の施用は、土壤の理化学的性質の改良によって直接的に作物の土地生産性の向上や排水の良化などに直結され、その過程で生起する雑草植生については無視されてきたきらいがある。しかし、上記にその一部を示した通り、各種の土壤改良剤はその施用量によっては雑草の量的、または質的変化を随伴する場合もあり、現実的には当然雑草防除対策として対応の選択に迫られる。記述した2,3の観察結果も含め、一連の本研究を総合的にみると、主として土壤の理学的性質がある一定限度を超えて良化されると、雑草の草種数、個体数、生草重などが増大する量的変化がおり、また土壤の化学的性質とくに土壤の酸度がある段階を境点として草種の転換などを含む雑草の質的変化が生起するようである。しかし、一旦熟畑化の段階に到達すれば、かなり大量の土壤改良剤を施用しても、ときに草種の消滅や新発生、個体数の増加などが僅かにみられることもあるが、生草重などには大幅な変化がないようにみられる。したがって、土壤改良剤の施

用は雑草対策の面からみれば、完全な熟畑に対してよりも新開墾畑や未熟畑に対して行なう方が有利であるとみられる。すなわち、一般の熟畑では、大部分が1年生の畑地雑草に集中されているから、たとえ一時期多発することであっても、機械的または化学的防除法で比較的防除が容易である。これに対し、新開墾畑の山野草主体の雑草植生では、個体数が少なくても、宿根性雑草が多く、中にはとくに草丈の高い草種も含まれている。また、山野草+畑地雑草のいわゆる未熟畑状態の雑草植生では、草量が著しく多く、宿根性雑草の発生もかなり多い。したがって、機械的または化学的防除法、あるいは両者の併用を行なったとしても、実際的には効果が少なく無駄が多い。この欠点を補うため、「雑草でもって雑草を制する」といった考えのもと、石灰質資材の一時大量施用などによって雑草植生の早期転換をはかり、生態的防除法をとることが営農上きわめて有意義であると思われる。

参 考 文 献

1. Ellenberg, H (1950): Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. p. 40~55.
2. 大迫元雄 (1937): 本邦原野に関する研究. 興農林 (東京).
3. 清水正元 (1951): 香椎第3紀層における雑草群落の生態学的研究. 日作紀. 19, 275~279.
4. 菅原清康 (1971): 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究 3-2, 堆肥の施用と雑草植生. 新潟大農場研究報告. 1, 113~127.
5. 菅原清康 (1978): 熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究 第6報, 原野から熟畑に至る過程における雑草植生の変化. 雑草研究. 23 (2), 31~37.
6. 菅原清康 (1979): 同上 第9報, 土壤改良剤ソイラックの施用が雑草植生におよぼす影響. 雑草研究. 24 (3), 40~45.
7. 菅原清康 (1980): 土壤の指標としての雑草群落に関する研究 第8報, 雑草草種の適応酸度について (補遺). 新潟大学部研究報告. 32, 59~65.