

簡易ドラム缶がまを利用した桑樹の製炭法 及びその桑園への施用効果

SUZUKI Makoto · TAKAHASHI Kyoichi

鈴木 誠 · 高橋 恭一

養蚕副産物である桑株、桑枝及び桑椹等は年間を通じてかなりの量になり、バイオマスの観点から見逃し難い有効な資源とみられるが、廃棄物という意識が強く積極的な利用はほとんど試みられていない。

桑園の改植や飼育後に生ずる桑株や廃条は、一部の農家で燃料や堆肥として利用されているが、産出量が多量であり、また堆肥化するにしても機械や手間を要するため焼却処分されることが多く、蚕室周辺や桑園内等に投棄・放置されることもある。このようなことは蚕桑病害虫予防の見地からも問題があり、また資源の有効利用面から考えても不経済なことである。

養蚕廃棄物の生産量は、条桑育の場合給桑量の60~70%であり、このうち60%は廃条である⁽¹⁾。桑園における有機物の施用量は1~1.5t/10aがベースであるが、これは産出される廃条・蚕沙によってほぼ自給できるが、前述したように積極的な利用はあまり行われていない。しかし、廃棄物の排出に対しては、快適な生活環境の確保と産業活動の維持・発展のために、廃棄物の減量化やリサイクルを含めた適性処理の推進に取り組むべきである。

一方、最近木炭への関心が高まり、調理・燃料への利用以外に土壤改良資材、水質浄化、消臭材や炭焼きの煙を冷却した時にできる液体である木酢液の農業面での利用等が広まりつつある。廃条等から炭を作りそれを桑園に還元できれば、まさに廃棄物の減量化とリサイクルになる。

そこで、桑園から産出される桑枝・株の有効利用を図るため、これらの製炭法とその利用技術について検討した。本報では、桑枝等の誰でもできる簡易な製炭法と、この炭の土壤改良資材としての有効性について報告する。なお本研究の一部は、日本蚕糸学会関東支部第39回大会において発表した。

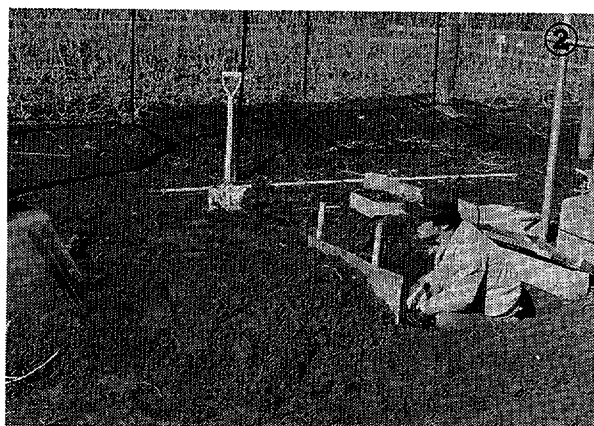
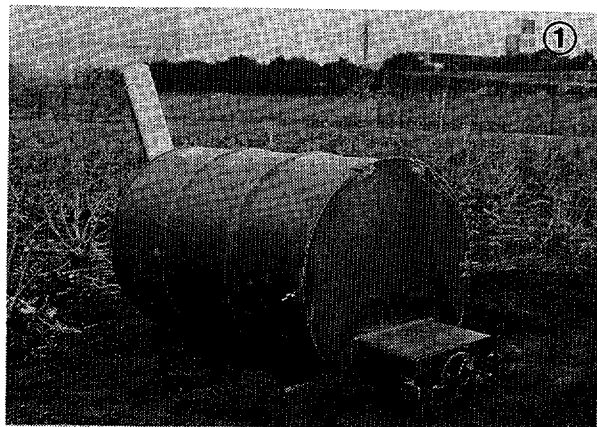
本文に入るに先立ち、CNコーダーの使用に便宜を図って下さった、神奈川県農業総合研究所岡本保主任研究員に感謝いたします。

材 料 と 方 法

1. 桑枝・株の製炭法

長さ89cm、直径57cmのドラム缶を第1図-①のように、煙突と窯口付きのふたを取り付けられるように加工し、これを土中に埋めて製炭を行った。方法は、このドラム缶がまの中に桑枝・株をぎっしりと横詰めにし、ふたを閉じ耐熱性のアルミテープで目張りをした後、約10cmの厚さで土をかぶせ、焚口より燃焼させた。炭材の乾燥程度にもよるが1~2時間後に煙が黄色がかった色になり、この時の煙の温度は約80℃であった(第1図-②)。これで炭材への着火は完了であり、焚き火を止め焚口を閉め通風口をわずかに開けておいた。この時、火力が弱まり煙温が下がることもあるが、その場合は再度焚口を開け風を送った。炭化の進行に従い煙の色が変化するが、炭化の終了は煙の色が青色に変わり、煙温が200℃を超えた時(着火から2~3時間後)とした。そして通風口を完全

