

桑園における有機物の施用効果

—— 各種有機質資源の利活用 ——

柳 沼 泰 衛

(福島県蚕業試験場)

Effect of Organic Manures on the Yields of Mulberry

—— Utilization of a bark, domestic sewage sludge and feces of domestic animals ——

Yasuei YAGINUMA

(Fukushima Sericultural Experiment Station)

1 はじめに

近年、桑でも地力増進のための有機素材の確保が年々難しい状況下にある。従来から稲わらを主体とした土中堆肥方式による有機物の施用が慣行的に普及されてきたが、これの入手が容易でなく、特に土壌的に腐植が少ない開発桑園では稲わらにかわる未利用有機資源をどのようにして確保し、利用・活用するかが緊急な課題とされている。

このようなことから、開発地の生産性低下に歯止めをかける基本技術の見直しを含め、桑園で利用できる各種有機素材として、都市廃棄物(下水・し尿残渣)、産業廃棄物(パーク堆肥)及び家畜排泄物(豚・牛糞肥)、更には条桑育後の廃条等について、その利活用技術を検討することとした。

これら素材が低位生産性開発桑園の地力増進にどのくらい役立つか、あるいは新たに山林原野を開墾して集団桑園を造成する場合の熟畑化にどう利用すればよいか等の視点にたって試験を進めた。この課題は総合助成試験として昭和52年度から56年度まで積雪・寒冷地における開発桑園の生産力向上技術の確立に関する研究の一環として、福島、宮城、山形、岩手各県蚕業試験場による共同研究により実施したものである。以下その主な成果の概要について報告する。

2 各種有機素材の施用効果

(1) 衛生残渣の化学的性状と施用効果

一般に下水残渣あるいはし尿残渣などの衛生処理により排出される廃棄物を有機資源として再利用しようとする機運は、最近に至り高まりつつあり資源再循環としての位置づけで昨今注目されている。

農耕地における下水汚泥の施用効果については佐藤⁴⁾、高橋⁵⁾らは肥料的効果、特に窒素の肥効が高いと同時に土壌有機物の含量が増大し、地力増進に寄与する資材としても役立つと述べている。

桑園におけるその施用効果については、これまでに詳細な報告は見当たらない。そこで下水、し尿処理残渣の桑園における施用と桑収量との関係及び蚕に対する飼料価値等について検討した。

福島県における下水、し尿残渣の年間排出量は 22,000 m^3 以上に及び年々増大化の傾向にある。これらの化学的性状は地域差が認められているが、主な成分の平均値は表－1 の通りである。

表－1 下水・し尿残渣の化学的性状

項目		水分 (%)	pH (H_2O)	有機物 (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
下水	平均値	76.2	10.3	40.4	3.27	1.48	0.13	6.49	1.01
	変動係数(%)	6.6	22.3	31.2	51.4	21.6	46.2	88.6	87.1
し尿	平均値	65.3	7.59	68.8	4.04	3.83	0.18	2.43	2.36
	変動係数(%)	37.8	7.90	24.1	34.9	67.4	77.8	45.7	84.3

(水分以外は対乾物)

下水残渣の 3 要素含有量は窒素が最も多く、次いで磷酸で加里は著しく少ない。また、石灰、苦土含量が他成分に比し変動係数が大きい。このことは無機凝集剤の混入の有無が大きく関与していると考えられる。したがって、利用に当たってはまずこの点のチェックが必要であろう。なお、し尿残渣との比較では有機物、磷酸がし尿残渣で高く、石灰は低いが、下水残渣では重金属類が全般に濃度が高い傾向にあった。

下水残渣の施用と桑収量との関係について、第三紀層の開発桑園を供試し 5 か年連用試験を行った結果を表－2 に示した。施用法は秋末期に下水残渣及び他資材を畦間に全面散布後、ロータリー耕により土と十分混和させた。

表－2 下水残渣の施用と年次別収量 ($kg/10a$)

試験区	年次	52 年	53 年	54 年	55 年	56 年	5 か年 合計	指 数
(1) 土 中 堆 肥 区		1,254	1,182	1,174	1,364	1,166	6,140	100
(2) 残 渣 2 t 区		1,338	1,397	1,407	1,574	1,417	7,133	116
(3) 残 渣 4 t 区		1,346	1,408	1,370	1,606	1,408	7,138	116
(4) 残 渣 2 t 石灰岩 3 t 区		1,192	1,270	1,327	1,484	1,261	6,534	106
(5) 残 渣 2 t もみがら 0.5 t 区		1,384	1,454	1,474	1,577	1,434	7,323	119

これによると、最も増収効果が高かったのは、10 a 当たり残渣 2 t にもみがら 0.5 t を併用した場合であった。

このもみがらの併用が下水残渣単用より桑収量が高い事例は他の現地試験でも認められている。もみがらの混用は残渣のみにくらべ、べとつく状態を解消するのに役立ち、もみがら自体の分解が遅いため、逆に施用・混層後の土壌内通気性にも良好な条件となるなどの効果も加味されて増収をあげている

ものと推察される。

跡地の土壌化学性の経時的变化については、土壌酸性の改良効果等は明らかであったが(図-1)、その他磷酸富化、塩基バランス更には腐植の増加・蓄積の問題等については母材により異なる傾向も認められているので、今後更に検討が必要であろう。

