

吸着材を製造し、その吸着性能を測定した。その結果、持ち込まれた材料は、形状は多様であったが、かさ密度が小さいものほど油吸着能力は高かった。

加熱温度を低下させるための触媒添加による熱処理は、二次公害を避けるために中止した。

さらに、多くの技術相談に対応するとともに、油吸着材としての性能等のチェックや商品化に付随する各種の特性を客観的に評定するために、いくつかの企業にサンプルを提供し、性能等のチェックを委託した。その結果、製品化に肯定的なものが、いくつかあった。

(平成 2～5年度)

(物性利用科, 耐久性性能科, 性能開発科)

1.1.2 木質系炭化物の農水産業への利用(共研)

Application of Wood Charcoals for
Agriculture and Fishery

この研究は平成 3 年度に開始し、5 年度で終了した。この間、炭化度別木炭の製造および木炭のろ過資用材化並びにその物性評価を行うとともに、木炭の環境浄化機能に着目した養殖漁業における水質浄化、農耕地における有害物質の除去、連作障害が目立つハウス栽培やビート等に用いる効果を検討してきた。

5 年度は以下に示す内容を検討した。

(1) 炭化物の製造および炭化物の物性

農業用の実用炉木炭粉のうちスクリーニング炉のこくず炭は、A 社で製造したが、炭化度を揮発分、固定炭素、比表面積から判断すると、流動層炉木炭よりも高く、ブロック炉木炭よりも低く、平炉木炭に近いものと認められた。

成形木炭ペレットは、H 社でチップダストをペレット化した原料を林産試験場の電気炉で炭化したものである。ペレット白炭は、最高炭化温度 850 に 2 時間保持後、鉄製密閉容器内で放冷した。また、ペレット黒炭は、最高炭化温度 600 に 1 時間保持後、炉から取り出し消炭した。ペレット白炭の性質を調べた結果、ペレット黒炭に比べて砕けにくく、揮発分が小さく、精練度が高く、比表面積が大きかった。(林産試

験場)

(2) 炭素系浄化素材と有機物分解菌の併用による海水浄化効果の評価

ペレット黒炭、ペレット白炭、珊瑚砂をろ材として使用し、それぞれのろ材を水洗、乾燥後、60cm 水槽用上面設置タイプのろ過器にセットした。ろ材の表面に浄化バクテリアを繁殖させてろ材を熟成するため、100 l 水槽にろ材を入れたろ過器を 4 個ずつ設置し、この中でクロソイを給餌飼育した。そして、アンモニアと亜硝酸の濃度が低下するまで、ろ材の熟成を行った。

熟成の終了したろ材が入った 6 個、および対照としてろ材なしの 2 個のろ過器を設置し、容積 60 l の水槽で、全長 10cm、体重 20g 内外のクロソイ人工種苗を飼育した。クロソイの収容尾数は、各ろ材につき 5 尾と 10 尾の 2 区を設定した。給餌は、休日以外の毎日 1 回、マダイ用配合飼料ペレットを摂餌しなくなるまで行った。また、全く摂餌しない場合も、ペレット約 0.6g を給餌し、62 日間飼育した。この間、開始時開始 35 日後と終了時に全個体の全長と体重を測定した。1 週間おきに pH、NH₃態 N、NO₂態 N、NO₃態 N を測定した。

ろ材なしの水槽では、途中ですべて斃死した。珊瑚砂を使用した試験区のうち、10 尾収容した水槽では、36 日目以降に 6 尾が斃死した。5 尾収容した珊瑚砂の水槽では、開始直後 1 尾が斃死したが、それ以外は順調に生育した。ペレット黒炭・白炭の水槽では、斃死しなかった。ろ材による成長の差は認められなかったが、5 尾区に比べて 10 尾区の成長が悪かった。また、成長量と給餌量から肉の増加倍数を算出したところ、5 尾収容した水槽の肉の増加倍数は 1.3～1.4 で、10 尾区よりはるかによく、10 尾区は過密と考えられた。

この飼育試験で、ペレット木炭が生物ろ過用のろ材として使用可能なことが確認された。5 尾収容区では、各区とも最後まで成長は良好で、収容能力の範囲内と考えられるが、黒炭区では、NH₃態 N、NO₂態 N が増加する前までを適正収容量とした。これによると、容量 2.8 l のろ材により、魚の総重量がペレット