に閉じ煙突を取り除き、ドラム缶全体が隠れるように土を履い消火して一晚放置し、翌日炭を取り出した(第1図-③)。



第1図 簡易ドラム缶がまによる製炭

- ① ドラム缶がま(全景)
- ② 製炭中
- ③ できあがった桑炭

2. ポット試験

厚層多腐植黒ボク土、壤土を1/2000aポットに充填し、3月後半に桑品種「しんいちのせ」の中苗を植え付けた。植え付け後約10cm残して伐採し、粉碎した桑炭と化学肥料(N10:P4:K4)を施用し、上層を良くかくはんした。

試験区は化学肥料を10a当たり300kg施用したものを対照区とし、これに桑炭を10a当たり50kg、100kg、150kg、300kg、500kg、1000kg加用した区と、化学肥料の量を20%及び40%削減し、桑炭を10a当たり50kg、150kg、300kg加用した区、計13区を設けた。

試験は全て1区3連制とし、5月15日から15日間隔で枝条長と着葉数を調査し、9月15日に条桑量を測定した。さらに12月10日に根重と土壌pHを測定した。

3. ほ場試験

供試桑園は灰色低地土、砂壤土の土地に植栽されている「しんいちのせ」普通桑園(栽植距離:2.1m×0.6m)である。

試験区は10a当たり化学肥料(N10:P4:K4)を300kg施用した区を対照とし、桑炭を10a

当たり50kg、100kg加用した区と、化学肥料を10a当たり240kg(20%削減区)施用し、桑炭を50kg及び100kg加用した計5区を設定した。

また、翌年からは桑炭の持続効果と連用効果を知るために、化学肥料を10a当たり300kgに統一し、1年目にだけ桑炭を10a当たり50kg及び100kg施用した単用区と、4年間桑炭を10a当たり50kg、100kg及び150kg施用し続けた連用区を設定した。

春蚕期と晩秋蚕期に枝条・収量調査を行い、冬期(11~12月)に土壌を採取しその分析を行った。施肥は春(3月)と夏(6月)の両時期に等量ずつ施用し、桑炭は全量を3月に畦間に全面散布し、散布後ロータリーで耕うんした。なお試験区は1区0.8aの1連制とした。

4. 土壌分析

土壌pHは、H₂O及びINKC ℓ の振とう抽出物をガラス電極法で測定した。全窒素及び全炭素含量はCNコーダー(柳本製作所製)を用い、りん酸吸収係数は2.5%りん酸アンモニウム溶液浸出・バナドモリブデン酸法、有効態りん酸含量は2.5%酢酸抽出・塩酸モリブデン法、置換性カルシウムとマグネシウムは1N酢酸アンモニウム抽出・EDTA滴定法で測定した。

結 果 と 考 察

簡易ドラム缶がまによる製炭及びその炭の性質

本格的なかまどを使用しないで素人でも簡単に炭が焼ける方法としては、伏せ焼き法や林試式移動炭火炉を用いる方法等があるが、今回は農家の庭先で簡易に製炭することができるドラム缶を使用する方法で行った。全景は第1図のとおりであり、1基の加工費はドラム缶、プレート、煙突等を含めて19,540円であった。

第1表にこの“かま”で春切枝条及び春蚕期の廃条を製炭したときの、製炭時間及び収炭率を示した。点火から消火までの製炭時間は2時間30分~4時間40分であり、枝の乾燥状態や材料により異なり、乾燥させた材料ほど、製炭時間が短く、収炭率が劣る傾向が認められた。また収炭率は12~15%であり、1回で4~6kgの炭が生産できた。中曽根ら⁽²⁾は桑園に土窯を設け製炭を行っているが、この時の収炭率は生条で18%前後、収穫一カ月後の古条で21~26%であったと報告しており、今回得られた収炭率よりかなり高くなっている。これは木炭製造に一般的に使用する土窯を用い、さらに熟練した職人が炭を焼いたためと推察されるが、簡易なドラム缶がまでも十分に炭を生産できることがわかった。また、このドラム缶がまの耐用年数は、年5~6回の使用で5カ年経過したが、回りにサビが出た程度でほとんど傷みはなく、通常の使用ではかなりの耐用性があるものと考えられる。

中曽根ら⁽²⁾は、桑条の炭の特徴として、火力が高く、しかも点火後火力の上昇が早く、燃焼時間が速いことを上げており、一般の雑木炭より著しく良炭であると報告している。今回は火力の調査は行なわなかったが、ドラム缶で焼いた桑炭もこれに準ずるものと思われる。