次にこれら施用桑の蚕児に対する飼料価値を検討するため、連用4年目の桑葉を用い飼育試験を行った(表-3)。

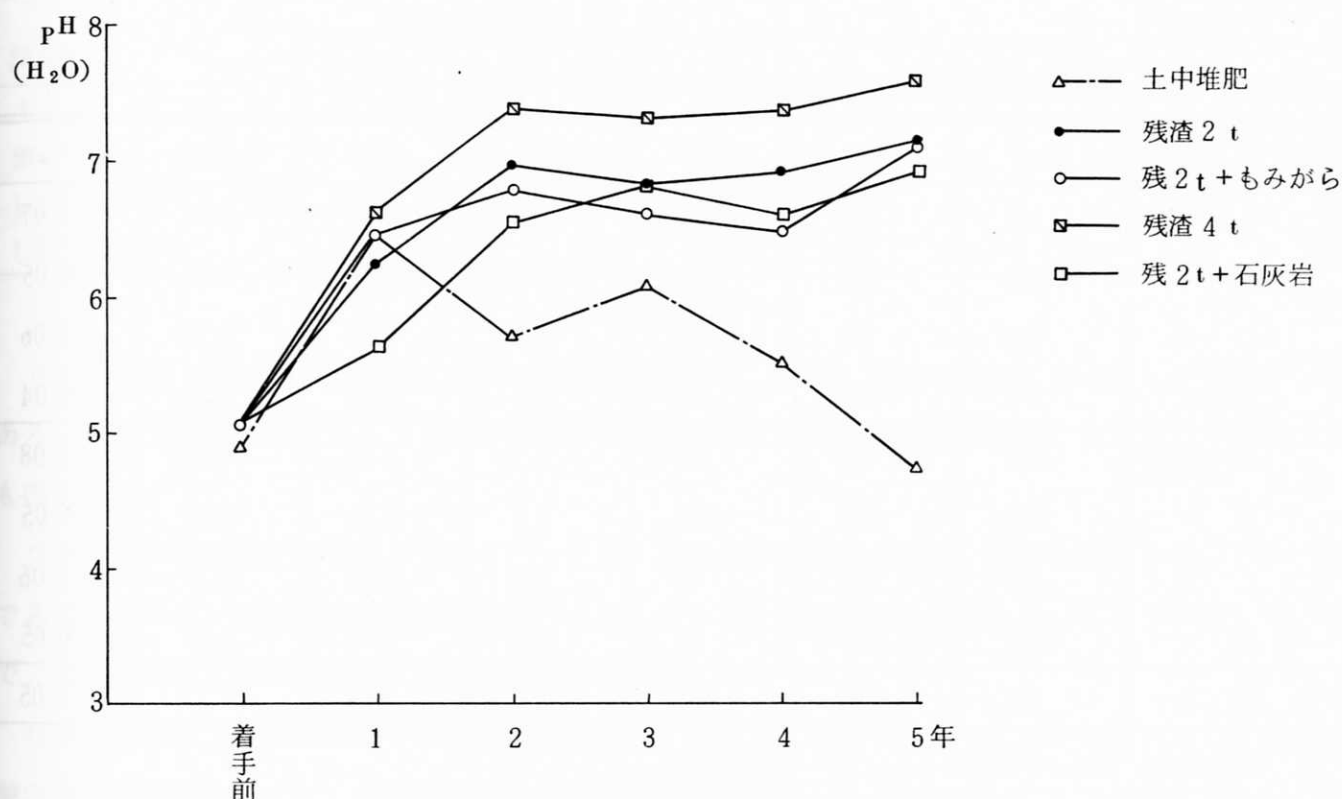


図-1 下水残渣の施用と土壌PHの経時変化

表-3 下水残渣施用桑による飼育試験成績(晩秋4~5齡期)(1980)

試験区	発育経過		減歩 (4~5齡) %	蚕合 (4~5齡) %	健蛹歩合 対4齡 (起蚕) %	繭質(対1粒)			1万頭 当繭 収量 (kg)
	1~3齡 日時	4~5齡 日時				繭重 (g)	繭層重 (g)	繭層歩合 (%)	
(1) 土中堆肥区	11.23	14.03	10.9		94.9	1.99	48.6	24.4	18.9
(2) 残渣2t区	"	"	0.9		97.1	2.02	49.2	24.4	19.6
(3) 残渣4t区	"	"	0.9		96.0	2.06	50.3	24.4	19.8
(4) 残渣2t+石灰岩3t区	"	"	0.5		93.7	2.06	50.4	24.5	19.3
(5) 残渣2t+もみがら0.5t区	"	"	1.0		96.1	1.95	47.9	24.6	18.7

すなわち、土中堆肥区に比し、下水残渣を施した各区とも減蚕・健蛹歩合あるいは繭質等到大差が認められなかった。なお、翌5年自桑葉についてもほぼ同様な結果を得ていることから、これら残渣の連用による飼料価値への影響には問題がないものと判断した。

しかしながら、先に述べたとおり下水処理残渣には重金属類が特に工場地帯のものにはかなり含まれている実態にある。しかも連用した場合には当然土壤中に蓄積されることも考えられる。そこで、10a 当たり残渣を乾物で15t 施用する多量区と10分の1の少量区に分け、県内の4地区(A～D)の供試資材により、大型枠ポット試験により検討を行った。その結果は表-4のとおりである。

表-4 下水残渣施用と桑葉中重金属類濃度(乾物当たりppm)(1981)