黒炭で153g、ペレット白炭で 161g、珊瑚砂で 148gまでは、水質が良好に維持されていた。ろ材 1 l 当たりでは、それぞれ 54.6g、57.5g、52.9gが飼育可能な量となる。このことから、ペレット木炭特にペレット白炭は、珊瑚砂と同等あるいはそれ以上に、ろ材として有効と考えられる。一般のろ材で海水魚を循環ろ過飼育すると、水が黄色に着色し、魚に害はないものの、美観を損ねている。しかし、ペレット白炭以外の試験区では 20日目くらいから水が黄色く着色したが、白炭区では、試験終了時まで着色がほとんど見られなかった。また、給餌しない畜養水槽に使用した場合は、さらに多くの魚の収容が可能であると考えられる。（中央水産試験場）

(3) 木炭粉の吸着機能評価

バッチ法によるベンチオカーブの吸着試験

各濃度の水田除草剤ベンチオカーブ水溶液 20ml（液温 18 前後）に各種木炭粉と原料のこくず 2gを加え、150回/minで 1時間振とうし、振とう液中に残存したベンチオカーブ量を高速液体クロマトグラフで測定した。これと供試液含有量との差を吸着量とし、供試液含有量に対する吸着量の比を吸着率とした。

その結果、各木炭粉と原料のこくずは、ベンチオカーブ 100ppm液に対して 90%以上の吸着率を示し、500ppm液でも吸着率は同じ程度であった。資材別に比較すると、レンガ製ブロック炉木炭粉は、活性炭並の 100%近い吸着率を示し、平炉のこくず木炭粉とスクリー炉のこくず木炭粉は、他の資材よりも吸着率が若干劣った。あらかじめ資材に吸水させてから吸着実験を行ったが、原料のこくずの吸着率が高いのは、吸水し膨張する際に一時的に起こる現象ではなく、さらに吸水力の差によるものではないことも分かった。原料のこくずの高い吸着能は、比表面積などの孔隙性では説明できないので、ベンチオカーブは、原料のこくずと接触した際、吸着作用以外に分解作用を受けている可能性があると考えられた。

連続流下法によるベンチオカーブの吸着

内径 1.5cmのガラス製クロマト管に、20ppmベンチオカーブ液 30mlと木炭粉 2gをなじませながら詰め

て、木炭粉カラムを作成した。このカラムに、20ppmベンチオカーブ液を 150ml流下して経時的に流出液を採取し、の方法で吸着率を求めた。

その結果、流下時間が違い、粒度の粗いものを詰めたカラムほど流下速度が速く、吸着率が低下した。実際に水田の排水口などにろ材として設置する場合、資材そのものから汚染物質が溶出する場合が想定されるが、クロマトグラフの結果より、流動層炉のこくず木炭粉および原料のこくずは、水に溶出する成分を多く含むので、使用する時に考慮する必要がある。

亜酸化窒素ガスの土壌中での吸着（道南農試圃場）

近年、農地から発生する温室効果ガスとして亜酸化窒素ガスが取り上げられ、全国的にその発生実態の調査が行われている。そこで、ブロック炉間伐材炭粉を用い、ビニールハウス内の 1㎡ 枠の褐色低地土に窒素肥料 10kgと木炭粉を施用し、亜酸化窒素ガス発生量を経時的に測定した。

その結果、木炭粉施用によって逆に、亜酸化窒素ガス発生量は 20%程度増加した。これは木炭粉がアルカリ性のため、木炭粉の近くで窒素の無機化が起こったためと推定された。（中央農業試験場）

(4) ビートおよび菜豆の生育収量に及ぼす影響

試験（菜豆の木炭種類別施用試験）

樹皮平炉、のこくず平炉、流動炉水洗なし、流動炉水洗ありの 5種類の木炭粉を 0、50kg / 10a、作条施用で 1区 7.2㎡（2.4×3.0m）、分割区法 3反復し、収穫時の生育、収量を調査した。

