

# A Study on the Plant Nutrients Impregnation Methods and Soil Covering Effects of Wood Chips

Yu Jin Hong\* · Dae Woo Choi\* · Kwon Woong Choi\* · Suejin Park\*\* · Seok Un Jo\*\*\* · Hee Jun Park\*\*\*†

\*Department of Management of Technology, Jeonbuk National University

\*\*Department of Horticulture, Jeonbuk National University

\*\*\*Department of Housing Environmental Design, Jeonbuk National University

## 목재칩의 식물영양제 함침방법과 토양 피복효과에 관한 연구

홍유진\* · 최대우\* · 최권웅\* · 박수진\*\* · 조석운\*\*\* · 박희준\*\*\*†

\*전북대학교 융합기술경영학과

\*\*원예학과 전북대학교

\*\*\*주거환경학과 전북대학교

In this study, in order to develop a method to efficiently inject essential nutrients necessary for plant growth into wood chips, which are simply used as soil covering materials in the agriculture, landscaping and horticultural industries, the atmospheric pressure dipping method and the vacuum pressure impregnating method are used to improve the plant nutrients injectability and impregnation amount were comparatively analyzed. Nutrient ingredients and 8 major heavy metal contents of wood chips injected with nutrients were analyzed, and soil covering effects were examined by covering wood chips injected with nutrients on soil.

Comparing the dipping method and the vacuum pressure impregnation method, it took about 48 hours or more to inject 1,500 g or more of the nutrient aqueous solution into 1 kg of wood chips in the dipping method, but the vacuum pressure impregnation method could be impregnated in about 5 minutes. Components of the impregnated nutrients were detected in proportion to the diluted concentration. As a result of covering the wood chips developed in this study on soil, they showed weakly acidic pH, and the heat insulation and moisturizing effects during the winter season were evaluated to be superior to those of uncovered soil.

In the future, wood chips impregnated with nutrients are expected to contribute to the more efficient use of waste wood resources and the long-term supply of nutrients essential for plant growth, reducing excessive use of chemical fertilizers and reducing costs.

**Keywords :** Woodchip, Dipping Method, Vacuum Pressure Impregnation, Nutrients, Soil Covering

## 1. 서론

목재는 천연유기물 복합체로 인간 친화적이고 환경 친화적인 재료로 오랜 기간 사람과 환경에 필수불가결한 재료로 사용되어 왔다. 최근 지구온난화 등 기후변화대응과 온실가스 배출을 줄이기 위한 최상의 재료로 평가되어 전 세계적으로 목재에 대한 선호도와 사용량이 증가하는 추세에 있다. 목재의 사용이 증가함에 따라 부수적으로 발생하게 되는 목재가공 부산물을 이용하기 위한 연구와 산업이 발전해 왔으며, 펄프 및 제지산업, 목질판상재 제조 산업에서 핵심 원자재로 사용되어 왔다. 그러나 최근 들어 지구온난화 대응을 위해 화석연료 사용을 줄이기 위한 노력이 전 세계적으로 강조되면서 국내에서도 목재칩 산업은 온실가스 감축과 관련하여 목질계 바이오매스 연료로 그 수요가 증가하고 있으며, 2022년 임업통계요람에 따르면 2021년 국내 목재칩 생산량은 약 410,012 BDT(902,026 m<sup>3</sup>)이고, 목재펠릿의 생산량은 658,336 ton으로 최근 4년간 연평균 약 54.83%의 증가로 수요가 급증하고 있다[5]. 이와 같이 목재폐쇄와 목재칩을 연료용 대체재로, 또한 건축, 토목용 보행용 포장재 등의 원료로 활용하기 위한 연구와 노력으로 목재자원의 가치는 계속 증대되고 있다[1, 7, 8].

반면에 전통적으로 농업, 원예와 조경분야에서는 비료 또는 영양제에 관한 많은 연구가 진행되어 왔으나 최근에는 제2차 친환경농업육성 5개년 계획에 따라 화학비료인 무기질 비료 사용량을 감축하고 친환경 유기질 비료로 대체하기 위한 노력[10]과 이에 따라 시중에 유통 중인 비료 320종에 대하여 품질특성과 주요 영양성분에 대한 비교분석[5], 그리고 목재 부산물과 축산부산물을 혼합하여 제조한 유기질 비료 제조와 화학비료의 적용성 평가에 관한 연구 등이 진행되고 있다[3].