区別	項目	Fe	Mn	Zn	Cu	Cd	Hg	As
少 量 区	A 残 渣	182	229	40	5.5	0.03	0.21	0.07
	B "	198	241	48	5.6	0.04	0.23	0.05
	C "	200	172	33	5.0	0.03	0.21	0.06
	D "	231	163	32	4.6	0.03	0.20	0.04
多 量 区	A 残 渣	222	900	123	5.2	0.09	0.18	0.08
	B "	194	750	290	5.5	0.15	0.15	0.05
	C "	232	224	49	5.0	0.05	0.20	0.06
	D "	222	149	47	4.2	0.04	0.19	0.05
対 照 区		227	169	31	4.8	0.04	0.22	0.05

注. 多量区は15/10a, 少量区は1.5t/10a(残渣乾物)

重金属類の桑葉中への吸収量が多量区と少量区とで大差が認められたのは、A, B残渣のマンガン(750～900 ppm), 同亜鉛(123～290)及びB残渣のカドミウム(0.15 ppm)などで、少量区のおよそ4～6倍の濃度に達していた。

一般に蚕兒に対し最も毒性をもっと考えられた水銀、砒素などは意外と多量施用でも異常吸収が認められなかったことは、これら元素については桑ではそう心配しないでよいものと推察される。

一方、マンガン、亜鉛等は特に桑では根や株に比し、桑葉中に特異的に吸収・蓄積される元素であるとされる²⁾。これらの異常吸収による桑葉内蓄積は蚕兒に対し、より影響を与えないと指摘もされている。しかしながらマンガンの過剰症が発現する濃度の限界はおおよそ4000 ppmとも言われているが³⁾,

本試験の範囲からみて、マンガン、亜鉛、更にはカドミウムとも葉質を著しく低下させる要因とはならないものと考えられる。

し尿残渣は有機物含量が高く、窒素、磷酸に富む有機素材であると言われる反面、衛生的見地からは野菜畑等への施用には問題視されていることもある。しかし、桑園においてはこの点の心配はしないでよいので、近年利用しようとする養蚕農家も多い傾向にある。

そこで、開墾造成地においての植付から10 a 当たり1 t, 2 t を毎年施用した場合の効果について試験を行った。

未熟な第三紀層を母材とする強酸性土壌であったので、植付2年目からかなりの増収がみられ、土中堆肥区を上回る収量で5年目まで経過した(表-5)。なおし尿残渣施用量1 t と2 t との増収効果には大差が認められなかったことあるいは施用後3~4年目頃から、これらの連用区の一部の株に異常ク

表-5 し尿残渣の施用と桑収量及び桑葉の無機成分

試験区	項目	年次別収量 (kg/10 a)				成 分 (対乾物%)				
		2年目	3年目	4年目	5年目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
土中堆肥区		829	759	1,552	1,699	3.46	0.49	3.23	2.40	0.49
無施用区		406	327	783	875	3.12	0.48	1.93	2.11	0.44
し尿処理残渣1 t 区		1,064	1,196	1,775	1,803	3.27	0.60	1.64	2.39	0.91
し尿処理残渣2 t 区		1,314	1,157	1,768	2,131	3.60	0.80	1.63	2.17	1.17

ロロシ葉が発生したことなど、更には桑葉中の成分で、このし尿残渣施用により特に加里含量の低下あるいは苦土が異常に高まること等を総合して判断すると効率的な施用量は10 a 当たり1 t 程度でよいものとした。

クロロシの発生原因は種々検討を行ったが、土壌酸性化と関連が深い障害と推察され、今後の課題である。しかし、石灰による酸性中和を行うことにより、その症状は発現しないことを確認しているの、実用的にはこの点を留意すれば問題はないものと考えている。

し尿残渣連用3年目の跡地土壌の分析結果を示すと表-6 のようである。その特徴としては有効態磷酸含量が顕著に高いこと、置換性苦土含量が施用量が多いほど特異的に増加している傾向があり、磷酸

表-6 し尿残渣(ケーキ)連用桑園の土壌分析成績(3年目:表層20 cm)

試験区	PH		置換度 (%)	有効態 磷酸 (mg/100g)	E・C (mv/cm)	置換性塩基 (me/100g)			
	H ₂ O	Kcl				Ca	Mg	K	Na
土中堆肥区	4.46	3.68	38.3	2.7	0.19	3.63	0.63	0.68	0.13
ケーキ1 t 区	4.17	3.43	46.5	107.6	0.36	3.10	3.38	0.34	0.19
ケーキ2 t 区	4.40	3.36	16.0	255.6	0.35	3.93	6.30	0.36	0.48

肥料の効果はかなり期待されるが、塩基バランスの面で問題となる結果も認められる。これらからも施肥管理には十分注意が必要と思われる。

(2) 固液分離豚ふんの施用効果

最近の養豚経営は多頭化がより推進され、福島県でも各地に大規模養豚団地がつくられている。これら団地から排出される豚ふん量はばく大な量にのぼり、その処理に問題がでている場合も少なくない。

この豚ふんの利用については、従来から作柄不安がつきまとうなど桑園での利用は消極的であったと

言えよう。したがって連続施用効果に関する試験例は数が少なく、固液分離をした豚ふんのみの桑園における連用試験例は、積雪・寒冷地地帯ではほとんどない。

この固液分離豚ふんは風乾状態とすると、比較的扱いやすく、古い米袋や肥料袋などに詰めれば、桑園などへの搬入は容易である。

本試験では豚ふんの効率的施用量と施用時期を検討した。すなわち10 a 当たり 3 t, 6 t と変え、冬及び夏施用との関連で試験を実施した。供試桑園の母材は砂岩質の腐植に乏しい粗粒質な開発土壌である。なお試験着手前年は化学肥料を施さないで、いわゆる無肥料状態とし、枝条も発芽前代採を行い春切桑園とした。その後はすべて春秋兼用による夏切法によった。豚ふんは畦間散布後ロータリー耕にて土と混ぜた。施肥は固形肥料を10 a 当たり年間 300 kg を施し、春肥 7 : 夏肥 3 の割合とした。