試験（窒素施肥量別木炭施用試験）

窒素施肥量 2、4kg / 10a、樹皮平炉木炭粉 0、50kg / 10a、作条施用で 1区 7.2㎡、分割区法 4反復し、収穫時の生育、収量を調査した。

試験（りん酸施肥量別木炭施用試験）

りん酸施肥量 0、7、14 / 10a、樹皮平炉木炭粉 0、50kg / 10a、作条施用で 1区 7.2㎡、分割区法 4反復し、収穫時の生育、収量を調査した。

試験経過の概要

播種後の低温で出芽は遅く、出芽後も低温が続く、

初期生育も開花期も遅かった。その後も低温傾向は続いたが、木炭粉施用による出芽期、開花期、成熟期の差は認められなかった。また、圃場全体に黄化病の発生が認められたが、各区の差はなかった。

試験結果の考察

、 、 試験とも分散分析の結果、子実重に対して木炭粉施用の主効果、交互作用とも認められず、木炭粉施用の効果は判然としなかった。しかし、試験では、りん酸なしで木炭粉を施用することによって、やや増収する傾向があった。このことから、りん酸肥沃度の低い圃場では、木炭粉が VA 菌根菌等の微生物に影響を与えていると考えられる。(北見農業試験場)

(5) 連作圃場における木炭粉施用試験

試験区の輪作様式(昭和43年～)は、連作(ビート)、2年輪作(ビート - ばれいしょ)、3年輪作 A (ビート - ばれいしょ - 春播小麦)、3年輪作 B (ビート - ばれいしょ - 菜豆)、4年輪作(ビート - ばれいしょ - 春播小麦 - 菜豆)である。

樹皮平炉木炭粉を、連作区は 0, 50, 100, 150kg / 10a 作条施用、輪作区は 0, 100kg / 10a 作条施用、参考区として連作区に 1, 000kg / 10a 全層施用(平成3年施用)し、1区 44.28m² (5.4 × 8.2m)、2反復した。参考区は 1区 93.48m² (11.4 × 8.2m) で、生育時の草丈、生葉数および収穫時の収量、品質を調査した。

その結果、木炭粉の施用によって連作区では根重、糖量は明かな傾向は認められなかった。しかし、4年輪作区では根重、糖量は有意ではないが、増加する傾向が認められた。また、根中糖分については、木炭粉の効果は認められなかった。(北見農業試験場)

(6) 施設野菜栽培における木炭粉の利用法の開発

ハウレンソウの生育に対する木炭粉施用の影響評価

() 木炭粉の用量試験(場内試験)

中粗粒質褐色低地土で 1m² / 区(枠試験)を 2反復(ハウス栽培)、4年度に木炭粉の用量試験を実施した圃場で、肥料のみを施し、試験を継続実施した。塩類集積土壌は、供試土壌に炭カル 100kg / 10a、硝安 50kg / 10a を探さ 20cm まで 4年度に混合した土壌で、対照土壌として無処理の原土壌を供試した。木炭粉は深さ 10cm まで全層に施用した。

4年度に実施した木炭粉の用量試験の結果では、ハウレンソウの収量は木炭粉施用により増加した。木炭粉無施用区では新葉の黄化が認められ、木炭粉施用区では、木炭粉無施用区に比較してホウ素含量が高かった(第1表)。また、木炭粉無施用区の栽培跡地土壌の熱水可溶性ホウ素含量は、0.2ppm と低く、熱水可溶性ホウ素含量は、木炭粉施用により高まった。一般にハウレンソウは、ホウ素要求性の比較的高い作物といわれている。これらのことから、木炭粉施用によるハウレンソウの収量増加の原因として、ホウ素含量が

第1表 木炭粉施用によるハウレンソウの収量および無機成分の変動(場内試験 平成4年度)
Table 1. The fluctuation of harvest amount and inorganic component of a spinach by giving charcoal powder (test in the ground in 1992)

木炭粉施用量 Giving amount of charcoal powder (ton/10a)	収 量 Harvest amount (kg/10a)	水 分 Moisture content (%)	無機成分含有率 Containing rate of inorganic component												(kg/10a) B 吸収量 Amount of absotption boron
			(%)			(ppm)									
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe	Ni	B		
—	0	912	87.9	4.20	0.66	0.35	0.64	356	136	6.4	100	599	0.08	2.80	0.31
ブロック炉 2 Brik furnace	1113	88.4	4.03	0.65	0.37	0.68	311	150	6.4	113	482	0.11	3.99	0.52	
ブロック炉 5	1176	88.3	3.53	0.75	0.32	0.77	245	170	6.4	81	429	0.11	10.28	1.41	
ブロック炉 10	1131	87.8	3.70	0.91	0.41	0.99	235	243	6.4	108	291	0.12	17.55	2.42	

