

繊維・紙等の廃棄物を利用した人工土壌に関する研究

麻生信之*¹ 小林瑞穂*² 船寄孝幸*¹

Study on Artificial Soil Using Fiber and Paper Wastes

ASO Nobuyuki*¹, KOBAYASHI Mizuho*², FUNAZAKI Takayuki*¹

抄録

廃棄される繊維・紙等の再利用を図るため、綿繊維や古紙等を解繊し、生分解性の固化剤とともに黒土や赤土と混合造粒し、園芸培土の土壌改良資材としての可能性を検討した。

造粒物は、軽量で排水性・保水性が良く、形状保持力を有しハンドリング性に優れていた。金盞花の植物成育試験の結果は対照土と同等であった。小松菜の発芽試験では発芽が阻害されなかった。

キーワード：廃棄繊維，生分解，造粒，土壌改良

1. はじめに

資源循環型社会の推進に向け、生活資材として多く使用される繊維・紙もその再利用用途のさらなる開拓が望まれている。例えば、繊維の場合には、衣料品を含めた繊維製品全体の再商品化率は10%程度(約16万ト)であり、新たな再生用途の開拓も大きな進展を見せていない。県内の繊維関連企業においても、生産工程から廃棄される繊維は再利用できないものが多く、処分費の負担が増している。

そこで、廃棄繊維・紙の再資源化を図るため、綿繊維や古紙に生分解性の固化剤を添加・混合し、粒状物に加工して、園芸培土の土壌改良資材としての利用を検討した。

2. 実験方法

2.1 使用原料

廃棄繊維：レピア織機捨耳(綿100%のもの)

古紙：ダンボール

黒土：市販品

赤土：市販の赤玉土を粉碎し1 mm 篩い通したもの

固化剤：PVA 3%及び1%溶液

(株)クラレ製、クラレポパール PVA-117)

PVAについては、地力増進法で土の団粒形成に効果があるとされている土壌改良剤である。また、生分解性があるため、綿繊維と同様に微生物分解されるものであるため、固化剤に選択した。

綿繊維については、県内に綿の織物産地があること。保水性、生分解性の点で、培土と混合使用するには他の繊維より優位と考えられること。また、綿繊維に含まれている油脂分は0.6%程度であり、植物栽培に対する阻害要因にはならない量であると思われるので選択した。

*¹ 環境技術部

*² 環境技術部

(現 中央環境管理事務所)

2.2 製造方法

廃棄繊維と古紙を粉碎し、生分解性の固化剤とともに黒土や赤土と混合造粒した。

2.2.1 粉碎

(1) 鋏による粉碎

捨耳を鋏で2 mm 程度に細断した。(未解繊)

(2) 機械による粉碎

捨耳は破砕機(氏家製作所製 UG165-20-240)に3回通して2~3cm程度に破砕後、粉碎機(吉田製作所製 1007)に投入して解繊した。粉碎物は5mm程の長さの糸形状(未解繊)がわずかに認められたが1回通しで十分に解繊できていた。

古紙は小型の卓上粉碎機(ミニブレンダー)で粉碎した。

2.2.2 混合

粉碎した廃棄繊維・古紙、黒土又は赤土、PVAの所要量を容器に入れ、手作業で混合した。

2.2.3 造粒

鋏で粉碎した捨耳については、ボール容器に入れて振り動かし、手作業で造粒した。

機械で粉碎したものは造粒機(岡田精工製 メカノミル MM-20N)を用いて造粒した。造粒方式は、円筒槽内で回転する造粒刃の作用で、造粒するものである。

2.2.4 乾燥

造粒物はアルミトレイに入れ、60℃で乾燥し固化した。

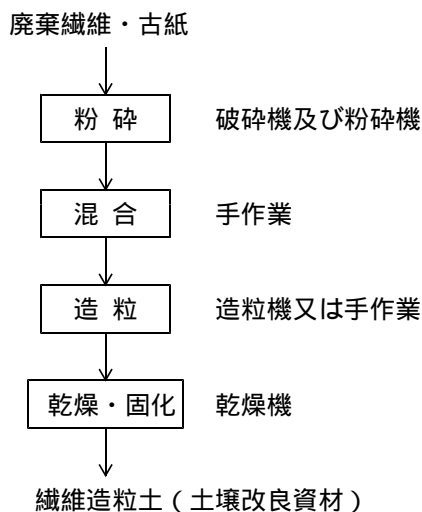


図1 土壌改良資材の製造フロー

原料コストを低くするため、PVA濃度はできるだけ低濃度とし、3%又は1%で造粒した。

繊維造粒土は表1の(ア)~(カ)に相当する6種を製作した。なお、(ア)以外のものについては、小粒(1~3.35mm)、中粒(3.35~5.6mm)、大粒(5.6~8mm)に篩い分けした。