豚ふん施用と桑収量及び桑葉成分との関係を表-7 に示した。施用後 1 ~ 5 年目までの平均桑収量では冬 6 t 施用区が最も多く、土中堆肥区にくらべ 14 % の増収を認めたが冬 3 t 区とでは大差がなく、夏 6 t 区も同様であった。

表-7 豚ふん（固液分りふん）の施用と桑収量及び桑葉成分

項目 試験区	年次別桑収量 (kg/10 a)						桑葉成分組成 (晩秋%)				
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	1~5年 平均	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	たん白 態 N	アルコ ール抽 出全糖
土中堆肥区	1,146	2,564	1,720	1,952	2,407	1,958 (100)	3.51	0.72	3.13	3.00	15.1
冬 3 t 区	1,203	2,766	1,962	2,465	2,659	2,211 (112)	3.51	0.86	3.04	3.10	15.2
冬 6 t 区	1,185	2,739	2,165	2,565	3,011	2,333 (114)	3.65	0.85	3.13	3.15	13.9
夏 6 t 区	1,260	2,590	1,978	2,486	2,615	2,186 (111)	3.33	0.90	3.27	3.07	15.3

注. (): 収量指数, 試験年次: 50~54年, 土壌: 砂岩粗粒質

一方、桑葉成分組成においても窒素、磷酸、加里及びたんぱく態窒素、全糖などには各区間に差を認め得ない結果であった。このことは晩秋蚕期の比較的遅い時期の桑葉を供試したことにも若干は影響があったものと思われたが、成分組成に差がみられないとする判断であれば、むしろ豚ふんの施用効率からみて、10 a 当たり 3 t を冬施用とするのが妥当であろう。

なお、豚ふんの連用による土壌化学性の改善効果のうち酸性改良、有効磷酸の富化等については特に顕著であった。このことは豚厩肥を用いた連用試験と同様な結果にあった¹⁾。

(3) 樹皮堆肥の施用効果

廃材の有機資源としての利活用については論をまたないところであるが、福島県でも林産粗材量は昭和55年現在でおよそ 130 万 m³ にも達しているが、その利用技術は遅れている現状にあり、簡易な廃材の堆肥化技術の確立が望まれている。

一般に単なる廃材の細断施用は桑園の場合でも土壌中における窒素飢餓現象や素材の種類によっては桑根の発達にも悪影響があるとされ、その利用は堆肥化したものとするのが前提であろう。そこで表

8に示したような成分組成の樹皮堆肥を用い、4か年にわたり省力的施用法との関連で検討した。供試圃場は頁岩を母材とする腐植が極めて乏しい土壌の開発桑園である。

表一8 樹皮堆肥の成分組成（対乾物％）

PH	水 分	窒 素	磷 酸	加 里	石 灰	硅 酸	有機炭素	フミン酸	酸 化 鉄
9.0	60.0	0.2	0.3	0.1	0.6	0.2	1.9	0.8	0.1

樹皮堆肥の施用方法は、施用労力の節減と桑根の断根量をできるだけ少なくすることに主眼をおき、畦間に施すのを1年おき2 t/10a、2年おき3 t/10a及び毎年1 t/10aなどの組合せに、無施用、土中堆肥区を併せ計5区を設定した。

試験4か年間の合計桑収量でみると、最も多かったのは樹皮堆肥10a当たり3 tを2年おきに施す場合で、無施用区に比し、24％の増収を認めた（表一9）。

表一9 樹皮堆肥の施用と桑収量（kg/10a）

（宮城県蚕試）

区 別	項 目	年 次 別 桑 収 量				4 か年合計 （ 指 数 ）
		53 年	54 年	55 年	56 年	
無 施 用		886	2,016	1,239	2,160	6,301 (100)
土 中 堆 肥		925	2,071	1,313	2,236	6,545 (104)
樹皮堆肥 1 t（毎年）		1,385	2,361	1,196	2,551	7,493 (119)
“ 2 t（1年おき）		1,481	2,226	1,155	2,366	7,228 (115)
“ 3 t（2年おき）		1,511	2,281	1,360	2,681	7,833 (124)

このことから樹皮堆肥施用量を3 t/10aとし、畦間に施すのを2年おきとする施用法が、施用労力の節減と断根量の軽減化からみて有効と思われる。また樹皮堆肥と苦土石灰あるいは重焼リンなどの無機質改良剤との併用はその効果をより高める結果も得られている。

更に資材散布後の土との混層を行う作業はスクリーベーター等を利用することにより一層省力化が可能である。

なお、市販の樹皮堆肥は価格的に割高となるので、できるだけ廃材（チップくず、おがくず、バーク）を入手し、鶏ふん等との混用堆肥づくりを行う組織体制の確立も今後は考へるべきであろう。