第1表 ドラム缶がまによる製炭

材 料	炭 材 量	製炭時間(点火~消火)	炭 重 量	収 炭 率
春切り古条(伐採直後)	45.6 kg	4時間40分	6.8 kg	14.9%
” (伐採15日後)	36.0	3. 30	4.5	12.5
” (伐採60日後)	28.2	3. 20	3.4	12.1
春蚕期廃条(5日間乾燥)	35.9	3 20	5.3	14.8
” (20日間乾燥)	34.4	2. 30	5.0	14.5

ポット試験における桑炭施用効果

最近、木炭が燃料以外の用途、例えば融雪剤や河川浄化剤として幅広く用いられている。特に農業分野においては、土壌改良資材としての利用が増えており、昭和61年11月26日に地力増進法施行令の一部が改正され、土壌改良資材として木炭を政令指定し、昭和62年6月1日から施行された。

木炭の土壌改良資材としての有効性については、イチゴ・白菜・リンゴ・ワサビ・茶樹・松・芝等の作物で認められているが⁽⁴⁾、桑樹ではまだ試みられていない。そこで自家製炭した桑炭が、土壌改良資材として桑園に還元できるか否かを検討した。

第2表に1/2000aポット試験における桑の枝条及び収量・根重調査の結果を示した。施肥量が300kg/10aの場合、桑炭を施用することにより枝条長、着葉数、条桑量及び根重が増加する傾向が認められ、桑炭500kg/10aの施用で概ねその値が最大となった。また、施肥量を20%削減した区では、桑炭50kg/10a以上の加用で枝条長、着葉数、条桑量は対照区以上となり、桑炭施用量を増加するに従い、収量等が多くなる傾向を示したが、施肥量を40%削減した区ではその傾向は顕著ではなく、対照区と同等かそれ以下の生育を示したものもあった。

以上のことより、桑炭の施用により桑の生育が増進する傾向が認められ、桑炭50kg/10a以上の施用をすれば、20%程度肥料の節減が図れる可能性が示唆された。しかし大量の施用は逆に生育阻害をおこす可能性があり、ポット試験では10a当たり500kgまでの施用が限度であることが示唆された。

桑園への桑炭の施用効果

ポット試験の結果をふまえて、実際の桑園において桑炭施用試験を行った。第3表に初年度に行った、桑炭施用量と肥料の削減効果を知るための試験の結果を示した。

桑炭の施用により最長新梢長、最長枝条長はいずれの区も対照区を上回ったが、春蚕期の新梢数や晩秋蚕期の枝条数には大差は認められなかった。また10a当りの年間条桑量は、標準施肥をした区では桑炭を施用することにより12~45%増収し、それは桑炭施用量に比例して増大する傾向が認められた。さらに、施肥量を20%削減した区においても桑炭の施用効果が明瞭に認められ、条桑量は約30%対照区に比べ増加し、ポット試験と同様に桑炭の加用により、肥料の節減が図られる可能性が示唆された。

第2表 桑炭施用による桑樹の生育・収量

(1/2000aポット)

	5月15日		7月15日		9月15日		5.15~9.15		9月15日		12月10日	
	枝条長	着葉数	枝条長	着葉数	枝条長	着葉数	伸長量	着葉数	収量	指数	根重	指数
	cm	枚	cm	枚	cm	枚	cm	枚	g		g	
化学肥料300kg/10a (対照区)	11.0	7.7	37.7	18.0	49.7	21.7	38.7	14.0	57	100	70	100
" +桑炭 50kg/10a	17.0	8.7	52.0	19.0	62.0	25.3	45.0	16.6	70	123	83	119
" " 100kg/10a	20.7	8.3	52.0	17.0	61.0	22.0	40.3	13.7	73	128	94	134
" " 150kg/10a	16.3	9.0	54.7	20.7	67.0	28.7	50.7	19.7	83	146	87	124
" " 300kg/10a	17.0	8.7	48.7	19.3	63.0	26.7	46.0	18.0	72	126	97	139
" " 500kg/10a	19.7	9.3	58.0	20.3	70.7	25.3	51.0	16.0	90	158	110	157
" " 1000kg/10a	15.0	8.7	51.7	21.7	62.0	23.0	47.0	14.3	72	126	95	136
化学肥料240kg/10a+桑炭 50kg/10a	6.0	6.0	36.3	17.7	53.0	22.0	47.0	16.0	60	105	58	83
" " 150kg/10a	10.0	8.0	46.5	20.0	54.5	23.5	44.5	15.5	75	132	90	129
" " 300kg/10a	12.0	9.0	41.5	21.0	65.0	26.0	53.0	17.0	95	167	65	93
化学肥料180kg/10a+桑炭 50kg/10a	13.3	8.0	47.0	19.3	60.0	22.0	46.7	14.0	63	111	60	86
" " 150kg/10a	10.7	8.0	41.3	18.3	51.7	19.0	41.0	11.0	58	102	55	79
" " 300kg/10a	12.0	8.3	38.0	15.7	47.0	20.0	35.0	11.7	55	96	50	71

第3表 桑炭施用後の桑の生育・収量

(ほ場試験)