또 한편으로는 영양제, 비료와는 별도로 목재부산물을 활용하기 위한 연구와 산업 또한 발전해 왔다. 대표적으로 목재칩을 토양에 피복하여 잡초발생 억제, 목재성분 분해에 따른 유기질 비료효과, 수자원 보호 및 토사유출 방지, 보온 및 보습, 토양의 산도 유지 등 작물의 생육환경 개선 등에 관한 연구 등이 진행되어 왔다[2, 3, 8, 9, 10]. 특히, 목재칩을 토양에 피복함에 있어서 목재칩의 크기, 피복의 양과 두께는 잡초 발생억제와 바람직한 식물생장을 위한 중요한 요소로 평가받고 있다[2, 4, 9, 11].

이상과 같이 원예 및 조경 산업에서도 비료 또는 영양제 자체에 대한 연구와 목재칩을 활용한 토양 피복효과에 대한 연구가 다양하게 진행되어 왔다. 그러나 현재까지 목재칩에 영양성분을 효율적으로 주입시킬 수 있는 방법, 영양성분이 함침된 목재칩을 통한 영양성분 공급효과 그리고 동시에 토양 피복효과를 검증하기 위한 연구는 확인할

수 없었다.

따라서 본 연구에서는 영양제가 함침된 목재칩이 식물 생육에 미치는 효과를 검증하기 위하여 목재칩 내에 식물 생육에 필요한 영양제를 효율적으로 함침시킬 수 있는 처리방법 개발과 처리방법별 약제함침량과 효과를 비교분석하였다. 또한 영양제가 함침된 목재칩에 대하여 주요 영양성분과 중금속 함량을 분석하고 목재칩을 토양에 피복함으로써 장기적으로 식물생육에 미치는 영향을 검토하기 위한 기초자료를 수집하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 목재칩

식물영양제가 함침된 목재칩을 제조하기 위하여 목재 제재소에서 발생하는 침엽수 목재 부산물을 파쇄한 후 <Figure 1>과 같은 10mm ~ 25mm 크기로 선별하였다. 이는 잡초방지를 위한 목재칩의 크기는 10mm 이상일 때 효과가 우수하였다는 보고에 따른 것이며[2], 일정한 크기로 선별된 목재칩은 영양제를 함침하기 전에 기건상태에서 건조하였으며, 이때 평균 함수율은 약 13.10%이었다.



<Figure 1> Selected Wood Chips

### 2.2 식물영양제

선별된 목재칩에 함침하기 위한 식물영양제는 미국 피터스사에서 제조한 피터스<sup>®</sup> 분말형 제4종 복합비료를 구입하여 사용하였다. 사용한 영양제의 영양성분과 함량은 <Table 1>에 나타난 바와 같다. 분말형 영양제는 물에 용해하여 농도 0%(무처리)와 3%로 조절하여 침지법과 진공가압함침법으로 함침시킨 후 목재칩의 영양성분 및 함량을 분석하였다.

<Table 1> Nutrient Ingredient Content

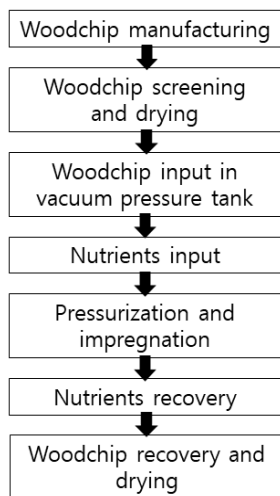
Ingredient	Content (%)
Total amount of nitrogen	20
Water soluble phosphoric acid	20
Water soluble calcium	20
Water soluble magnesium fertilizer	0.05
Water soluble boron	0.02
Water soluble iron	0.03
Water soluble manganese	0.02
Water soluble zinc	0.002

### 2.3 영양제 주입방법과 성분분석

식물영양제를 목재칩에 효율적으로 함침할 수 있는 방법에 대한 연구는 확인할 수 없었다. 본 연구에서는 영양제가 함침된 목재칩을 제조하기 위하여 2가지 함침방법을 적용하여 비교분석하였다. 첫 번째 함침방법은 통상적으로 적용할 수 있는 상온·상압에서 침적 처리한 침지법이며, 두 번째는 진공가압함침설비를 이용하여 진공가압함침법으로 2 가지 함침방법에 따른 약제 함침량과 효율성을 비교하였다.



<Figure 2> Vacuum Pressure Impregnation Facility



<Figure 3> Woodchip Manufacturing Process

<Figure 2>는 본 연구에서 사용한 진공가압함침설비의 모습이다. <Figure 3>은 진공가압함침법으로 식물영양제가 함침된 목재칩 제조공정을 나타낸 것이다.

