

목질폐잔재 탄화물의 토양개량 효과¹

이 동 욱² · 김 병 로²

Effect of Carbonized Wastewoods on Soil Improvement¹

Dong-Wook Lee² · Byung-Ro Kim²

요 약

국내 주요 간벌목과 목질재료 탄화물 중 성능면과 자원면을 고려하여 선정된 후 토양개량시험을 실시하여, 이들 목질폐잔재 탄화물들이 토양개량제로서의 효과와 토양개량과 관련하여 입자크기에 따른 효과에 관하여 조사한 결과는 다음과 같다. 서양측백 파종실험에서 토양에 목탄을 처리한 것이 무처리구보다 좋은 성장을 나타냈으며 그 중 흡착성이 좋은 잣나무탄이 가장 좋은 처리효과를 나타냈다. 칠엽수 이식실험에서도 무처리보다 목탄을 처리한 것이 좋은 길이성장을 보였다. 또한 파종 및 이식실험에서 입자의 크기에 따른 성장량의 차이는 없는 것으로 나타났다. 사과나무 문우병에 의한 뿌리썩음 때문에 쇠약해진 사과나무에 목탄을 사용하여 수세회복의 효과를 얻었다.

ABSTRACT

In this study, it was examined the effect of carbonized wastewoods on soil improvement and effect of charcoal size on tree seedling growth. *Thuja occidentalis* seedlings grow better in the charcoal-treated soil than in the non-treated soil. Especially *Pinus koraiensis* charcoal with good adsorption, brought the best growth result. The charcoal treatment also improved the height growth of transplanted *Aesuculus turbinata* seedling. However charcoal sizes(i.e. powder and particle) did not affect the growth of the seedling. Also apple trees which had been suffering from rotten roots caused by root rot was recovered by application particle-sized charcoal.

Keywords : carbonized wastewoods, soil improvement, charcoal size, root rot

1. 접수 2001년 6월 21일 Received June 21, 2001.

본 논문은 2000년도 농림부 농림기술개발사업의 연구개발 결과임.

2. 충북대학교 농과대학 College of Agriculture, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea

서 론

근래에 많은 인공조립지들이 간벌기에 달해 많은 양의 간벌재가 생산되고 있다. 또한 간벌재뿐만 아니라 목재 및 여러가지 목질재료를 이용한 제품이 대량으로 생산되고 있고 이에 따른 다양한 종류의 폐기목제품도 늘어나고 있는 실정이다. 그러나 이러한 대규모 인공조립지에서 간벌되는 막대한 양의 간벌재와 목재 및 목질재료 제품의 폐기물인 목질폐잔재들은 재이용율이 적어 유용한 유기물질인 목재가 대부분 폐기처분되고 있는 실정이다.

이러한 목질폐잔재를 재이용하는 방법중 하나인 목재를 탄화처리하는 것은 목질폐잔재의 부피와 무게의 감소효과를 가져올 뿐 아니라 탄화한 목탄을 이용하여 여러 분야에서 이용할 수 있는 이점도 가지고 있다. 따라서 최근에 김 등(1999, 2000, 2001)은 이들의 탄화물로서의 이용을 알아보기 위해 탄화특성, 탄화물의 물성 등에 대하여 조사하였는데 탄화물은 탄화조건, 수종, 목질재료종류에 따라 차이가 있음을 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 위 연구에 기초하고 성능면과 자원면을 고려하여 국내조립수종과 목질재료의 탄화물을 선정하여 토양개량실험을 실시하여 이들 목질폐잔재 탄화물이 토양개량제로서의 효과 및 토양에 목탄 시용시 분말상과 입상의 효과에 대해서도 함께 검토하였다.

재료 및 방법

2.1 공시재료

본 실험에서는 잣나무, 낙엽송, 상수리나무의 간벌재와 파티클보드를 이동식 급속탄화장치에서 탄화한 탄(급속탄)과 산림조합중앙회 임산물종합유통센터에서 탄화한 탄(산림조합탄)을 공시재료로 사용하였다. 공시재료의 개요는 Table 1과 같다.

Table 1. Descriptions of the samples.

