

폐 CCA처리재의 소각처리¹

손동원² · 이동흡² · 이현미² · 이명재²

The Combustion Safety of Waste CCA Treated Wood¹

Dong-won Son², Dong-heub Lee², Hyun-mi Lee² and Myung-je Lee²

요 약

사용이 끝난 폐 CCA 처리재의 폐기를 위한 안전한 소각 방법을 찾고자 본 시험을 실시하였다. CCA 처리재를 온도를 달리하여 소각한 후 중금속의 잔존량을 측정하였으며, 동시에 비소가 비산되는 온도조건을 탐색하였다. 그리고 소각처리가 끝난 소각재 내에 잔존하는 CCA 유효성분인 중금속을 다양한 용제로 회수한 후 회수율을 비교하였다. 연소 후, 잔존하는 중금속 분석에서 비소는 300℃에서는 비산되지 않음을 알 수 있었다. CCA 처리재를 저온으로 연소하면 비소의 비산은 방지할 수 있으나, 300℃에서 중량감소율이 55%에 머물러 소각 후 잔류물을 매립하여야 하는 문제점이 있다. 따라서 고온으로 소각 시 비산되는 비소를 포집할 수 있는 효과적인 방법 마련이 필요하며, 고온으로 소각하여도 소각재중에는 크롬과 구리가 다량으로 함유되어 있으므로 적절한 방법으로 이들을 회수 하는 방법이 마련되어야 한다. 실험결과 소각재중에 남아있는 중금속 회수에는 10% 질산으로 처리한 것이 가장 효과적이었다.

ABSTRACT

This study was carried out to find out safety disposal methods of waste CCA treated wood. The heavy metals of remnant were analyzed after combustion of CCA treated wood at different temperatures. Arsenic volatilized temperature was detected. The removal rate of heavy metals by acid in the ash were examined.

Through this study, we could conclude that in order to protect volatilize arsenic, combustion of CCA treated wood should be do under the 300℃. But when CCA treated wood combustion under 300℃, it's weight-loss rate was 55%, so land reclamation dependence will be increased. When CCA treated wood combustion at high temperature, the land reclamation dependence could be reduced, but the arsenic that volatilize into the atmosphere should be captured. When it burns with high temperature, the ash contains lots of copper and chromium, so removal of heavy metals should be conducted.

Keywords : disposal, CCA treated wood, combustion, arsenic, heavy metals

1. 접수 2004년 12월 10일 Received on Dec. 10, 2004.

2. 국립산림과학원 Korea Forest Research Institute, 207 Cheongnyangni-Dong, dongdaemun-Gu, Seoul 130-012, Korea

서론

CCA 처리재는 현재 조경시설재 및 야외사용목재에 많이 사용되고 있다. 국민소득의 향상과 국민들의 인식 전환으로 목재의 사용량은 증가하고 있으며, 향후 더욱 증가하리라 예상된다. CCA 처리재는 내구성이 우수하며 처리재는 사용수명의 연장과 함께 안정성 또한 보장된다. 그러나 사용수명을 다한 CCA 처리재도 그 주성분의 대부분이 목재 내에 정착되어 남아있으므로, 폐기 시에는 방부처리재 내에 잔존하는 CCA 유효성분들이 환경으로 유출됨을 방지할 수 있는 안전적인 조치가 필요하다.

CCA 처리재의 폐기는 매립을 권장하고 있으나 많은 부지 면적이 필요하며, 일반 소각로에서 소각 처리한 이후에도 소각 온도에 따라 처리재에 포함되어 있던 CCA 유효성분인 중금속은 재에 남아 있거나 공기 중으로 비산되므로 특수 소각시설에서만 소각을 해야 하는 등의 폐기처리에 많은 어려움이 있다.

방부처리산업이 발달한 나라에서는 방부처리목재의 안전폐기에 대하여 많은 관심을 기울이고 있으며^(1,2,3), 우리나라에서는 그 노력이 부족한 것이 현실이다. 향후 늘어날 방부처리목재의 사용량에 대비하여 방부처리 목재의 폐기에도 적극적인 노력이 필요하며, 이에 CCA처리재의 연소조건과 안전 폐기에 대한 연구도 필요하다.

본 연구에서는 CCA처리재를 보다 안전하게 소각처리 하고자 처리재를 온도별로 소각하고 중금속의 잔존량을 측정하였으며, 소각재에 잔존하는 중금속을 용제추출법을 이용하여 회수하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

시험에 사용된 방부처리 목재는 방부처리

공장에서 CCA-3호로 처리한 것으로 충분한 양생 기간을 거친 것으로 하였다. 방부처리재는 분쇄기로 분쇄하여 시험에 사용하였다.