<Figure 3>과 같은 처리과정으로 목재칩 내부에 영양제를 주입한 후 식물 3대 영양성분인 질소(N), 인산(P), 칼륨(K)과 유기물 함량 그리고 8대 중금속 함량을 공인시험분석기관에 의뢰하여 분석하였다.

### 2.4 목재칩의 토양피복시험

본 연구에서는 무처리 목재칩과 영양제가 함침된 목재칩에 대하여 향후 심도 있고 진전된 연구를 진행하기 위한 선행연구로 토양피복시험을 실시하였다. 토양피복시험은 대표적인 가을식재 알뿌리 화초인 수선화를 파종한 토양에 미피복, 무처리 목재칩 피복, 그리고 영양제가 함침된 목재칩을 약 5cm 두께로 피복한 후 일정기간(약 5개월)이 경과한 동절기에 지표면의 pH, 온도, 습도, 그리고 수선화의 발아와 생육의 차이를 비교하여 영양제 함침 목재칩 피복효과와 적용 가능성을 검토하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 영양제 함침처리별 주입량

목재부산물로 제조된 목재칩에 식물영양제를 보다 효율적으로 함침 시킬 수 있는 방법을 개발하고자 단순 침지법과 진공가압함침설비를 이용한 진공가압함침법으로 함침처리한 후 목재칩에 대한 영양제 함침량을 비교분석하였다.

영양제 수용액에 대하여 2가지 함침방법으로 시험한 목재칩 내 영양제 함침량 결과는 <Table 2>와 <Figure 4>, <Figure 5>에 나타낸 바와 같다.

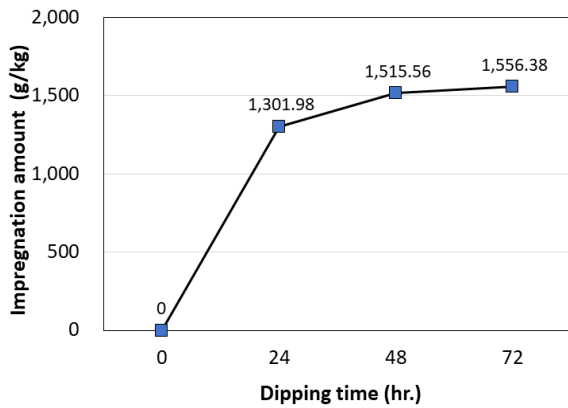
<Table 2>와 <Figure 4>, <Figure 5>에서 보는 바와 같이 침지법에서는 액상의 영양제가 초기 24시간 동안에 약 1,300g/kg이 함침 되었으나 이후 24시간, 48시간, 72시간 경과하면서 함침량이 급격히 줄어들고 있음을 알 수 있다. 48시간 경과 후와 72시간 경과 후 함침량 차이는 약 40.82g/kg으로 초기 24시간 동안 함침량의 약 3.13%에 불과하여 액상의 영양제가 포화상태에 접근하고 있음을 알 수 있다.

반면에 진공가압함침법에서는 가압압력 5kgf/cm<sup>2</sup>에서 초기 5분 동안 함침량이 급격히 증가한 후 10분, 15분, 20분이 경과함에 따라 증가량이 매우 완만하게 증가함을 보여주었다. 진공가압함침법에서는 10분 경과시점에서 평균 약 1,526.67g/kg,을 나타내어 침지처리법에서 48시간 동안

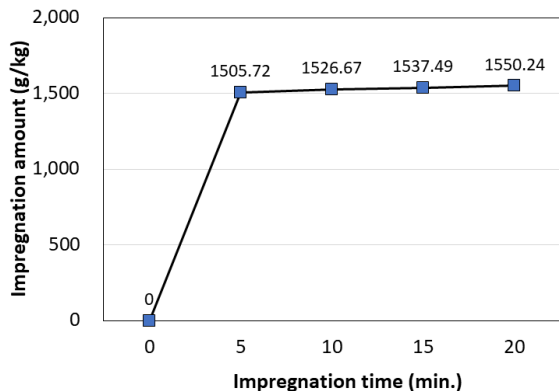
처리한 함침량 평균 약 1,515.56g/kg을 초과하고 있음을 확인할 수 있었다.