表1 製作した繊維造粒土の種類

	PVA 濃度	黒土	赤土
鋏細断綿	3%	(ア)	
粉碎綿	3%	(イ)	
	1%	(ウ)	(オ)
粉碎綿+ダンボール	1%	(エ)	(カ)

2.3 評価方法

2.3.1 試料調整方法

造粒加工と比重への原料混合率の影響を検討した。

2.3.2 保水性

アルミトレイ(W230×D170×H25mm)に繊維造粒土5種(ア)及び(ウ)(エ)(オ)(カ)の中粒、及び比較対照用に黒土、赤玉土をほぼ同じ重さ(400g程度)入れ、水を200ml加えて良く浸透させてから、熱風循環乾燥機を用いて80℃で5時間30分乾燥させ、その後36時間室内放置した。その前後の重量変化から保水性を調べた。さらに仮比重を求めるため110℃で24時間乾燥を行った。

2.3.3 排水性

ペットボトル(500ml)の底を切り取り、脱脂綿を口に詰めて逆さにし、繊維造粒土の(ア)及び(ウ)(エ)(オ)(カ)の中粒、及び黒土、及び赤玉土を同容量(400ml程度)入れ、水300mlを注いで漏れ出すまでの時間を測定した。

2.3.4 形状保持力

形状保持力の評価は、(ウ)(エ)(オ)(カ)の小粒と大粒のもの、及び赤玉土の各10gと水50mlを三角フラスコ(容量200ml)に入れ、振とう培養器で振とう(38、125rpm、90分間)して行った。

2.3.5 金盞花(キンセンカ)の育成試験

約4ヶ月間(11月から2月まで)育成試験を実施した。土壌は対照土と対照土+繊維造粒土(20%容)の2種類。繊維造粒土には(ア)を使用した。10.5cm 育苗ポットに各々5ポットずつ試験を行った。周囲環境はビニールハウス内、無加温(自然周辺温度(-5~10))。肥料は1ヶ月毎にアイビー化成を2粒ずつ加えた。灌水は適宜同時に行った。

2.3.6 育成試験使用培土の化学性測定

金盞花の育成試験前後の繊維造粒土混入培土の化学性を測定した。測定器は(株)テクノメディカ製の養液測定装置(culutoryzer-mini)で行った。

2.3.7 小松菜の発芽試験

赤土を用いて製作した繊維造粒土の(オ)と(カ)の中粒のものを使用して発芽試験を行った。基本用土には、赤玉6:腐葉土4を用いた。繊維造粒土は基本用土2.3容に対し1容を混合した。施肥区にはN:P:K=8:8:8の粒状の化成肥料を粉碎したものを20gずつ撒き、表層土と混合した。

2.2Lプランター6ポット(写真3中のA~Fの6区)を作成し、小松菜の種を各ポット24粒ずつ播いて、室内に放置した。発芽後は室内温室に照明(育成灯)を当てて試験した。

3. 結果及び考察

3.1 試料調整方法

造粒機による造粒物の大きさは、1~10mm程度まで様々なものができた。攪拌・混合が不十分であると、解繊した繊維の集合体が大きいまま残っているものが多いため、大粒の割合が高かった。原料混合率の設定は、綿繊維に対する土の混合割合が高いほど固化し易かったため、PVA濃度の低下に伴う接着力不足並びに造粒物の比重を考慮して、綿15に対して土を100(重量比)とした。綿とダンボールを使用した造粒物は、ダンボールの混合比率が高いほど水に濡れた時の強度低下が認められた。そこで、強度低下がほとんど認められない綿10、ダンボール5、土100の混合比率とした。