（4）廃条・蚕沙の利活用

桑桑育の普及に伴い、廃条の処理法が問題視されている。すなわち廃条をそのまま桑園内に放置する傾向が強まり、これが病虫害の発生源となり、桑園能率の低下や蚕作不安定をまねく要因となっているからである。これをさけるため、廃条をほとんど山林等に投棄されているのが実態である。これでは桑園から生産された有機素材の有効還元がなされていないことになる。

これらを解消するには廃条を細断し、手軽に堆肥化できる技術が必要である。堆肥化なりあるいは単なる細断しただけで乾燥を促した場合でも蚕への伝染性病原の死滅化と共に、桑のヒメゾウムシ等の芽の食害害虫や胴枯病、芽枯病等の発生源の除去にも役立つので重要なことである。

廃条の切断は近年市販されている小型のカッターでも十分利用できる。その切断能率の調査結果を表一10に示した。

表一10 廃条の切断能率と堆肥化

項目 材料	カッター量		カッター時間 当たりガソリン 使用量 (ℓ)	供試材料の量 (t)			
	総量 (t)	時間当たり (kg)		古条	廃条	牛ふん	計
古条堆肥	5.7	703	1.1	5.7	—	0.8	6.5
廃条 "	35.5	1,115	1.9	—	35.5	8.0	43.5
計 (平均)	41.2	(1,031)	(1.7)	5.7	35.5	8.8	50

4～5馬力程度のカッターでも時間当たり1 t程度の切断が可能であり、カッターの運搬も簡易な自走式タイプもあるので桑園現場で直ちに処理することができる。一方、

廃条の堆肥化を簡易に行うには、前述の小型カッターを用い2～5 cmに切断し、積上げ・散水後ビニールで被覆しておくで60～70℃の発熱・醗酵がみられ、その後1回～2回の切返しを行う程度で、3か月も経過させると速成蚕沙・廃条堆肥をつくることができる。

この場合、家畜のふん尿を切断後混入処理等を併用すれば一層効果的である。

表一11に示したのは、これらの切断廃条を用い、新植時から毎年10 a 当たり2 tを畦間に施し、ロータリー耕で攪拌混和した場合の桑収量との関係を試験したものである。試験5年目の結果では、無施用区の桑収量に比し、廃条蚕沙区では13%の増収を認め、稲わら堆肥区にくらべても約10%の収量増となっている。これから、今後は桑園内の有機物循環の立場から廃条・蚕沙の積極的堆肥化の推進を図り、その有効活用に努めるべきであろう。

表一11 廃条・蚕沙等の施用と桑収量

(岩手県蚕試)

試験区		10 a 当たり収量 (kg)				摘 要
有機質資材	10 a 施用量 (t)	春 新 しょう量	晩秋葉量	合 計	同左指数	
廃条蚕沙	2	1,231	586	1,819	113	2.5 × 0.5 m
ワラ堆肥	2	1,181	571	1,752	109	春：6.25 基部伐採
無施用	0	1,104	509	1,613	100	晩秋：9.25 45 cm 残し中伐採

注. 5年目、ゆきしのぎ

なお現在，地域農業複合化開発研究を実施しているが，この研究の一環として養蚕・酪農地域での夏秋蚕期における廃条の酪農（乳牛）での飼料化の検討も進められている。もちろん酪農部門から出る牛糞肥を桑園に還元する，いわゆる地域内の有機物循環をねらったもので，組織づくりまで含めた技術開発研究である。その成果を期待したい。

（５）新規造成時の下水残渣，豚ふん及び緑肥併用による土壌改造

これまでの開発桑園の生産力停滞の要因の一つに造成時の基盤整備の段階における熟畑化促進技術の遅れから，その対策が不十分であったことがあげられる。この場合の有機粗材量の不足をどうしてカバーするか，これが大きな問題点とされよう。このことから，現在投棄状態となっている下水処理残渣や豚ふん等の大量利用をはかると共に，造成当初では桑には利用しきれないで，流亡してしまうような肥料成分を緑肥に吸収利用させ有機化を行い，同時に有機物の自給生産をして更に粗材量を確保する。これらを桑の植栽前にすき込み，下水残渣あるいは豚ふんとの併用による熟畑化促進の効果をねらった土壌改造方法の検討をしようとしたものである。

供試圃場は阿武隈山系の未熟な花崗岩を母材とする土壌で腐植に極めて乏しい開発地である。

試験区は10 a 当たり下水残渣25 t 区，豚ふん10 t 区及びこれらに緑肥（スダックス）を自給栽培すき込みをする区，稲わらによる土中堆肥区（対照）の計5区を設けた。

下水残渣，豚ふんは造成荒起後，整地し，所定量を全面散布後大型乗用トラクターによるロータリー混層耕を行った（1977年3月）。その後，緑肥栽培区にスダックスを播種（5月）し，8月に1番刈り，再発緑肥を更に10月に2番刈りを行った。その生草収量は下水残渣区で6,600 kg/10 a，豚ふん区で約9,000 kg/10 a を得た（表-12）。

表-12 緑肥（スダックス）の生産量

(kg/10 a)

	第1回刈取 (8.29)		第2回刈取(10.18)				合 計	
	新鮮重	乾物重	新鮮重	乾物重	地下部 新鮮重	同 乾物重	新鮮重	乾物重
衛生残渣25 t 区	3,708	889	1,542	278	1,340	285	6,590	1,452
豚ふん10 t 区	3,694	944	3,583	465	1,715	292	8,992	1,701