<Table 2> Impregnation amount of Nutrient Solution According to Impregnation Method

Methods	Pressure (kgf/cm <sup>2</sup> )	Time	Impregnation amount (g/kg)
Dipping method	0	24hr.	1,301.98
		48hr.	1,515.56
		72hr.	1,556.38
Vacuum pressure impregnation	5	5min.	1505.72
		10min.	1,526.67
		15min.	1,537.49
		20min.	1,550.24



<Figure 4> Amount of Impregnation of Nutrient Solution by Dipping Method



<Figure 5> Amount of Impregnation of Nutrient Solution by Vacuum Pressure Method

진공가압함침법의 경우 5분경과 이후 함침량 증가량이 급격히 감소하면서 20분경과 후의 함침량은 15분경과 후

함침량에 비하여 약 12.75g/kg 증가하여 초기 5분 동안 함침량의 약 0.85%에 불과하였다. 이는 침지법으로는 약 72시간 처리한 함침량을 진공가압함침법을 적용함으로써 약 20분 만에 동일한 정도의 함침량에 도달할 수 있음을 보여 주는 것이다.

이상과 같은 결과로부터 영양제가 함침된 목재칩을 제조하기 위해서는 진공가압함침법을 적용하는 것이 침지법보다 생산성 측면에서 경제적이고 효율적인 함침방법이라 판단되며, 향후 대량생산을 통한 산업화를 추진하기 위해서는 적극 검토해 볼 필요가 있는 제조방법이라 판단된다.

### 3.2 영양제 주입 목재칩의 성분과 함량분석

본 연구에서 농도 3%로 용해한 영양제가 함침된 목재칩과 무처리 목재칩에 대하여 영양성분과 함량을 분석한 결과는 <Table 3>에서 보는 바와 같다. 목재칩의 영양성분은 무처리 목재칩의 경우에는 질소(N), 인산(P), 칼륨(K)의 함량이 0.26%, 0.10%, 그리고 0.06%로 나타났다. 반면에 영양제 함침 목재칩의 경우에는 질소(N), 인산(P), 칼륨(K)의 함량이 1.17%, 0.66%, 그리고 0.91%로 나타나 무처리에 비하여 각각 약4.5배, 약66배, 그리고 약15배 정도 높은 것으로 분석되었다. 또한 천연 목재성분에 기인한 유기물 함량은 무처리 목재칩에서 약 88.76%를, 그리고, 영양제 함침 목재칩에서 94.91%를 나타내었다. 이는 영양제 함침 목재칩에의 경우에는 영양제 함침 후 열기건조 과정을 거침으로써 함수율이 약 3.17%로 낮아진 반면에 무처리 목재칩은 기건상태에서 건조하여 측정하였기 때문에 함수율이 약 11.00%를 나타내었고 이로 인하여 유기물 함량이 상대적으로 낮아졌기 때문이다. 목재칩에 포함된 높은 유기물 함량으로 목재는 지속적으로 분해가 진행되면서 토양의 산도유지와 더불어 다양한 영양성분의 제공으로 유기질 비료로써 기여하고, 식물재배에 있어서 화학비료의 과다 사용으로 비롯된 토양오염과 작물의 생산성 감소 문제를 극복하는데 목재 부산물의 적극 활용은 환경오염 방지 및 비용절감에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다[3].

또한, 비료관리법 시행령, ‘유기질비료 및 부산물비료와 그 원료에 대한 중금속의 위해성 기준’에서 제시하고 있는 주요 유해성분인 8대 중금속 함량을 분석한 결과 비소, 카드뮴, 수은, 납은 검출되지 않았고 동일한 원료 임에도 불구하고 크롬, 구리, 니켈, 아연이 소량이 검출되었다.

<Table 3>에서 보는 바와 같이 중금속 함량은 단위가 mg/kg이며, 질소, 인산, 칼륨의 함량은 %로 표기한 것으로 이는 중금속 함량을 %로 환산할 경우 구리는 0.000824%, 아연은 0.000539%로 매우 적은 함량이며, 또한 공인시험기관 표준시험법에서 시험오차 범위가 ±0.05%인 점을 고려하면 토양 피복용으로 사용하는 데는 문제가 없을 것으

로 판단된다. 성분 함량 단위를 달리 표기한 이유는 비료 관리법에 따라 중금속 함량 허용기준을 mg/kg으로 명시하여 적합여부를 평가하기 때문이다. 또한, 본 연구에서 제조한 영양제가 함침된 목재칩에서 구리와 아연이 무처리 목재칩에 비하여 높게 나타난 이유는 함침된 영양제에 포함된 미량 영양성분에 기인한 것으로 판단된다.

향후 영양제 주입 목재칩의 영양성분 적정 함량, 유효성분의 지속성, 그리고 식물의 생육과 관련하여 보다 심도 있는 추가 연구를 통하여 영양제 함침방법의 표준화와 목재칩의 효과 검증을 진행하고자 한다.