	春 蚕 期					晩 秋 蚕 期				
	新梢数	最長新梢長	同左着葉数	10a当り条桑量	10a当り新梢量	枝条数	最長枝条長	同左着葉数	10a当り条桑量	10a当り正葉量
	本	cm	枚	kg	kg	本	cm	枚	kg	kg
化学肥料300kg/10a (対照区)	19.4	48.7	16.4	1288(100)	905(100)	5.4	16.59	5.19	535(100)	425(100)
" +桑炭 50kg/10a	19.6	52.6	15.7	1478(115)	1102(122)	5.6	17.04	5.22	560(105)	497(117)
" " 100kg/10a	18.7	59.0	18.4	1912(148)	1359(150)	5.8	18.89	5.49	732(137)	637(150)
化学肥料240kg/10a+桑炭 50kg/10a	18.0	56.3	18.0	1723(134)	1224(135)	5.8	17.82	5.26	661(124)	588(138)
" " 100kg/10a	20.9	50.8	16.7	1610(125)	1159(128)	5.7	18.55	5.43	754(141)	658(155)

()内は指数

桑炭を初年度にだけ施用した単用区と4年間施用し続けた連用区、施用2・3・4年目の桑の生育・収量を第4・第5・第6表に示した。年により若干の変動はあるものの、桑炭施用により枝条伸長及び着葉数は、150kg/10a連用区及び施用3年目晩秋蚕期の桑炭施用各区が、対照区より劣るのを除けば各区とも大差はなく、対照区と同等かそれ以上の生育を示した。桑炭施用2年目の新梢・正葉量は対照区を100とした指数で、桑炭単用区で104~129、連用区で94~116となり、施用3年目では桑炭150kg/10a連用区を除き、対照区と同等かそれ以上の収量を示し、それは施用4年目も同様の傾向であった。桑炭150kg/10a連用区では、施用3年目の指数が75、4年目では80となり、施用3年目から収量が減少する傾向が認められた。この原因については後述する。

第4表 桑炭施用後の桑の生育・収量（施用2年目）

（ほ場試験）

	春 蚕 期				晩 秋 蚕 期			
	最長 新梢長	同左 着葉数	10a当り 条 桑 量	10a当り 新 梢 量	最長 枝条長	同左 着葉数	10a当り 条 桑 量	10a当り 正 葉 量
対照区（化学肥料）	52.6 ^{cm}	15.7 ^枚	1253(100) ^{kg}	891(100) ^{kg}	168.2 ^{cm}	52.8 ^枚	430(100) ^{kg}	343(100) ^{kg}
桑炭 50kg/10a単用	52.0	15.2	1214(97)	942(106)	169.4	49.6	434(101)	338(99)
“ 100kg/10a “	61.5	16.6	1529(122)	1112(125)	173.6	49.4	615(143)	482(141)
“ 50kg/10a連用	55.0	15.8	1341(107)	986(111)	166.2	48.7	503(117)	399(116)
“ 100kg/10a “	57.9	16.3	1354(108)	1021(115)	163.9	46.7	505(117)	414(121)
“ 150kg/10a “	48.0	14.4	1132(90)	838(94)	153.0	45.8	408(95)	324(94)

（ ）内は指数

第5表 桑炭施用後の桑の生育・収量（施用3年目）

（ほ場試験）

	春 蚕 期				晩 秋 蚕 期			
	最長 新梢長	同左 着葉数	10a当り 条 桑 量	10a当り 新 梢 量	最長 枝条長	同左 着葉数	10a当り 条 桑 量	10a当り 正 葉 量
対照区（化学肥料）	60.3 ^{cm}	19.0 ^枚	1516(100) ^{kg}	1096(100) ^{kg}	204.1 ^{cm}	58.4 ^枚	746(100) ^{kg}	542(100) ^{kg}
桑炭 50kg/10a単用	61.1	18.2	1533(101)	1118(102)	170.6	45.1	551(74)	435(80)
“ 100kg/10a “	62.9	17.5	1698(112)	1219(111)	186.1	51.1	856(115)	663(122)
“ 50kg/10a連用	64.5	18.5	1486(98)	1073(98)	178.6	47.6	646(87)	548(101)
“ 100kg/10a “	62.5	18.0	1554(103)	1145(104)	178.5	45.3	729(98)	548(101)
“ 150kg/10a “	53.5	17.9	1160(77)	821(75)	175.7	44.6	541(73)	411(76)