PVA濃度の機械造粒への影響を見るため、濃度3%の(イ)の試料を造粒した。濃度1%のものに比べて混合物の粘性はやや高くなった。造粒機の回転に支障のない投入量と、造粒加工完了までの乾燥による粘度増加に注意し造粒した。

中粒の繊維造粒土を110 24時間乾燥後の重量と容積から算出した仮比重を表2に示す。

表2 繊維造粒土の仮比重

黒土	赤玉土	(ア)	(ウ)	(エ)	(オ)	(カ)
0.86	0.75	0.38	0.42	0.45	0.40	0.49

繊維造粒土の仮比重は黒土や赤玉土の半分程度であるので、運搬作業や他の土との混合作業が楽にできる。

3.2 保水性

繊維造粒土の乾燥による重量変化を図2に示す。繊維造粒土は赤玉土に比べて乾きにくかった。培土と混合利用することで保水性を高めることができ、水やり作業の軽減が期待できる。

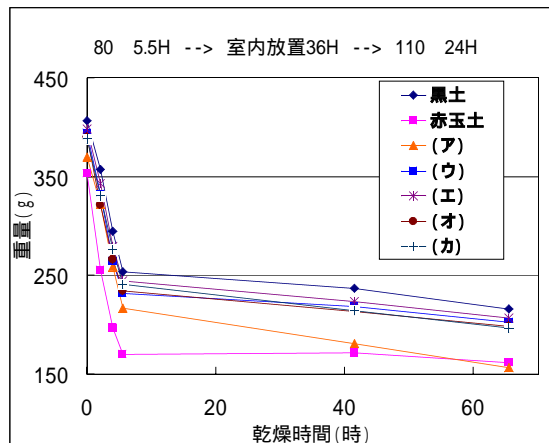


図2 繊維造粒土の乾燥による重量変化

3.3 排水性

漏れ出すまでの時間は表3に示すように、繊維造粒土の排水性は赤玉土と同等で良好であった。

表3 繊維造粒土の排水性

黒土	赤玉土	(ア)	(ウ)	(エ)	(オ)	(カ)
5分45秒	9秒	9秒	9秒	9秒	8秒	8秒

造粒土は粒状であり間隙が大きいので排水性が良くなっている。

3.4 形状保持力

繊維造粒土は赤玉土に比べ溶け出した土は少なく、濃度1%でも形状保持力が十分あった。(図3) 形状保持力が強かったのは、PVAが有機物にも無機物にも接着性が良いため、綿繊維と無機成分の多い土との接着強度を増強させていると考えられる。また、造粒土内の繊維が補強材となっていて、湿った状態での圧力変形に対する脆弱性を防いでいると考えられる。

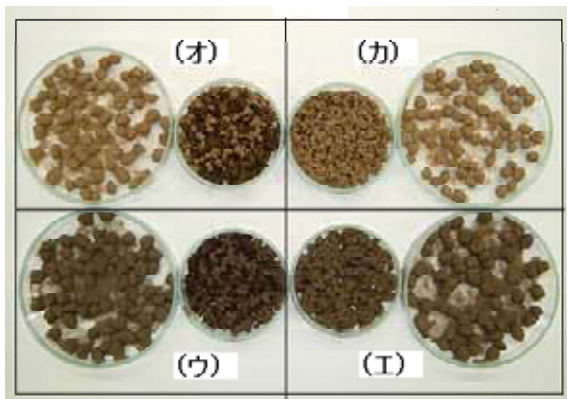


図3 振とう後の粒形状

3.5 金盞花の育成試験

育成試験の経過(初期、中期、後期)を図4に示す。枠で囲った部分は繊維造粒土(ア)を混入したものである。枠外のもは対照土を使用したものである。

育成試験の結果、対照土と繊維造粒土混入土の相違は全く見られなかった。この繊維造粒土は花卉園芸の培養土の資材として十分適用可能といえる。

3.6 育成試験使用前後の変化

育成試験前後で繊維造粒土の粒の大きさはやや膨らんでいたが、粒形状は保持されていた。繊維造粒土は軽量であるため培土表面近くのものも繰り返しの水やりによって浮かび上がっていた。