<Table 3> Nutrient Analysis Results of Wood Chips Manufactured in This Study

Ingredients (%)		Control	3% solution impregnated woodchip	Acceptance criteria
Nutrient (%)	N	0.26	1.17	-
	P	0.01	0.66	-
	K	0.06	0.91	-
	Org. matter	88.76	94.91	-
	H2O	11.00	3.17	
Major Heavy metals (mg/kg)	As	N.D	N.D	below 50
	Cd	N.D	N.D	below 5
	Hg	N.D	N.D	below 2
	Pb	N.D	N.D	below 150
	Cr	1.35	N.D.	below 300
	Cu	0.96	8.24	below 300
	Ni	0.64	N.D.	below 50
Zn	N.D	5.39	below 900	

Abbreviation: N.D.: Non-detected.

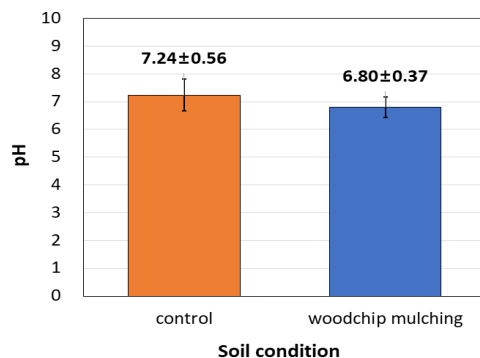
### 3.3 목재칩 피복효과 분석

목재칩의 토양피복을 통한 식물의 발아와 생육효과 분석은 향후 추가 연구를 진행하기 위한 기초자료를 확보하고자 수행하였다. 미피복 토양, 무처리 목재칩, 그리고 본 연구에서 제조한 영양제가 함침된 목재칩을 각각 2m×2m 인 토양을 대상으로 목재칩은 약 5cm 두께로 피복하여 토양환경과 식물의 발아와 생육 특성에 미치는 영향을 비교하였다. 이는 기존 연구에서 목재칩을 5cm 이상 도포한 경우에 0cm, 2.5cm 두께로 피복한 경우에 비하여 잡초 발생 수가 현저히 감소하였다는 연구를 참고하였다[10]. 식물의 발아와 생육을 위한 피복효과는 대표적인 알뿌리 화초인 수선화를 10월에 식재한 후, 미피복 토양, 무처리 목재칩 피복, 그리고 영양제 함침 목재칩을 피복한 토양에 대하여 pH, 온도, 습도를 측정하였다. 이후 시간이 경과하면서 식재된 수선화의 발아와 성장 및 개화의 정도를 함께

비교하였다. 식재는 가을에 실시함으로써 동절기 토양의 동결로 인한 식물의 냉해 피해방지(보온) 효과 및 건기에 토양의 보습효과를 검토하고자 하였다.

토양에서의 pH는 토양의 화학적 특성 중 가장 중요하게 평가되는 요인 중의 하나이며 토양 내에서 식물영양소 이용도에 중요한 환경적 요인으로, 기존의 연구에 따르면 침엽수(목재) 부식토양에서는 pH 4.1±0.9, 활엽수(목재) 부식토양에서 5.3±0.4를 나타내었으며, 토양 미생물에 의한 유기물 분해도 및 토양 비옥도를 판정하는 지표인 총탄소량과 총질소량이 침엽수림에서 활엽수림 보다 높게 나타났다고 보고된 바 있다[3]. 일반적으로 식물재배에 널리 사용되고 있는 상토의 pH는 약 5~7, 코코피트의 pH는 약 5.5~6.5, 목재칩의 pH는 약 4~6.5 정도인 약산성으로 알려져 있다.

본 연구에서 수선화 알뿌리를 식재하고 약 5개월 경과 후 측정된 pH 결과는 <Figure 6>에 나타난 바와 같다. 그림에서 보는바와 같이 미피복 토양의 pH는 평균 약 7.24, 그리고 목재칩 피복 토양의 pH는 약 6.80을 나타내어 목재칩 피복토양이 다소 낮은 pH 값을 나타내었다. 이는 기보고된 연구에서 침엽수재는 분해되면서 생성되는 탄닌산, 페놀산 등 유기산 등으로 인하여 약산성을 나타낸다는 연구결과와 일치하는 것으로 판단된다[3]. 다만 시험기간이 짧아 목재칩이 충분히 분해되지 않은 시점에 측정하였기 때문에 기존의 연구결과 보다는 다소 높은 pH를 나타낸 것으로 판단된다. 향후 장기적인 실험을 통하여 토양 pH의 변화에 관한 분석이 필요한 것으로 판단된다.