2. 시험방법

처리목재는 온도와 처리시간에 따라 연소할 수 있도록 제작된 프로그래밍 회화로에서 연소시험을 하였다. 처리 전과 처리 후의 목재 내 중금속의 변화는 고체 시료인 경우 무기물 형광분석기(XRF spectrometer, Spectro TITAN)로 분석하였으며, 소량 시료의 경우 질산에 분해한 후 한국기초과학지원연구원 서울분소에 의뢰하여 유도결합플라즈마방출분광기(ICP-AES, 138 ULTRACE)로 분석하였다. 온도에 따른 목재성분 변성을 측정하기 위하여 처리목재 소각시험 후 목재 성분변화를 한국기초과학지원연구원의 적외선분광분석기(FT-IR, DA-8)로 분석하였다. 연소된 시료 내 방부제 성분 분포를 측정하기 위하여 SEM-EDX(Hitachi S-2350) 분석을 하였다.

소각재내에 잔존하는 중금속 회수에는 구연산, 질산, 초산 및 과산화수소수 각 10%와 증류수로 비교하였으며 각각의 용액100ml에 CCA 처리 목재의 소각재 250mg을 넣고 24시간 교반한 후 용액내의 각 성분을 측정한 후 무처리에 대한 제거율을 구하였다.

결과 및 고찰

1. 온도에 따른 CCA 처리재의 중량감소율과 유효성분의 변화

CCA 처리재를 회화로에 넣고 일정한 온도에서 6시간 연소시킨 후, 소각재에 포함된 CCA유효성분의 양과 CCA처리재의 중량 변화를 Figure 1에 나타내었다. 300℃에서 CCA처리재의 중량은 55% 감소하였으며 연소온도의 증가와 함께 급격히 감소하였다. 온도 상승에

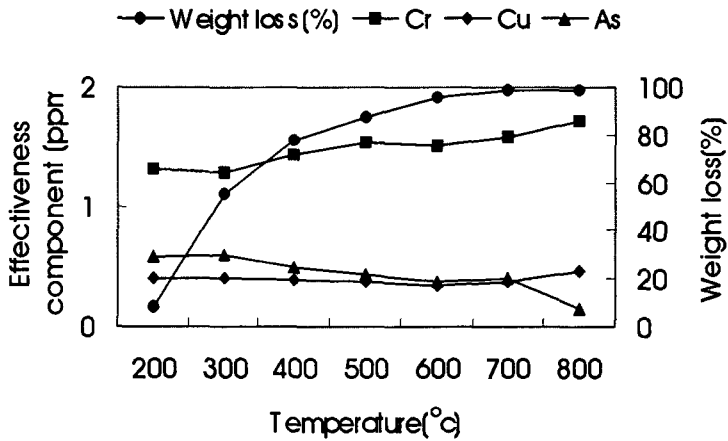


Figure 1. Weight loss and effectiveness components(Cr, Cu, As) change of CCA treated wood on different temperatures.

따라 CCA처리재 중의 중금속의 량은 크롬과 구리의 경우, 처리재가 연소되어도 큰 변화는 없었으나 비소는 400℃부터 감소하기 시작하여, 800℃에서는 크게 감소하였다.

완전한 비산은 이루어지지 않았음을 확인 할 수 있었다.

2. 온도에 따른 CCA처리재 성분의 변성

CCA 처리목재를 연소 온도를 올려가며 열분해 한 후 FT-IR로 분석한 결과는 Figure 2와 같다. 리그닌과 관련된 흡수대인 1635cm⁻¹, 1510cm⁻¹, 1267cm⁻¹와 헤미셀룰로오스와 섬유소와 관련된 흡수대인 1737cm⁻¹, 1425cm⁻¹, 1373cm⁻¹의 흡수대는 300℃이후 일부 피크가 사라지기 시작하였다.

600℃연소 후에도 리그닌과 관련된 흡수대인 1635cm⁻¹ 피크가 나타나므로 CCA처리재의 열분해는 계속 진행 중임을 알 수 있었다.

3. 저온 연소(300℃) 후 목재 내 잔여 중금속

CCA 처리 목재를 300℃에서 연소하였을 경우, 탄화된 시료내의 주요성분 변화를 SEM-EDX로 측정하였다. Figure 3과 Figure 4를 비교하였을 때 300℃에서 연소된 시료 내부에는 크롬, 구리 및 비소가 존재하고 있어 비소의

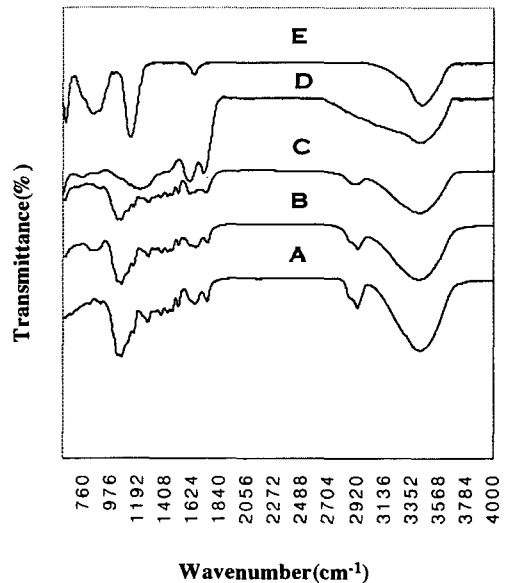


Figure 2. FT-IR spectra of untreated wood and CCA treated wood incinerated at different temperature.