これは、(ア)の造粒土の仮比重が0.38と小さかったこと、造粒土に大粒のものが多く含まれ



初期



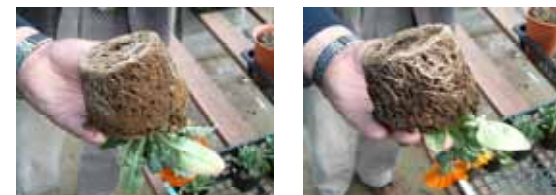
中期



根張りの状況(右は繊維造粒土混入)



後期



根張りの状況(右は繊維造粒土混入)

図4 金盞花の育成試験経過

ていたことによるものと考えられる。

成育試験に使用した培土の化学性を測定した結果を表4に示す。

表4 使用培土の化学性

	対照土	繊維造粒土(ア)20%混入	
		使用前	使用后
pH	6.41	6.66	6.25
EC	0.03	0.29	0.02
K ⁺	<5.0	<19.5	<5.0
H ₂ PO ₄ ⁻	215.5	77.4	319.2
NO ₃ ⁻	<248.0	<248.0	<248.0
NH ₄ ⁺	<5.0	<9.0	<5.0
P	68.8	24.7	102.0
N	<5.0	63.0	<5.0

(単位: K⁺以下は ppm、ECは mS/cm)

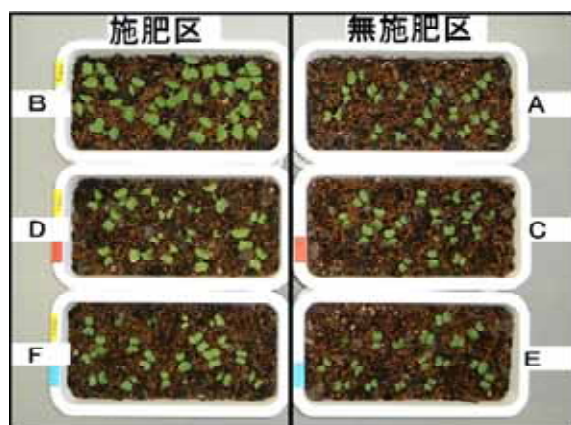
この化学性のデータは花卉栽培用の培土として問題ないとの園芸専門家としての見解であった。

3.7 小松菜の発芽試験

種撒き後4日目に発芽した。発芽率には顕著な差は見られなかった。発芽率(7日目)を表5に示す。発芽後7日目の様子を図5に示す。

表5 発芽率(7日目)

試験区	A	B	C	D	E	F
発芽率(%)	75	79	75	71	71	79



- A: 基本用土無肥料区(標準区)
- B: 基本用土施肥区
- C: 基本用土+繊維造粒土(オ)無肥料区
- D: 基本用土+繊維造粒土(オ)施肥区
- E: 基本用土+繊維造粒土(カ)無肥料区
- F: 基本用土+繊維造粒土(カ)施肥区

図5 小松菜発芽後7日目

3.8 繊維造粒土の土壤改良資材としての評価

長所としては次のようなことが考えられる¹⁾。

化学的数値が変化せず安定している。

物理的の形状が良いので、酸素の供給及び排水性が良好である。

ハンドリング中、植物成育中も粒形状を保持する。

粒の大きさが様々(1~10mm程度)に製造できるので、用途に応じた使い分けが可能となる。

仮比重が0.4~0.5程度と軽量であるので屋上緑化への応用が期待できる。

4.まとめ

廃棄物の綿繊維や古紙を使って、園芸培土の土壤改良資材としての利用を検討した。

(1) 綿繊維や古紙を粉砕したものに生分解性の固化剤と黒土や赤土を添加・混合し造粒して、水に濡れても市販の赤玉土より形状保持力の優れた造粒物(繊維造粒土)を得られた。

(2) 繊維造粒土は、軽量で排水性・保水性が良く、ハンドリング性に優れていた。

(3) 黒土による繊維造粒土を混合した培土による金盞花の成育試験は対照土と同等であった。

(4) 赤土による繊維造粒土を混合した培土による小松菜の発芽試験では発芽が阻害されなかった。

謝辞

この研究を進めるにあたり、多大な御指導をいただいた千葉大学園芸学部の篠山浩文助教授、並びに、金盞花の成育試験の実施と花卉栽培についての貴重な御助言をいただいた(株)オカベ園芸産業の岡部晃久氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 岩田進午: 土のはたらき, 社団法人家の光協会, (2001)