<Figure 6> pH Measurement Result

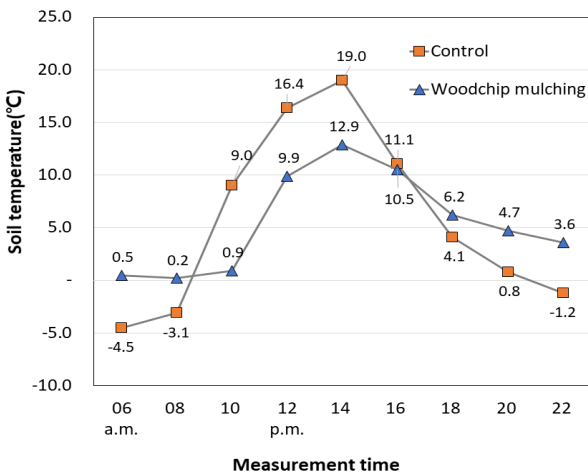
가을 식재 후 동절기를 지나면서 약 5개월이 경과한 익년 3월 목재칩을 피복한 토양과 미피복 일반토양의 온도를 측정된 결과는 <Figure 7>에서 보는 바와 같다.

측정일 오전 6시경 미피복 토양에서 표면온도는 영하 -4.5℃를 나타내었고, 목재칩이 피복된 토양의 표면온도는 영상 +0.5℃를 나타내었다. 시간이 경과하여 저녁 10시경에 미피복 토양은 다시 온도가 영하로 내려가 -1.2℃



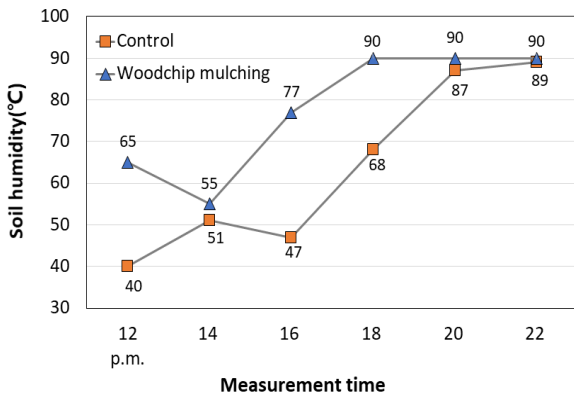
를 나타내었고, 목재칩 피복 토양에서는 영상 +3.6°C로 높게 나타났다. 반면에 햇볕이 있는 낮 시간 동안에는 목재칩을 피복하지 않은 토양의 지표면 온도가 오히려 더 높게 측정되었는데 이는 목재칩 피복 토양의 경우 단열성이 우수한 목재칩으로 인하여 복사열이 차단되었기 때문으로 판단된다.

이는 향후 목재칩을 토양피복해 줌으로써 토양의 보온과 단열효과를 기대할 수 있으며, 동절기에 영하의 온도에서 식물 냉해 피해와 하절기 고온으로 인한 피해 방지에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.



<Figure 7> Temperature Measurement Result

또한, 측정된 습도 측정결과는 <Figure 8>에 나타난 바와 같다. 동절기 토양 표면의 습도는 목재칩 피복 토양에서 영상의 온도가 유지되는 낮 동안에 목재칩 미피복 토양에 비하여 약 20% 이상 높게 유지되는 것으로 측정되었다. 동절기에는 오전과 해가 진 오후에 온도가 1°C이하로 내려가기 때문에 정상적인 습도측정이 불가하였으므로 측정 당일 온도가 1°C 이상인 시간대에서 측정하였다.



<Figure 8> Humidity Measurement Result

습도측정 결과 미피복 토양에 비하여 목재칩을 피복해 줌으로써 동절기 및 봄철 건조한 계절에 토양 수분이 증발되는 것을 방지하고 우수한 보습효과를 제공함으로써 식물생육에 보다 유리한 환경을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