（ ）内は指数

第6表 桑炭施用後の桑の生育・収量（施用4年目）

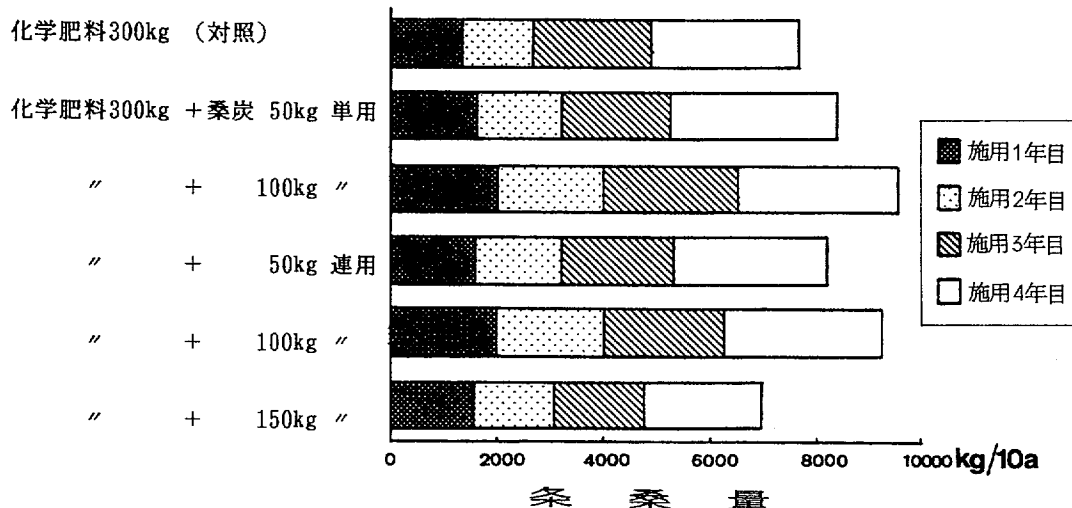
（ほ場試験）

	春 蚕 期				晩 秋 蚕 期			
	最長 新梢長	同左 着葉数	10a当り 条 桑 量	10a当り 新 梢 量	最長 枝条長	同左 着葉数	10a当り 条 桑 量	10a当り 正 葉 量
対照区（化学肥料）	62.5 ^{cm}	19.1 ^枚	1930(100) ^{kg}	1413(100) ^{kg}	208.1 ^{cm}	66.8 ^枚	854(100) ^{kg}	657(100) ^{kg}
桑炭 50kg/10a単用	70.1	18.9	2041(107)	1594(113)	218.4	65.7	1081(127)	821(125)
“ 100kg/10a “	73.3	19.8	1974(102)	1553(110)	214.7	64.8	1078(126)	810(123)
“ 50kg/10a連用	66.2	18.7	1801(93)	1403(99)	217.7	64.1	1107(130)	819(125)
“ 100kg/10a “	72.1	19.6	1886(98)	1490(105)	225.9	64.9	1128(132)	843(128)
“ 150kg/10a “	62.1	18.0	1400(73)	1029(73)	193.1	62.7	815(95)	630(96)

（ ）内は指数

第2図に4年間の合計条桑量を示したが、対照区を1.00とした指数で50kg/10a単用区で1.05、100kg/10a単用区では1.21を示し、10a当たり50~100kgの桑炭単用区では最低でも4年間は土壤改良資材として有効に効果を示すことが認められた。一方、連用区では50kg/10a区で指数1.04、100kg/10aは1.14、150kg/10aでは0.87となり、10a当たり100kgまでの桑炭は桑の生育・収量だけからみれば最低でも4年間は連用し続けられる可能性が示唆されたが、今後葉の成分分析が必要であろう。桑炭150kg/10aの連用区では枝条の伸長が劣り、また施用3年目より

収量が減少し始め、桑の生育に影響が認められたが、桑炭の大量連用による外観上の桑の顕著な発育阻害等の症状は認められなかった。



第2図 桑炭施用後の桑桑量の年次別推移

土壤の化学性

桑炭施用前の供試土壤と桑炭の成分を第7表に示した。桑炭の成分の特徴としては、pHが9.0の強アルカリ性であり、全炭素含量が約80%、有効態りん酸含量が219mg/100gの、炭素とりん酸含量に富むアルカリ性の資材であった。

第7表 供試土壤及び桑炭の化学性

	水分率 (%)	pH		T-C (%)	T-N (%)	C/N	置換性塩基(me)		有効態りん酸 (mg/100g)	りん酸 吸収係数
		H ₂ O	KCl				Ca	Mg		
1/2000aポット(火山灰土)	—	6.1	5.7	9.79	0.62	15.8	15.50	1.50	16.8	2871
普通桑園(砂壤土)	—	5.7	4.0	0.89	0.06	14.3	8.40	0.98	41.2	784
桑炭	4.6	9.0	—	79.31	0.77	103.0	18.20	0.92	219.4	2881

第8表に1/2000aポット試験における土壤分析結果を示した。ポット試験では桑炭施用による土壤への顕著な影響は認められず、有効態りん酸含量が若干増加したのを除き、対照区と大差ない値を示した。これは後で述べる桑園試験で変動が認められたことから考えて、1/2000aという限られた面積での試験に、ほぼ毎日散水し続けたことにより成分が流亡したためと考えられる。