第2表 木炭粉のホウ素含量
Table 2. Containing amount of boron in charcoal powder

木炭の粉種類 Kind of charcoal powder	ブロック炉 Brik furnace	平 炉 Open-hearth furnace
ホウ素含量(ppm) Containing amount of boron	16.07	8.77
0.5N 塩酸可溶性ホウ素含量 Containing amount of soluble boron in 0.5N hydrochloric acid		

約16ppm および約8 ppm の木炭粉の施用により（第2表），土壌のホウ素含量と，ハウレンソウ中のホウ素含量が高まり，増収したと考えられた。

そこで5年度に，木炭粉に含有されるホウ素のハウレンソウに対する肥料的効果を，ホウ素含量が異なる土壌で検討するため，FTE 施肥量を変えて熱水可溶性ホウ素含量の差をつけた条件を設け，ハウレンソウの生育に対する木炭粉施用の効果を検討した。その結果，熱水可溶性ホウ素含量が低いFTE 無施肥条件に比較して，熱水可溶性ホウ素含量が高いFTE 施肥条件では，ハウレンソウの収量に対する木炭粉施用の効果は小さかった。

なお，土壌の熱水可溶性ホウ素含量とハウレンソウの収量の関係を調べた結果，0.5ppm までは土壌の熱水可溶性ホウ素含量の増加とともにハウレンソウの収量は増加したが，0.5ppm 以上では熱水可溶性ホウ素含量とハウレンソウの収量の関係は，判然としなかった。しかし，熱水可溶性ホウ素含量が0.5ppm 以下の土壌条件では，ハウレンソウの収量に対する木炭粉施用効果が期待された。

(ii) 木炭粉の用量試験（場内試験Ⅱ）

ハウレンソウのトニクを中粗粒質褐色低地土で，2.4m²，3反復（ハウス栽培）した。ブロック炉木炭粉を0，0.1，0.2ton/10aの割合で，肥料と混合後約5cmの深さに作条施用し，軽く土と混合後，その上に5月末に播種した。施肥量，施肥形態，施肥位置はN（硝安）10kg/10a，P₂O₅（過石）10kg/10a，K₂O（硫加）12kg/10a，全層施肥（10cm）し，6月末に収穫した。

木炭粉施用による株数の確保とハウレンソウの増収は，木炭粉の用量試験でも認められた。一般にハウレ

ンソウは，連作すると，地温が高まる夏場には，立ち枯れ症状が発生しやすくなるといわれている。この試験では，ハウレンソウに立ち枯れ症状が発生したが，木炭粉0.2ton 作条施用条件では立ち枯れ症状の影響が少なく，結果として，収穫期における株数が木炭粉無施用条件に比較して多かった。

(iii) 木炭粉の用量試験（現地試験）

七飯町内の農家ハウス3か所の圃場で現地試験を実施した。A圃場は黒ボク土，B圃場は褐色低地土，C圃場は黒ボク土である。6m²，2反復で，ブロック炉木炭粉を0，0.1，0.25，0.5，1.0ton/10a 施用し，施肥量は農家慣行法によった。A圃場で1回，B圃場で4回，C圃場で2回収穫した。

C圃場でのみ，木炭粉施用により，ハウレンソウの収量の増加が認められた。C圃場はA，B圃場に比較して土壌熱水可溶性ホウ素含量が低く，ハウレンソウのホウ素含量も低かったが，C圃場の土壌熱水可溶性ホウ素含量は1 ppm 以上であり，ハウレンソウのホウ素含量も約20ppm と一般のハウレンソウの茎葉部ホウ素含量10ppm に比較して高く，木炭粉施用による増収要因として，土壌へのホウ素の供給効果は考えられなかった。そこで，C圃場における増収要因をホウ素以外の面から検討した結果，木炭粉施用による株数の確保が認められた。このように株数が多かった原因は明らかではないが，C圃場ではハウレンソウが連作されており，立ち枯れ症状の発生が予測された。このため，木炭粉施用により収穫期におけるハウレンソウの株数が確保された要因を，土壌微生物の面から今後検討することが必要と考えられた。なお，ハウレンソウ栽培では一般に灌水は施肥直前の一回のみで，播種後の灌水は行われないこと，木炭粉施用により易有効水が増加することから，木炭粉施用により株数が確保された要因として，土壌の易有効水分（pF 1.5～2.3）の増加による発芽数の確保も考えられた。