<Figure 9>는 화단에 수선화 알뿌리 식재 시기인 10월에 식재 후 목재칩을 피복하지 않은 경우(A), 무처리 목재칩을 피복한 경우(B), 그리고 본 연구에서 제조한 영양제가 함침된 목재칩을 도포 경우(C,D)에 비교시험 결과를 나타내었다. 식재 후 시간 경과에 따라 수선화 알뿌리가 발아, 성장 및 개화의 모습을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 목재칩을 피복한 토양(B, C, D)과 미피복 토양(A)에서 수선화의 발아, 성장 및 개화량을 비교한 결과 목재칩 피복토양에서 속도가 더 빠르게 진행됨을 확인할 수 있다. <Figure 9>에서 상단 오른쪽 사진(2월 27일)을 보면 미피복 토양(A)에는 드문드문 발아가 진행되고 있는 반면에 목재칩 피복 토양(B, C, D)에서는 촘촘하게 발아가 전체적으로 진행되고 있음을 확인할 수 있다. 또한, 발아된 수선화의 생장 길이를 측정된 결과(3월 16일) 미피복 토양(A)에서는 평균 생장 길이가 106mm이었다 피복토양(B, C, D)에서는 평균 약 148mm로 측정되어 평균 약 42mm 정도 성장이 빠른 것을 확인하였으며, 무처리 목재칩 피복 토양(B)은 평균 약 144mm, 영양제처리 목재칩 피복 토양(C, D)에서는 평균 약 151mm로 측정되어 영양제처리에 따른 생장 길이 차이를 확인할 수 있었다. 또한 <Figure 9>에서 오른쪽 하단 사진(4월 03일)을 기준으로 수선화가 미피복 토양(A)에서 19%(전체 80본) 개화한데 반해 무처리 목재칩 피복 토양(B)에서는 약 43%(전체 80본), 영양제처리 목재칩 피복토양(C, D)에서는 약 63%(전체 160본) 개화가 확인되어, 영양제처리 목재칩 피복 토양 > 무처리 목재칩 피복 토양 > 미피복 토양의 순서대로 개화가 더 빠르고 많이 진행되고 있음을 알 수 있다. 이는 동절기에 목재칩 피복 토양이 미피복 토양에 비하여 온도와 습도가 일정하고 높게 유지됨으로써 보온 및 보습 효과와 함께 영양제 공급 차이에 의한 결과라 판단된다.

이후 피복된 침엽수 목재칩은 시간이 경과됨에 따라서 목재내 페놀성분과 유기산 성분이 분해되어 토양의 pH는 낮아지고[4], 보습성, 통기성, 배수성 개선 효과와 함께 목재칩 구성의 약 94.91%에 달하는 유기물(<Table 3>)이 유기질 비료로 작용하여 식물생장에 보다 우수한 환경을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

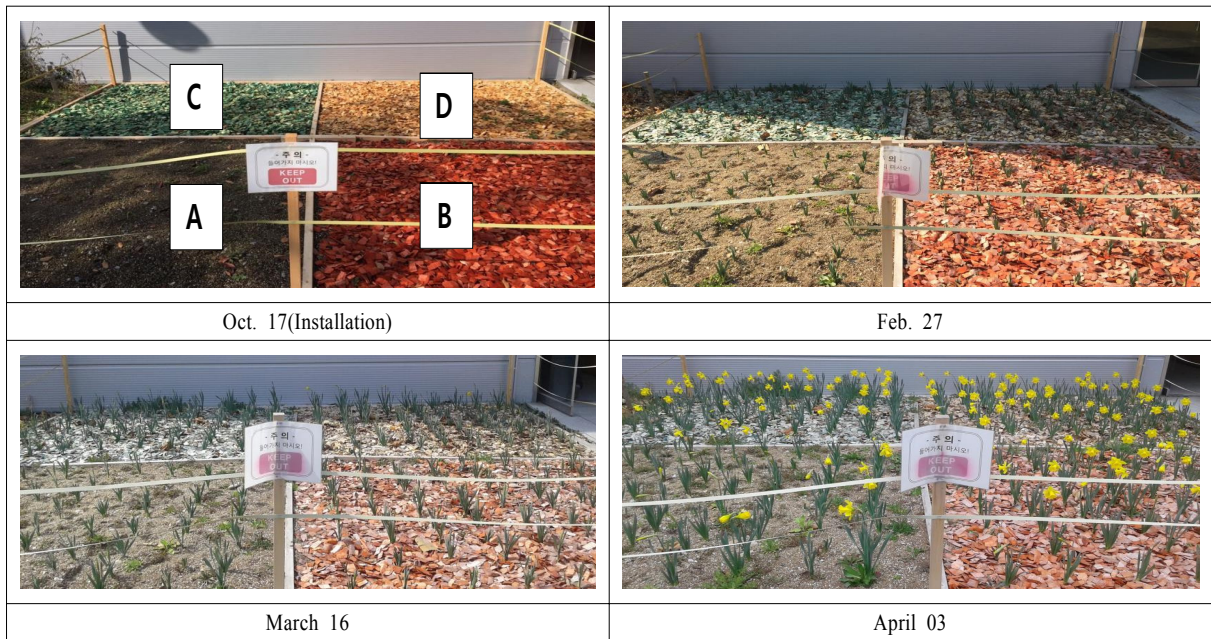
본 연구에서는 목재칩 피복효과 분석을 동절기에 진행하여 함침된 영양제의 유효성과 지속성, 그리고 여름철 잡초방지 효과 등에 대해서는 검증하지 못하였다. 이러한 부분은 본 연구결과를 기초로 추가 연구를 통하여 영양제의 지속성과 적절 함침농도, 잡초발생 억제효과 등에 대하여

알아보고자 한다.