これらはカッターで切断し，土とよく混ぜるようにロータリーをかけすき込みを行った。

このような処理を行った後に桑を植付けたが，土中堆肥区の稲わら施用以外は植付時の有機物はもちろん2～5年目まで無施用条件とした。施肥は慣行法に準じ，全区同様に行った。

こうした造成時の土壌熟畑化促進による土層改造効果を桑収量でみると表-13に示したとおりである。すなわち，対照区の年次別桑収量に比較し，各有機多用区はいずれも顕著な増収傾向を認めたが，下水残渣多用区に比し，豚ふん多用区の方が増収効果が高く推移した。一方緑肥をすき込み併用した場

表一13 造成時の下水残渣，豚ふん多用と緑肥の併用効果

(kg/10 a)

試験区	1年目(1978)		2年目(1979)		3年目(1980)		4年目(1981)		1～4年合計		
	葉量	指数	葉量	指数	葉量	指数	新葉 梢量	指数	新葉 梢量	指数	指数
対照(わら15t)区	75	100	570	100	845	100	2,083	100	3,573	100	
下水残渣・25t区	222	296	830	146	1,084	128	2,580	123	4,723	132	
下水残渣・緑肥区	169	225	862	151	1,160	137	2,708	130	4,899	137	
豚ふん10t区	235	313	986	172	1,212	143	2,907	139	5,340	149	
豚ふん・緑肥区	261	348	1,019	178	1,182	139	2,623	125	5,085	142	

合の効果をみると，下水残渣のみの施用に比し，緑肥併用では2年目以降から次第に増収していく傾向がうかがわれたが，豚ふん・緑肥では3年目以降は下水残渣とは逆に豚ふん単用よりその収量がやや少なくな経過した。これらについてはなお検討を要することがらである。

次に土壌化学性の年次別変化から，改善効果を検討してみると，土壌pH，置換性塩基では下水残渣多用区での酸性改良効果，置換性石灰の増加が特に目立ち，置換加里は豚ふん区で多い傾向が認められた。また有効磷酸では豚ふん区で顕著な富化効果を認めた(図-2)。いずれにしても対照区の土中堆肥にくらべ，有機物多用の各区はかなりの土壌改善がはかられたのは明らかで，桑収量の増収効果をもたらした大きな要因であることが確認できよう。

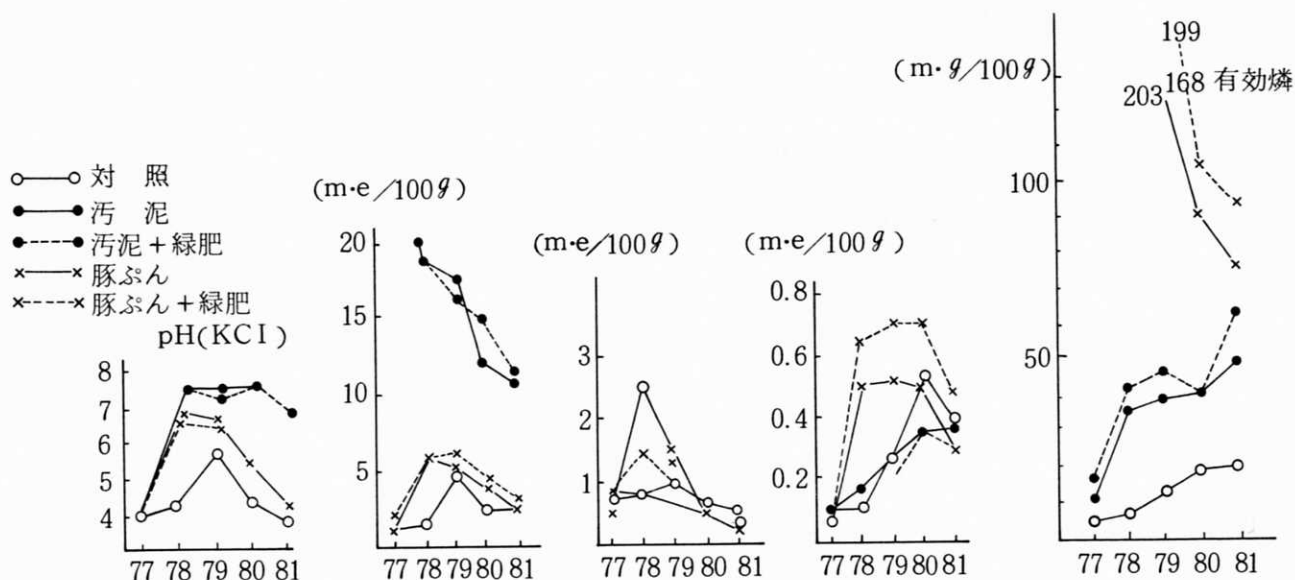


図-2 土壌pH，置換性塩基，有効Pの年次別変化

造成時の有機物の多用が，その後，土壌中でどう変化し，腐植としてどれだけ蓄積されあるいは維持されたかを論ずるのは難しいことであるが，本試験の結果からみると次のようである。

対照の土中堆肥区では稲わらを植付時から毎年10a当たり1.5tを施用していたので，全炭素は年次の経過と共にその含量が増加していたが，他区よりは少ない経過であった。最も高く推移したのは，豚

ふん・緑肥区で、次いで豚ふん区、下水残渣・緑肥区、下水残渣区の順に多い傾向にあり、緑肥併用を行った場合の全炭素含量が、しない場合より高い状態で経過した。緑肥栽培すき込み併用の効果とうけとめてよいと思われる(図-3)。