ほ場試験の土壤分析結果を第9表に示した。桑炭を施用することで、pH(H₂O)は0.4~0.7上昇し、また置換性カルシウム及び有効態りん酸含量は増加する傾向を示したが、全窒素・全炭素含量には大差は認められなかった。桑炭は第7表に示したように、置換性カルシウム、有効態りん酸含量に富むアルカリ性資材であるため、これを施用することにより蓄積がおこり分析値が上昇したものと考えられ、桑炭の土壤改良資材としての有効性が示唆された。

第8表 桑炭施用後の土壌化学性

(1/2000aポット)

	pH		T-C (%)	T-N (%)	C/N	置換性塩基(me)		有効態りん酸 (mg/100g)	りん酸 吸収係数
	H ₂ O	KCl				Ca	Mg		
	化学肥料300kg/10a(対照区)	6.6				5.8	9.77		
" +桑炭50kg/10a	6.7	5.9	9.69	0.63	15.4	15.7	2.1	33.6	2810
" " 100kg/10a	6.7	5.8	9.95	0.64	15.5	13.7	3.7	43.5	2774
" " 150kg/10a	6.9	6.0	9.96	0.63	15.8	14.3	3.4	37.6	2777
" " 300kg/10a	6.5	5.6	9.86	0.62	15.9	15.2	2.0	37.2	2791
" " 500kg/10a	6.7	5.9	9.45	0.60	15.8	16.0	2.5	37.2	2728
" " 1000kg/10a	6.9	6.0	9.79	0.62	15.8	17.5	3.8	45.4	2710
化学肥料240kg/10a+桑炭50kg/10a	6.6	5.7	9.74	0.61	16.0	15.9	2.4	42.0	2809
" " 150kg/10a	6.9	6.0	9.92	0.64	15.5	16.5	2.9	42.7	2764
" " 300kg/10a	6.8	6.0	9.62	0.61	15.8	15.6	4.1	42.3	2784
化学肥料180kg/10a+桑炭50kg/10a	6.9	5.9	9.71	0.62	15.7	14.7	2.5	36.0	2813
" " 150kg/10a	7.1	6.0	10.01	0.64	15.6	15.2	4.0	42.2	2806
" " 300kg/10a	6.9	6.0	9.77	0.63	15.5	16.2	3.1	31.3	2782

第9表 桑炭施用後の土壌の化学性

	pH		T-C (%)	T-N (%)	C/N	置換性塩基(me)		有効態りん酸 (mg/100g)	りん酸 吸収係数
	H ₂ O	KCl				Ca	Mg		
	化学肥料300kg/10a(対照区)	5.5				4.0	0.90		
" +桑炭50kg/10a	5.9	4.7	0.86	0.06	14.3	10.82	0.56	61.0	1039
" " 100kg/10a	6.1	4.4	0.91	0.06	15.2	10.68	1.59	61.4	1155
化学肥料240kg/10a+桑炭50kg/10a	6.2	5.2	1.80	0.14	12.9	13.22	1.69	79.4	618
" " 100kg/10a	6.0	4.3	0.92	0.07	13.1	8.32	0.76	31.3	788

桑炭の持続効果と連用効果を知るために行った試験の土壌分析結果を第10表(施用2年目)と第11表(施用4年目)に示した。全炭素含量は桑炭を施用することにより増加し、連用区では施用2年目で1.08~1.29%であったのに対し、4年目では1.33~1.71%になり炭素の蓄積が認められた。一方、全窒素含量は0.1%前後、置換性マグネシウムは1~2meであり対照区と大差はなく、連用による蓄積も認められなかった。有効態りん酸含量は、桑炭の大量施用によりその値が減少する傾向が認められ、さらに連用による蓄積も明瞭ではなく、また置換性カルシウムも桑炭の大量施用によりその値が減少する場合もあった。