② 土壌集積塩類（窒素）吸着試験

①の(i)の栽培前の土壌中の無機態窒素含量と，施肥窒素量および栽培後の作物窒素吸収量と，跡地土壌の無機態窒素含量から，木炭粉による土壌集積塩類（窒

素)の吸着能を検討した。4年度に実施した試験の結果から、木炭粉1 ton 施用により約1 kgの土壌の無機態窒素が吸着されると考えられた。

5年度には、4年度に試験を実施した跡地でトマトとホウレンソウを栽培し、試験2年目の施用木炭粉による土壌塩類吸着能と、木炭に吸着されたと考えられる窒素の作物による吸収量について検討した。

2年間作物を継続して栽培した結果、作物による窒素総吸収量は木炭粉施用条件で無施用条件に比較して少なかった。(道南農業試験場)

(平成3～5年度)

(物性利用科,

北海道立中央水産試験場, 北海道立中央農業試験場,
北海道立道南農業試験場, 北海道立北見農業試験場)

1.1.3 木質系油吸着材の製造技術の開発

Development of Production Technology for
an Oil Sorbent Derived from Wood

カラマツ、トドマツなどの間伐材や樹皮・のこくず等木質系バイオマスの有効利用を目的とし、木質系熱処理物の油類吸着材を製造する技術を確立し、使用用途に応じた製品を早期に開発するために、年度途中からテーマを独立させ、プロジェクトを組織して活動を開始した。

平成5年度の研究目標は、製品に応じた要求性能に対応可能な油吸着材の製造条件を確立するとともに実大規模の製造装置を設計開発することであった。

(1) ベンチスケール運転試験とスケールアップモデルの設計

4年度にはバッチ式の外熱式回転炉によって熱処理を行っていたが、これを連続式にするため、まずベンチスケールの連続炭化(熱処理)装置を製造した。この装置による各種の原料供給速度、温度、速度、窒素ガスの有無等種々の熱処理条件を検討し、熱収支、収率、A重油・水の吸着量、かさ密度を測定し、この熱収支、物質収支、製品特性を基にして、連続式熱処理のためのスケールアップモデルを設計した。(特許申請中)

(2) スケールアップモデルによる試験

設計したスケールアップモデルを完成させ、運転試験を行った。まず、原料の送り速度、運転条件と温度上昇速度等の特性把握の後、熱処理温度、送り速度と製品の収率、A重油と水の吸着量を測定した。併せて製造コスト積算に必要な諸データを集積した。

(3) 木質ファイバーの製造とコスト積算のためのデータ収集

カラマツチップから加圧ダブルディスクリファイナーを用いてファイバーを製造し、物質収支、熱収支等を測定し、原料ファイバーとしてのコスト積算に必要なデータを収集した。

また、トドマツチップを蒸煮後、ユニバーサルクラッシャーで粉碎し、ファイバー状の原料を作り、物質収支、熱収支等を測定したが、細かい部分と粗い部分混在し、均一なファイバーの製造には無理があることが分かった。

(4) 製品の特性分析

A重油の吸着、水の吸着等の製品特性の分析を通して、原料、製造工程を評価した。

バッチ式の回転炉による熱処理物のA重油と水の吸着量を測定した結果、熱処理温度350℃付近の製品がA重油をよく吸着し、水をあまり吸着しないことが分かった。熱処理物を水とともに振とうしてから静置することによって、350℃付近の製品が水に沈みにくいことが分かった。また、フーリエ変換赤外分析法により、熱処理によって水酸基が減少することが分かった。

(平成5～7年度)

(中村主任研究員, 物性利用科, 機械科, 成形科)

1.1.4 フェノール樹脂含浸積層材の炭化条件および生成物の性質の把握(民間受託)

Grasping Properties of Carbonized Products
and Appropriate Carbonization Conditions
for Impregnated with Phenolic Resin

(平成5～6年度)

(物性利用科, 株式会社ニックス)