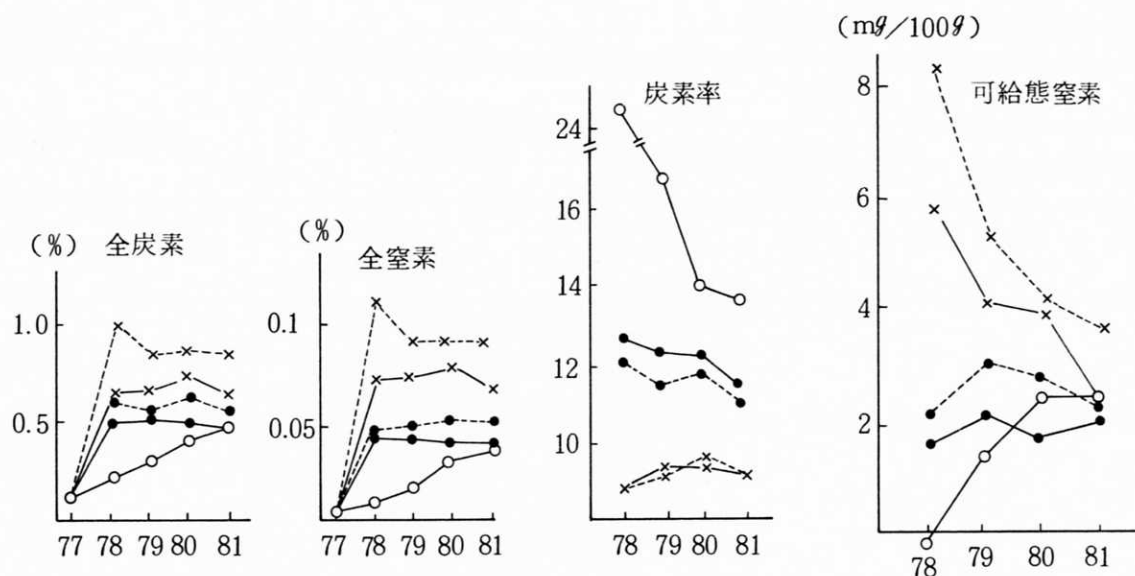


図-3 全炭素、全窒素及び可給態窒素の年次別変化

全窒素含量の年次別傾向は全炭素と同様で推移した。炭素率では豚ふん多用区>下水残渣多用区>対照土中堆肥区の順にあり、対照区に比し、両者ともかなり低かった。

可給態窒素は豚ふん・緑肥区が他に比し、当初よりその含量が高かったが、年次経過と共に急激な減少が特徴的であったほかは、全窒素含量の推移とほぼ同様な傾向にあった。

これらのことから、一応大づかみな傾向としては、下水残渣施用区の石灰富化効果及び豚ふん施用区の有効態リン酸の富化効果は5年以上、その他の土壌化学性あるいは窒素的肥沃度については3~5年の特続効果があるものと判断できよう。

(6) 牛厩肥の多用効果

近年の酪農経営は多頭化が必須要件とされ、そのふん・尿は今後ますます大量に排泄されることになる。そこでこれら牛厩肥の桑園造成時における多量施用効果を中心に、その利活用の合理的方法について検討した。

試験は、植付時に牛厩肥を10 t, 20 t, 30 t/10 aを一時に多用した場合、更に毎年2 t, 4 t, 6 t/10 aと連用していく場合について4年間実施した。供試土壌は腐植質火山灰土である。

これらの有機質による増収効果を表-14に示した。植付から4か年の合計桑収量では、無施用区の収量を100とした指数でみると、稲わら堆肥毎年施用区108であったのに対し、植付時20 t/10 a施用区が114、毎年6 t/10 a施用区120を示し、いずれも増収を認めたが、毎年6 t連用の場合が最も効果的であった。

次に牛厩肥を10 a当たり植付時に30 t施用区及び毎年6 t施用区、無施用区の桑葉の飼料価値を検討

した。その結果は表-15のとおりであるが、無施用桑に比し、牛厩肥多用桑の両区とも減蚕歩合、繭質及び対1万頭当たり収繭量等に大差が認められず、これら施用桑の飼料価値については問題がないことを確認した。

表-14 牛厩肥等有機質の多用効果

(岩手県蚕試)

試 験 区		4 カ年合計収量 (kg/10 a)	左 の 指 数
有 機 質 資 材	10 a 当たり施用量 (t)		
牛 厩 肥	植 付 年 10	4,795	103
"	" 20	5,278	114
"	" 30	5,105	110
"	毎 年 2	4,918	106
"	" 4	5,258	113
"	" 6	5,642	120
わ ら 堆 肥	2	5,011	108
無 施 用	—	4,614	100

表-15 牛厩肥多用桑の飼料価値

(岩手県蚕試)

試 験 区	4～5 齡 経過日数 (日, 時)	4～5 齡 減蚕歩合 (%)	4 齡起蚕 1 万頭当たり 普通繭収量 (kg)	1 ℓ 粒数 (粒)	繭 重 (g)	繭 層 重 (kg)	繭層歩合 (%)
無 施 用	13. 08	1.0	17.6	63	1.97	50.1	25.4
植付前 30 t	13. 08	1.0	18.8	63	2.03	50.4	24.8
毎 年 6 t	13. 08	1.3	18.8	62	2.04	51.4	25.2