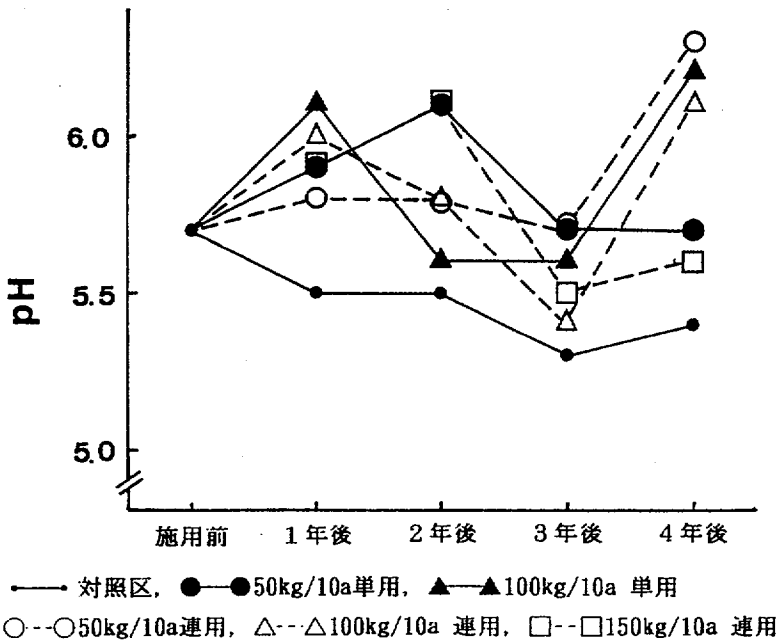
桑炭施用後の土壌pHは化学肥料単用の対照区に比較し、施用2年目で0.1~0.6、施用4年目で0.2~0.9高くなった。第3図に土壌pH(H₂O)の経年変化を示したが、化学肥料単用区が年々低下する傾向を示したのに対し、桑炭施用区ではその値より高く推移した。しかし、桑炭施用量とpHの間には明瞭な相関は認められず、4年間連続して10a当り150kgの桑炭を施用しても、大幅なpHの上昇は認められなかった。

第10表 桑炭施用後の土壤の化学性（施用2年目）

	pH		T-C (%)	T-N (%)	C/N	置換性塩基(me)		有効態りん酸 (mg/100g)	りん酸 吸収係数
	H ₂ O	KCl				Ca	Mg		
対照区（化学肥料）	5.5	4.0	0.93	0.09	10.3	7.89	1.32	38.2	670
桑炭 50kg/10a 単用	6.1	4.9	1.02	0.10	10.2	12.69	1.65	53.7	641
“ 100kg/10a “	5.6	4.5	1.11	0.09	12.3	8.16	1.07	24.1	713
“ 50kg/10a 連用	5.8	4.8	1.08	0.09	12.0	14.81	2.05	39.5	1155
“ 100kg/10a “	5.8	4.6	1.29	0.12	10.8	7.60	1.10	25.7	659
“ 150kg/10a “	6.1	4.3	1.10	0.09	12.2	16.61	1.67	38.2	1005

第11表 桑炭施用後の土壤の化学性（施用4年目）

	pH		T-C (%)	T-N (%)	C/N	置換性塩基(me)		有効態りん酸 (mg/100g)	りん酸 吸収係数
	H ₂ O	KCl				Ca	Mg		
対照区（化学肥料）	5.4	4.1	1.15	0.11	10.5	7.82	1.21	34.2	729
桑炭 50kg/10a 単用	5.7	4.2	1.37	0.12	11.4	12.26	2.17	32.5	819
“ 100kg/10a “	6.2	4.4	1.19	0.11	10.8	14.07	1.74	31.6	1070
“ 50kg/10a 連用	6.3	4.3	1.33	0.12	11.1	12.01	1.19	55.5	809
“ 100kg/10a “	6.1	4.3	1.71	0.15	11.4	7.64	0.99	39.2	892
“ 150kg/10a “	5.6	4.1	1.35	0.11	12.3	6.79	0.88	32.8	783



第3図 桑炭施用後の土壤 pH (H₂O) の推移

以上のように、養蚕廃棄物である桑株・枝等がドラム缶を加工した簡易な“かま”で製炭でき、この炭はレジャー用・家庭用の炭として利用する以外に、粉碎して桑園に還元することで、桑の収量が増加し、また化学肥料の節減が図られるなど、土壌改良資材として利用できる可能性が示唆された。

桑の生育・収量が増加した要因としては、まず酸性土壌の改良が考えられる。土壌の酸性化に伴い、石灰の欠乏、アルミニウム・マンガン等の活性化、りん酸の難溶性化、有用土壌微生物の活性低下、マグネシウムの欠乏等を促し、作物の生育に極めて大きな影響を及ぼすことが知られている。桑では pH6.0~6.5 において生育が良好であるといわれるが、今回化学肥料単用区では pH が年々低下し pH 5.4 となったのに対し、桑炭施用区では pH 5.6~6.3 になり酸性土壌の矯正が図られ、最適 pH に近づくことが確認された。

次の要因としては、微量要素の補給効果が考えられる。第7表に示したように、桑炭はカルシウム・マグネシウム・りん酸含量に富む資材であるが、この他にもカリウム・鉄・アルミニウム・マンガン等無機質に富み、それらは水溶性の形で存在する⁽⁴⁾。このような要素が補給されたことにより、桑の生育・収量が良好になったと考えられる。

