

建設発生木材のリサイクルチップおよび

製品に含まれる防腐剤の含有量

環境技術部 ○吉野秀吉、坂本広美、斉藤邦彦、渡辺久典

1 はじめに

建設発生木材は、従来から建て替えの材料やチップ化してボードや紙などにリサイクルされている。しかし、防腐処理した木材の混入による安全性については、考慮されていなかった。建設リサイクル法の制定により安全性の確認が必要となり、本研究を実施することとなった。

木造家屋に使用される防腐・防虫剤には、シロアリ対策に使われる有機リン等の薬剤がよく知られているが、その他にも金属や有機塩素系薬剤、クレオソートなど種類は多い。特に金属を成分とする CCA (Cr, Cu, As の混合物) 薬剤が家屋の土台に 1963 頃から使用され始め、1997 年頃まで盛んに使用された。これらの家屋は、建築後 20 年を過ぎて、新しく建て替えるため、また土地の利用変更などの理由で解体されはじめている。解体されて、排出される建設発生木材中の主に角材は、紙やボードなどにリサイクルされ、リサイクル製品には、有害なヒ素などが混入する可能性があり、その使用にあたって安全性が懸念される。

本研究では、建設発生木材のリサイクルにあたって安全性評価するための基礎データを得るために CCA 処理木材が混入した建設発生木材の破砕チップやリサイクルされていく工程での排出物、リサイクル製品などに含まれる CCA の含有状況調査を行った。発表会では、その結果について報告する。

2 目的

チップ化施設に搬入される建設発生木材中の CCA 含有量の把握およびチップ、パーティクルボード、紙などのリサイクル製品中の CCA 含有実態、製紙工程での CCA 排出実態およびチップが家畜の糞尿とともに堆肥化されたときの CCA 含有実態を明らかにし、建設発生木材をリサイクルするにあたって安全性評価するための基礎資料とする。

3 実験方法

3.1 試料の採取と調整

建設発生木材は、太さ約 100mm の角材の一部を採取した。目視により CCA 木材と疑われる緑色に着色した角材は、ジフェニルカルバジド試薬を噴霧

して、赤紫色に変化した角材を採取した。また、建設発生木材の破碎チップやリサイクル工程での排出物、製品の一部を採取した。

角材やパーティクルボードは、直径 20mm の穴をドリルであけ、貫通させて、ドリル屑を集め、混合して分析用試料とした。チップや堆肥については、破碎機で 2mm 以下の大きさに破碎して分析用試料とした。紙、パルプ、製紙スラッジは、はさみで 5mm 以下の大きさにして分析用試料とした。

3.2 分析方法

個体試料は、約 2g を正確に量りとり、過酸化水素、硫酸を用い、またパルプ洗浄水などの水試料は、約 20ml を正確に量りとり、硫酸、硝酸を用いて完全分解した後、水で 50ml にメスアップし、ICP 発光分光装置によりクロム(Cr)、銅(Cu)、ヒ素(As)の濃度を測定した。これらの濃度から木材やチップ、製品等の含有濃度に換算した。

4 結果および考察

4.1 CCA 処理木材の CCA 含有濃度

簡易試験法で CCA 木材と判定された 37 本の角材(土台が多い)と対照試料として非処理木材の CCA 含有濃度を表 1 に示した。CCA 処理木材のクロム、銅、ヒ素の濃度は、対照試料と比較して非常に高く、ヒ素は対照試料では検出限界以下であったが、CCA 処理木材では 62~2670mg/kg となった。また、目視などの簡易試験で CCA 処理木材と判定された角材すべてからクロム、銅、ヒ素が高濃度で検出されたことから、これらの木材は、CCA 処理木材と判定された。

表 1 建設発生木材の CCA 含有濃度

	対照(CCA 非処理木材、 mg/kg-木材)	CCA 処理木材 (mg/kg-木材)	検出率(本 / 本)
Cr	N.D ~ 0.3	212 ~ 5980	37/37 : 100%
Cu	0.8 ~ 3.9	79 ~ 2750	37/37 : 100%
As	N.D.	62 ~ 2670	37/37 : 100%

4.2 建設発生木材中の CCA 含有濃度

建設発生木材の受け入れ施設には、CCA 非処理木材と CCA 処理木材が混合して搬入される。今回調査した対象木材の総重量は、45トン(t)であり、その中から現場で CCA 処理木材と判定された木材の総重量は、209kg であったので、調査対象木材の中で CCA 処理木材の占める重量割合は、0.5%であった。これに含まれる重金属類は、クロムが 202g、銅が 151g、ヒ素が 56g となった。建設発生木材全体の CCA 含有濃度を求めたところ、クロムが 4.5g/t、銅が 3.4g/t、ヒ素が 1.2g/t となった。

4.3 チップの CCA 含有濃度

表 2 に示した施設 A~G のチップは、それぞれ異なったリサイクル用途に用いられている。

ヒ素は、CCA 非処理木材からは検出されないので、CCA 処理木材の確認になる。施設 B,C,E のチップのヒ素含有濃度は、N.D. (定量下限値以下)であったことから、施設 B,C,E のチップには、CCA 処理木材の混入は、極めて少ない。逆に、ヒ素が検出された施設 A,D,F,G のチップには、CCA 処理木材が混入していると判定される。