注. 掃立月日: 8月25日 供試蚕品種: (昭 葉) × 新生 供試蚕数と連制: 4 齡起蚕 300 3 連制

(7) 有機質と改良資材の併用による現地実証

低位生産桑園における総合的な土壌改善効果を現地を用い実証的に検討した。改善内容は火山灰土で畦間における土壌物理性(有効土層がうすく, ち密)が不良条件にあったことから, これらの改良のための, 下層土の深耕とあわせて燐酸の多用(有効燐酸20 mg 目標), pHの調節及びオガクズ堆肥 3 t, もみがら 0.15 t の施用による総合改善を図るものとした。

この結果, 3 か年の実証試験では慣行法に対し, 改善した場合の合計桑収量は約 50 % の顕著な増収となった。このことは有機質と無機改良資材の併用・深耕の総合的效果と判断してよいと思われる(表-16)。

表一16 有機物・無機改良剤の併用による現地実証効果（山形県蚕試）

場 所	土壌母材	区別	主 な 改 善 要 因 (kg/10a)	年 次 別 収 量 (kg/10a)				
				54年度	55年度	56年度	3か年 合 計	指 数
(山形) 飽海郎 松山町	第三紀層	慣行		792	1,773	755	3,320	100
		改善	○有効リン酸20mg目標 ○pH 6.5 目標石灰施用 ○もみがら(150) ○堆肥(3,000)	1,092	2,831	980	4,908	152

更にその経済効果を試算してみたところ、単純比較ではあるが、かなりの収益増が認められた（表一17）。

表一17 経済効果試算

（山形県蚕試）

項目 区分				3か年合計 管 理 費 (円)	差 引	比 較
	3か年新梢集量 (kg)	単 価 (円)	金 額 (円)			
改 善 区	4,908	64	314,112	165,175	148,937	175
対 照 区	3,320	64	212,480	127,285	85,195	100

3 今後の問題点

(1) 衛生残渣の連用限界

下水残渣を連用した場合の重金属類、特に亜鉛、カドミウム、水銀、砒素等の土壌蓄積及び桑樹の吸収量等については本試験の範囲では蚕作等に問題となる事象は認められなかったが、長期連用条件ではまだ検討の余地が残っている。

また、し尿残渣の連用により桑葉に褐変症状を呈するクロロシスあるいはネクロシスなどが一部にみられたが、これの原因についても追求しておく必要があるだろう。

(2) 各種有機資材の施用と新桑品種の適応性

現行の栽培桑品種は改良鼠返、剣持、ゆきしのぎ等が主流であるが、最近の新しい品種としてしんいちのせ、しんけんもち、更にはあずまねずみが登録され、普及に移されつつある。

これらについては地域にあった使い方をしなければならないが、まず各種有機質資材・化学肥料などの施用との関連でその適応性を検討しておく必要があると思われる。

4 要 約

各種有機素材として、衛生残渣（下水，し尿），豚ふん，樹皮堆肥及び廃条・蚕沙等を供試し，開発桑園における施用効果を検討した。その結果の要旨は次の通りである。

(1) 低位開発桑園における下水残渣の施用効果は10 a 当たり 2 t にもみがら 0.5 t を併用することにより最も増収した。し尿残渣は10 a 当たり 1 t 施用で有効だが，土壤酸性防止のための石灰の施用に特に留意すること。

(2) 園液分離豚ふんは10 a 当たり 3 t を冬期間に地表全面散布し，畦間土壌と混和する施用法が効果的であった。

(3) 樹皮堆肥を施す場合，施用労力の節減化をも考慮すると，10 a 当たり 3 t を畦間に 2 年おきに投入するのが効果的であった。

(4) 廃条・蚕沙の有効活用とするには，2～5 cm に切断し（1 時間当たり約 1 t ）堆肥化したものを10 a 当たり 2 t を畦間に施しロータリー耕を行うようにする。

(5) 新規に桑園を造成する場合，植付前に下水残渣（25 t ）あるいは豚ふん（10 t ）の多用に緑肥（スダックス）を栽培すき込み併用を行うことにより，桑収量は残渣・緑肥で37%，豚ふん・緑肥で42%の顕著な増収効果を認めた。また下水残渣施用区の石灰富化効果あるいは豚ふん施用区の磷酸富化効果は5年以上，窒素的肥沃度については3～5年の持続効果を認めた。

更に牛厩肥の植付前の20 t 施用あるいは毎年6 t 施用でも14%～20%の増収を認め，それらの施用桑の飼料価値に問題はみられなかった。

(6) 低位生産性桑園に対する総合改善効果は，おがくず堆肥（3 t ）とpH（6.2），磷酸改良（20 mg ）・深耕等の組合せによる実証で，桑収量は慣行に比し約50%増収し，経済試算による収益性も高かった。

引 用 文 献

- 1) 野木昭修・柳沼泰衛・堤 和敏，開こん造成桑園における牛・豚厩肥の連続施用が桑収量および土壤化学性に与える影響，福島蚕試研報 18，1—6（1978）。
- 2) 農林水産技術会議事務局，永年作物における微量金属元素の異常吸収に関する研究，研究成果 88，152—168（1976）。
- 3) ————，永年作物における微量金属元素の異常吸収に関する研究，研究成果 88，169—178（1976）。
- 4) 佐藤昌之，横浜市における下水汚泥の緑農地利用，下水道協会誌 13（142），10—27（1976）。
- 5) 高橋和司，下水汚泥の土壤改良のための有機物資材としての利用，汚泥の緑農地還元肥料化対策資料集，フジ・テクノシステム，p. 202—227（1976）。