その他炭の一般的な特徴としては、①多孔質であり土壌の透水性を良くし、保水性を高める。②表面積が大きく吸着性に優れるため、通気性と肥持ちを良くし、さらに有害ガス等を吸着する。③木炭は高温で処理されているため腐生性の微生物の栄養源となる有機物が無く、無菌状態に近く、このような特殊な環境で繁殖できるのは、藻類や空中窒素固定菌のような独立栄養微生物か、VA菌根菌のような共生微生物だけであり、これら有用土壌微生物の積極的な利用を図ることができる。④地温を高める。というような特徴がある⁽³⁾⁽⁴⁾。今回の報告では、これらの特徴と桑の生育・収量との関連については試験を行っていないが、これらも重要な要件であると考えられ、このような要因が総合的に関与することにより、桑に影響を与えたものと考えられ、今後さらに検討する必要があると考えられる。

木炭の施用量は、水田で 50~300kg/10a、露地畑で 200~400kg/10a、茶樹は 200~1000kg/10a、芝地では 200~300kg/10a であると報告されている⁽⁴⁾。桑の場合、ポット試験及びほ場試験の結果から 50~500kg/10a の施用で良好な生育を示した。しかし、1000kg/10a 以上の単用や、150kg/10a の3年以上の連用により、桑の生育が阻害され収量が減少する傾向が認められた。この原因としては次のことが考えられる。

まず、桑炭の大量施用による土壌のアルカリ化と塩基バランスの悪化による生育阻害が考えられる。しかし土壌 pH は対照の化学肥料単用区に比べ、4年間の施用で 0.2~0.6 上昇したにすぎず、最大値は pH 6.1 であった。pH の調査が桑の養分吸収が終了した 12月に実施したため、低い測定値になったことも考えられるが、それにしても著しい土壌のアルカリ化は認められず、他の要因で生育阻害が生じたと考えられる。

次に、有効成分の吸着が考えられる。木炭は吸着性に優れ、肥持ちを良くし、有害ガス等を吸着するという特徴を先に述べたが、桑にとって必要な成分までも吸着してしまい、桑が栄養分を吸収できなくなってしまったことも考えられる。この報告の土壌分析では、粉碎した桑炭も合わせて分析しているため結論は出せないが、今後両者を分別した分析が必要であると考えられる。

土壌中で C/N 比の高い有機物が分解すると土壌中の有効窒素が微生物に吸収されて不可吸態となり、一時的にいわゆる窒素飢餓になる。第7表に示したように、桑炭の全炭素含量は 79.31%、全窒

素含量は0.77%であり、C/N比は103に達する。このようなC/N比の高い桑炭を大量に連用したため、窒素飢餓が起り続け、桑の生育が阻害されたことも考えられるが、今後この確認試験が必要であろう。

以上のことより、桑炭を土壤改良資材として桑園に施用する場合は、桑炭の大量連続施用で生育阻害が認められたこと、1回の施用でその効果が最低でも4年間持続すること、桑炭の施用により土壤の化学性にほとんど変化が無いこと等から、土壤の酸度や土質にもよるが、10a当り50~100kgの施用が望ましいと考えられた。

摘 要

養蚕廃棄物である桑株・枝を自家製炭する方法と、その利用方法について検討したところ、次の結果を得た。

1. ドラム缶を加工した簡易製炭がまで、桑株・枝等が容易に製炭でき、この“かま”での収炭率は約15%であった。
2. 自家製炭した桑炭を粉砕した後1/2000aポットに施用し、その効果を検討したところ、桑炭を施用することにより、その量に比例して枝条長、着葉数、条桑量及び根重が増加する傾向が認められたが、500kg/10a以上の施用では逆に生育阻害を起こした。
3. ポット試験及びは場試験より、化学肥料施用量を20%削減しても、桑炭50kg/10a以上の施用により収量等は対照の化学肥料単用区以上となり、肥料の節減が図られる可能性が示唆された。
4. 桑炭50~100kg/10aの単用では効果が最低でも4年間は持続し、桑の生育・収量は対照区以上となったが、150kg/10aの連用では施用3年目より桑の生育阻害が生じた。
5. 桑炭の特徴は、pH9.0、炭素・置換性カルシウム・りん酸含量に富む、アルカリ性資材であった。
6. 桑炭を施用することにより、土壤のpH、置換性カルシウム、りん酸含量が若干増加する傾向が認められた。
7. 桑炭は、その構造や吸着性、アルカリ性、有用微生物の繁殖促進等の特徴を利用した、土壤改良資材としての活用が考えられ、桑園への施用量は10a当り50~100kgが適当であると考えられた。

文 献

- (1) 荒川勇次郎(1990):桑作り技術原論, p.601, 蚕糸の光出版部, 東京.
- (2) 中曽根長男・緑川義輝(1938):桑条の化学的組成並に桑条の利用に就て, 茨城蚕試報, 9, 1-19.
- (3) 小川 真(1984):炭を使った土壤微生物相の調節, 研究ジャーナル, 7(3), 41-46.
- (4) 杉浦銀治・古谷一剛(1988):木炭はよみがえる.各地に広がる新しい土づくり, p180.全国林業改良普及協会, 東京.