施設 A では、CCA 等の防腐処理木材の混入を木材搬入業者に厳しく指導しているにもかかわらず、ヒ素の含有量が高かった。このことは、CCA 処理木材の搬入時のチェックが行き届かないなど指導効果が上がっていないためと考えられた。施設 B では、搬入段階でチェックして、CCA 処理木材の混入を阻止しているため、施設 C では、目視で一本ずつ CCA 処理木材を見分けて除去しているため、含有量が低かった。施設 D は、建設発生木材の受け入れにあたってとくに除去操作していない。施設 E,F は、家畜の敷糞に用いており CCA 処理木材の混入を抑制しているため、ヒ素の含有量が施設 A,D,G に比べて低くなった。施設 G では、搬入木材の選別を行っていないため、CCA 含有量が他の施設と比べてとくに高くなった。以上のように、チップの用途や除去作業の有無によって CCA の混入状況が変わってくるのがわかった。

表 2 チップの CCA の平均含有濃度とチップのリサイクル用途

	施設 A	施設 B	施設 C	施設 D	施設 E	施設 F	施設 G
	(mg/kg)						
C r	6.6	1.3	2.5	9.4	4.0	3.3	8.0
C u	2.0	N.D.	1.1	4.8	4.8	2.4	5.1
A s	3.5	N.D.	N.D.	5.3	N.D.	3.1	7.6
用途	パ [°] -ティクル ボ [°] -ト [°]	敷糞・堆肥 紙・パ [°] -ティクル ボ [°] -ト [°]	紙	紙	堆肥	敷糞・堆肥	燃料 堆肥

4.4 パーティクルボードの CCA 含有濃度

パーティクルボードは、チップを少量の高分子ポリマーの接着剤で固めただけなので、チップに含まれる CCA 含有濃度がそのままパーティクルボードに反映されるはずである。したがって、チップ化の時に CCA 処理木材が混入されれば、パーティクルボードからヒ素が検出される可能性が高い。しかし、今回調査対象としたパーティクルボードからは、ヒ素は検出されなかった。

4.5 製紙における CCA 含有濃度

調査した製紙施設は、建設発生木材のチップから砂糖や塩、セメント袋用の褐色紙（クラフトペーパー）袋を製造している。紙、パルプおよび製紙工程における黒液（アルカリ溶液）、パルプ洗浄水、製紙スラッジ等の CCA 含有濃度を表 3 に示した。CCA は、紙から認められなかった。チップを加熱溶解させるために使用する黒液やパルプ洗浄時に使用するパルプ洗浄水は、繰り返し使用されているにもかかわらず、CCA の濃度は 3mg/l 以下と低かった。しかし、製紙スラッジの CCA 含有濃度は、パルプや紙製品とは対照的に高かった。このことから、CCA は、製紙工程で繰り返し使用される黒液やパルプ洗浄水からの沈殿物として堆積したと考えられた。

表 3 製紙施設の紙および紙の製造工程における CCA 含有濃度

	褐色紙 mg/kg	パルプ mg/kg	パルプ洗浄水 mg/l	黒液 mg/l	製紙スラッジ mg/kg
C r	N.D.	N.D.	0.5	0.5	44.0
C u	N.D.	5.4	1.0	1.0	1400
A s	N.D.	N.D.	2.1	2.4	22.0

4.6 堆肥化における CCA 含有濃度

表 4 に示した堆肥 C1、堆肥 C2 は、それぞれ表 2 の施設 B と F、施設 F からのチップを堆肥化したものである。また、堆肥 C3 は、約 80% が施設 F からのチップを堆肥化したものである。堆肥 C4 は、施設 G からのチップを堆肥化している。表 2 に示したチップそのものを堆肥化したわけではない。しかし、施設 B、F、G のチップの含有濃度を参考に堆肥 C1、C2、C3、C4 の CCA 含有濃度を比較すると、銅がいずれの堆肥も原料のチップより明らかに高かった。

表 4 堆肥の CCA 含有濃度

	堆肥 C1	堆肥 C2	堆肥 C3	堆肥 C4
	(mg/kg)			
C r	22.0	11.0	5.5	9.8
C u	36.0	29.0	22.0	95.0
A s	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

5 まとめ

本研究の結果、以下のことが明らかとなった。

建設発生木材の中に CCA 処理木材が混入し、その CCA 含有量は、クロムが 4.5mg/kg、銅が 3.4mg/kg、ヒ素が 1.2mg/kg であった。

チップの CCA 含有濃度は、チップの用途の違いによって CCA の混入状況が異なることがわかった。

パーティクルボードの CCA 含有量は、原料チップの含有量から推定できる。紙製品は、CCA 含有量は極めて低い、製紙スラッジでは高かった。

堆肥に含まれる銅の含有濃度は、原料となるチップより高くなった。