Species	DBH (cm)	Age	Height (m)	A.S.G. ¹⁾
<i>Pinus koraiensis</i> (F.C) ²⁾	7.0	12	5.5	0.43
<i>Larix kaempferi</i> (F.C)	10.0	19	8.0	0.76
<i>Larix kaempferi</i> (S.C)	-	-	-	-
<i>Quercus acutissima</i> (F.C)	7.5	16	6.5	0.98
Wood-based materials Adhesives			A.S.G	
Particleboard (F.C)	Urea resin	0.71		

Legend : 1) A.S.G : Air dry specific gravity

2) F.C : Fast charcoal, S.C : Sanrimjohap charcoal

방 법

2.2.1 탄화

급속탄화장치(제작사 : 일본이세공업소, 용량 50 l, 모델명: IMS-502형)에 의한 탄화는 30cm 길이의 시료를 탄화기에 넣고 400℃로 탄화하였다. 탄화후 급속탄은 분말(60mesh)과 파티클상(입상, 크기 약 10mm)으로 제조하였다. 산림조합탄은 산림조합중앙회 임산물종합유통센터의 기계식연속형 대형탄화로(탄화온도 800℃)에서 제조된 목탄으로 파티클상으로 길이 약 10mm 정도이다.

2.2.2 서양측백 파종 및 칠엽수 이식 시험

분말과 입상의 공시재료 탄화물을 0.2×0.2×1(m)의 면적의 노지에 100g씩 각각 사용하고, 서양측백(*Thuja occidentalis*)을 파종하였고, 무처리 칠엽수(*Aesculus turbinata*)파종상(1년생)에서 같은 크기를 선발한 후 이식하였다.

2.2.3 문우병 피해목 목탄시용

문우병 피해가 있는 사과나무(충청북도 괴산군 소재 농원)에 대해 주변을 파고 입상의 급속탄 및 산림조합탄을 그루 당 30kg씩 사용하였다.

결과 및 고찰

3.1 서양측백 파종시험

Table 2는 서양측백의 노지 파종시 파종상에 목탄의 종류별, 상태별(분말, 입상)로 시용한 후, 12개월후 묘목의 성장을 나타낸 결과이다. 목탄 시용이 종류별로 대부분 수고, 뿌리길이, 무게 등에서 대조구보다 좋은 성장 효과를 나타냈다. 이는 목탄이 토양에서 수분의 보수성 및 투수성의 개선, 양분의 보유, 유해유기화합물의 무독화 외에 목탄자신이 함유하고 있는 석회와 가리 등의 염기류, 철, 망간 등의 미량원소의 효과도 있다고 보고한^{2,6)} 결과를 뒷받침하는 증거의 하나가 될 수 있을 것으로 생각된다.

목탄의 종류별로는 분말탄, 입상탄 모두 잣나무탄 처리구가 다른 처리구보다는 수고, 뿌리, 무게 등에서 좋은 성장을 나타냈다. 토양개량효과는 앞의 예와 같이 투수성 및 보수성, 양분의 보유능 등에 의한 것이다.

목탄의 이러한 능력은 목탄의 비표면적에 따른 흡착력에 의해 좌우된다²⁾. 잣나무와 낙엽송의 흡착력은 김 등³⁾의 보고에 의하면 잣나무가 낙엽송에 비해 높은 흡착성을 나타내고 있다. 이러한 이유가 잣나무탄 시용구가 좋은 성장을 보인 것으로 생각된다.

Fig. 1은 잣나무탄 처리구와 미처리구에서의 서양측백의 성장차이를 나타낸 것이다. 처리구의 묘목이 미처리구 묘목보다 길이와 수관의 발달이 더 되었음을 볼 수 있다. 목질재료탄 시용구도 낙엽송 및 상수리탄 시용구에 비해 뒤지지 않는 효과를 나타냈는데 김 등³⁾에 의하면 목질재료 탄화물의 흡착력은 탄화온도 600℃까지는 낙엽송과 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 보수성시험^{4,5)}에서도 간벌재탄 등과 차이가 없는 것으로 나타났다. 현재 목제품의 주류를 이루고 있는 파티클보드, MDF 등의 목질재료는 앞으로 목질폐기물중 대부분을 차지할 것으로 예상되나 이들 이물질혼합 목질폐기물은 대부분 비닐계통이나 LPM 오버레이 제품으로 폐기처리에 어려울 뿐만 아니라 재활용에도 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 이들의 탄화처리 이용이 재활용의 좋은 방안의 하나라고 생각한다. 이들 탄화물은 이물질에 의한 안전성의 위험도 적으며³⁾ 평가 항목에 따라서는 간벌재(원목)보다 우수해 이들의 탄화에 의한 탄화물로서의 이용은 환경문제 해결과 아울러 경제성을 창조하는 이상적인 폐기물 재활용이 될 것으로 생각된다. 목탄의 상태별로는 분말탄, 입상탄 처리구간에서 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 2. Growth of seedlings(*T. occidentalis*) after charcoal treatment in the soil.