*A: Untreated wood. B: CCA treated wood
 C: CCA treated wood incinerated 200℃,
 D: CCA treated wood incinerated 300℃,
 E: CCA treated wood incinerated 600℃

CCA 처리재를 저온으로 소각하는 것이 비소는 저온으로 연소하는 것이 비소의 비산을 막아 대기오염에는 안정적이거나 300℃에서 소각시 처리재의 중량감소율이 55%에 머물렀으므로 소각 후 재의 매립문제가 발생한다. 따라서 탄화물 형태의 소각재에서 CCA 유효성분인 중금속을 제거한 후 재활용하는 방법도 검토할 수 있을 것으로 사료된다.

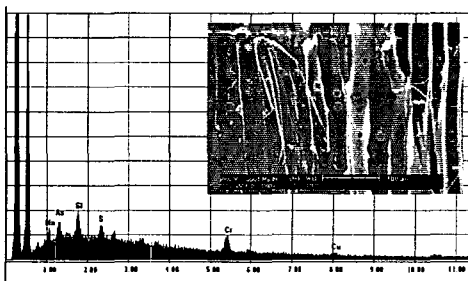


Figure 3. SEM-EDX spectrum of CCA treated wood.

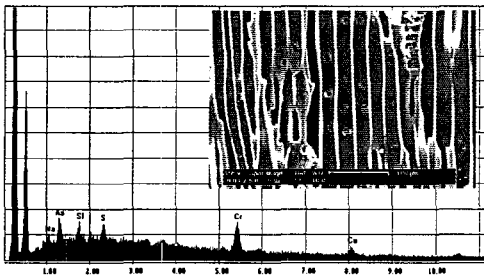


Figure 4. SEM-EDX spectrum of CCA treated wood after combustion on 300℃

4. 소각재 속에 잔존하는 중금속 회수

소각재 속에 잔존하는 중금속을 구연산, 질산, 초산 및 과산화수소수 10%와 증류수를 사용하여 회수 한 결과는 Figure 5와 같다. 사용된 용제의 종류에 따라 회수율 차이가 있었으나, 질산으로 처리한 것이 비교적 높은 회수율을 나타내었다. 크롬은 초산 처리에 의한 회수

율이 67%로 가장 높았으나, 구리와 비소는 질산처리에 의한 회수율이 각각 47%와 79%로 가장 높았다. 하지만 회수되지 않고 소각재 속에 잔존하는 유효성분의 완전한 제거방법에 대한 추후 실험이 필요하였다.

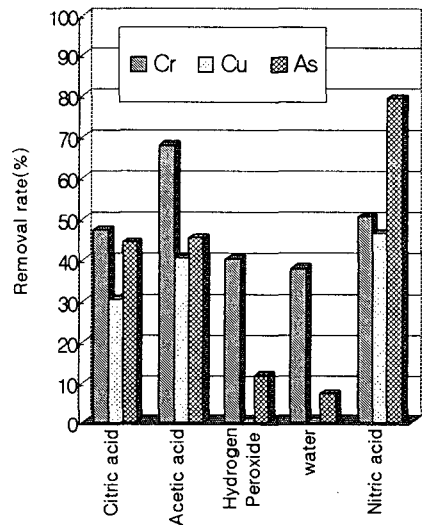


Figure 5. Effectiveness of extracting agents on the removal of CCA components from ashes.

결론

CCA 처리재의 안전폐기를 위한 연소 또는 소각 실험 결과에 의하면 비소의 비산을 최소화하기 위해서는 300℃소각 하여야 하나 300℃에서는 처리재가 완전히 소각되지 않고 탄화되어 중량감소가 55%에 머무르기 때문에 또 다시 매립해야 하는 등의 부담이 있다. 그리고 800℃ 정도의 고온으로 소각처리하면 중량이 감소하여 매립에 대한 부담을 줄일 수는 있으나 대기중으로 비산되는 비소를 포집 할 수 있는 적정방법이 마련되어야 한다.

고온으로 소각처리하여도 소각재중에 크롬과 구리가 다량으로 함유되어 있어 그대로 폐기하기에는 토양오염우려 기준을 초과하므로

산추출과 같은 용제추출 방법으로 중금속을 회수해 주는 방법을 채택하여야 할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. Kercher A.K. and D.C. Nagle. 2001. TGA modelling of the thermal decomposition of CCA treated lumber waste. Wood Science and Technology 35; 325-341.
2. Helsen L., E.Van den Bulck and J.S. Hery. 1998. Total recycling of CCA treated wood waste by low-temperature pyrolysis. Waste Management 18; 571-578.
3. Shiau,R.J. R.L.Smith and B.Avellar. 2000. Effects of steam explosion processing and organic acids on CCA removal from treated wood waste. Wood Science and Technology 34, 377-388.