	Charcoal kinds	Height(cm)	Root length(cm)	Weight(g)	Root condition
	Non-treatment	5.41	7.15	0.177	△ ²⁾
Powder	<i>Larix kaempferi</i> (F.C) ¹⁾	4.95	4.85	0.183	△
	<i>Pinus koraiensis</i> (F.C)	7.32	9.79	0.357	△
	<i>Quercus acutissima</i> (F.C)	5.11	7.53	0.190	△
	Particleboard(F.C)	5.76	7.08	0.182	△
	<i>Larix kaempferi</i> (F.C)	6.61	8.78	0.205	○
Particle	<i>Pinus koraiensis</i> (F.C)	7.19	10.14	0.306	○
	<i>Quercus acutissima</i> (F.C)	6.84	10.27	0.276	△
	Particleboard(F.C)	5.37	7.66	0.157	△

Legend : 1) F.C : fast charcoal
2) △ : Normal, ○ : Good

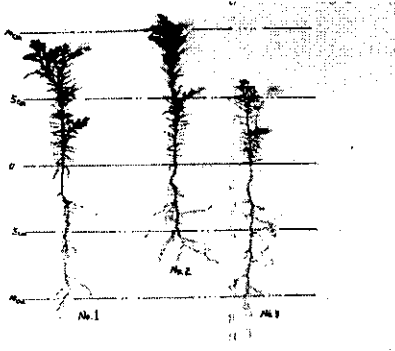


Fig.1 Growth of *Thuja occidentalis* seedling.

- Notes : No.1 : Treatment of powder charcoal (*p. koraiensis*) in the soil.
 No.2 : Treatment of particle charcoal (*p. koraiensis*) in the soil.
 No.3 : Non-treatment in the soil.

3.2 칠엽수 이식 시험

Fig.2는 목탄을 처리한 처리구에 1년생 칠엽수를 이식한 후 길이 성장을 나타낸 것으로 무처리에 비해서 목탄(분말, 입상)을 처리한 처리구의 성장이 좋았다. 목탄의 상태별로의 성장을 보면, 잣나무탄은 입상탄의 성장이 분말탄보다 우수하였고, 낙엽송과 파티클보드탄은 입상탄보다 분말탄의 성장이 우수한 결과를 나타냈다. 입상탄과 분말탄 사이에서는 서양측백 노지 실험과 같이 특별한 경향이 없는 것으로 나타나 목탄의 상태는 별로 문제되지 않는 것으로 생각한다.

목탄을 분말로 제조하려면 목탄의 경도가 높기 때문에 분쇄기의 마모도도 높고 또한 시간과 인건비 등 비용도 많이 들어가기 때문에 토양개량자재로 사용시는 입상의 상태가 좋을 것으로 생각한다.

길이 성장이 가장 우수한 탄은 잣나무 입상탄으로 24.5cm, 파티클보드 분말탄이 24cm의 성장을 보여 이식후 무처리의 8배를 성장하였다. 그 외에 다른 재료의 길이성장은 2~5배의 성장을 보였다.

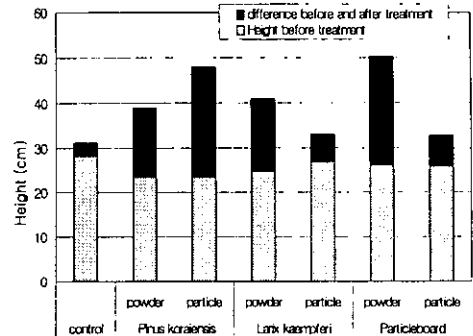


Fig. 2 Height growth of *Aesculus turbinata* seedling after charcoal treatment.

3.3 문우병 피해목 목탄사용

사과나무 문우병 피해목에 목탄을 사용한 결과를 Table 3에 나타냈다. 문우병 피해목 4그루의 사과나무에 급속탄인 파티클보드탄 및 낙엽송탄과 산림조합탄(낙엽송)을 사용하였다. 파티클보드탄을 사용한 사과나무는 뿌리생존율이 10% 밖에 되지 않는 거의 고사직전의 과수였으나 탄을 사용함으로써 수세가 어느정도 회복되는 효과를 보였고, 뿌리생존율이 각각 20%와 30% 밖에 되지 않는 과수에도 급속탄(낙엽송)과 산림조합탄을 사용하여 수세가 회복되는 효과를 나타냈으며 산림조합탄을 사용한 과수는 급속탄보다 조금 높은 수세효과를 나타냈다. 이는 탄화온도에 기인 한 것으로 생각한다. 즉 탄화온도가 급속탄은 400℃, 산림조합탄은 800℃로, 탄화온도가 높아지면 토양개량과 관련된 pH, 흡착성 등이 커지는 것으로 보고되고 있다^{3,4,5}. 목탄 종류별로 수세회복 효과는 각 사과나무별로 뿌리의 생존율이 다르고 토양 등 여러 조건이 달라 단순 비교는 어려웠다. 문우병에 사용된 모든 종류의 목탄이 문우병 피해목의 수세회복에 효과를 보여 주어 사과나무 문우병피해목의 치유에 고려해 볼만 한 방법으로 생각된다. 일본의 나가노현 소재의 농원에서 문우병에 의한 뿌리썩음 때문에 쇠약해진

Table 3. Effect of charcoal treatment on the apple tree of root rot.

Charcoal kinds	Before treatments	After treatments	Effect of treatments	Points of other
Particleboard (F.C) ¹⁾	Living percentage of roots - 10%	Recovery of tree form	++ ³⁾	
Larix kaempferi (F.C)	Living percentage of roots - 20%	Recovery of tree form	++	
Larix kaempferi (S.C) ²⁾	Living percentage of roots - 30%	Recovery of tree form	+++	
Larix kaempferi (S.C)	Living percentage of roots - 100%	Recovery of tree form	+	Transplant from soil take root rot

Legend : ¹⁾F.C : Fast charcoal,
²⁾S.C : Sanrimjohap charcoal
³⁾+ : normal effect, ++ : good effect,
 +++ : very good effect

20년생 사과나무에 목탄립을 시용해 수세회복에 현저한 효과가 있다고 보고하면서, 목탄을 시용하면 발근이 용이해져 적절한 방법이지만 토양 중에 문우병균을 살균할 필요가 있다고 하며 살균에는 목초액이 좋다고 하였다⁶⁾. 또한 문우병이 걸렸던 토양에 과수를 이식하면 대부분이 고사하는 것으로 알려 졌지만 본 실험에서는 목탄을 시용한 후 이식한 어린 과수의 경우에는 잎의 상대나 수세가 그리 좋은편은 아니었으나 일반적으로 문우병이 있던 토양에 과수를 이식하면 죽는 것과는 달리 어린 과수임에도 긍정적인 성장을 나타냈다.

결 론

국내 주요 간벌목과 목질재료 탄화물중 성능면과 자원면을 고려하여 선정 한 후 토양개량시 실험을 실시하였다. 이들 목질폐잔재 탄화물들이 토양개량제로서의 효과와 토양개량과 관련하여 입자크기에 따른 효과에 관하여 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 서양측백 파종실험에서 토양에 목탄을 처리한 것이 무처리구보다 좋은 성장을 나타냈으며 그 중 흡착성이 좋은 잣나무탄이 가장 좋은 효과를 나타냈다.

2. 칠엽수 이식실험에서도 무처리보다 목탄을 처리한 것이 좋은 길이성장을 보였다. 또한 파종 및 이식 실험에서 입자의 크기에 따른 성장량의 차이는 없는 것으로 나타났다.
 3. 사과나무 문우병에 의한 뿌리썩음 때문에 쇠약해진 사과나무에 목탄립을 시용하여 수세회복 효과를 얻었다.

참고문헌

1. 北海道地域技術振興センター. 1990. 北海道の木質系炭化物の現況とその利用. 81-87p
2. 材炭化成分多用途利用技術研究組合. 1990. 木炭と木酢液のの新用途開發研究成果集. 99pp
3. 金炳魯, 孔錫牛, 三城昭義. 2001. 韓國産主要樹種及び木質材料炭化物の吸着特性. 日本木材學會大會研究發表要旨集. 672
4. 공석우, 김병로. 1999. 미이용목질폐잔재의 탄화 이용개발(I). 목재공학 27(2):70-77
5. 공석우, 김병로. 2000. 미이용목질폐잔재의 탄화 이용개발(II). 목재공학 28(2):57-65
6. 日本木質成形燃料工業協同組合. 1991. 木炭の新用途とその現況. 82-84p