<Figure 10>은 목재칩의 잡초방지, 보온 및 보습, 수자원 보호 등을 위하여 실제 적용하고 있는 외국의 무처리 목재칩 피복사례(상단 좌, 우), 여름철 국내 화단 및 정원의 잡초발생 사례(하단 좌) 그리고 본 연구에서 개발한 목재칩을 토양에 피복한 사례를 보여주고 있다.

향후 기후변화대응을 위한 원예정원 확대, 건축공간과

연계한 정원공간 확대, 치유농업과 연계된 도심 농업공간 확충 등의 활성화로 원예 및 조경산업은 더욱 발전할 것으로 예측되는[6] 시점에서 미피복 토양과 단순 파쇄 무처리 목재칩으로 사용되던 것을 영양제 함침과 염색 통한 칼라 목재칩을 적용함으로써 보다 다양한 기능성 부여와 더불어 환경 및 미관개선에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.



Abbreviation: A: Control, B: Chip Mulching, C,D: 3% Nutrients impregnated wood chip, A,B,C,D: 2m x 2m each

<Figure 9> Control and Woodchip Mulching



<Figure 10> Application Examples of Untreated and Nutrients Impregnated Wood Chips

## 4. 결 론

본 연구는 목재산업의 부산물로 발생하는 폐목재자원의 새로운 기능성 제품을 개발하기 위하여 수행하였다. 기존에 단순 토양 피복용으로 사용되고 있는 목재칩에 식물생육에 필요한 영양제를 효율적으로 함침시킬 수 있는 방법을 개발하고자 침지법과 진공가압함침법으로 영양제 함침량과 효율을 비교분석하였다. 영양제 함침은 진공가압함침법을 적용하는 것이 침지법에 비하여 생산성 측면에서 경제적이고 효율적인 함침방법이라 판단되며, 대량생산을 통한 산업화를 추진하기 위해서는 추가 검토해 볼 필요가 있는 제조방법이라 판단된다.

영양제가 함침된 목재칩의 영양성분과 중금속 함량을 분석하고, 목재칩을 토양에 피복하여 효과를 검토한 결과 목재칩을 피복한 토양에서 약산성의 pH를 나타냈으며, 동절기 보온 및 보습효과가 미피복 토양에 비하여 우수한 것으로 평가되었다.

향후 영양제가 함침된 목재칩은 폐목재 자원의 보다 효율적인 이용과 더불어 식물생육에 필수적인 영양소를 공급할 수 있게 함으로써 화학비료의 과도한 사용 억제 및 비용절감, 유기질 비료 공급에 의한 토양개량 및 작물의 생육환경 개선에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## Acknowledgements

This study has been supported by MOTIE funding program “Advanced Graduate Education for Management of Convergence Technology.”

## References

- [1] Choi, Y.S., Jeong, I.S., Cho, M.J., Mun, H.S., and Oh, J.H., Production and Fuel Properties of Wood Chips from Logging Residues by Timber Harvesting Methods, *J. Korean Soc. For. Sci.*, 2021, Vol. 110, No. 2, pp. 217-232.
- [2] Eulenberg, E.R.O., Effects of Wood Chip Mulches on Weed Suppression and Woody Plant Establishment, [dissertation], [Washington, USA]: Washington State University, 2012.
- [3] Han, S.H., An, J.Y., Choi, H.S., Cho, M.S., and Park, B.B., The Effects of Organic Manure and Chemical Fertilizer Application Levels on the Growth and Nutrient Concentrations of Yellow Poplar(*Liriodendron tulipifera* Lin.) Seedlings, *J. Korean Env. Res. Tech.*, 2015, Vol. 18, No. 5, pp. 37-48.
- [4] Han, S.L., Jo, M.H., and Whang, K.S., Comparison of Phylogenetic Characteristics of Bacterial Populations in a Quercus and Pine Humus Forest Soil, *Korean Journal of Microbiology*, 2008, Vol. 44, No. 3, pp. 237-243.
- [5] Kim, M.S., Kim, S.C., Yun, S.G., Park, S.J., and Lee, C.H., Quality Characteristics of commercial organic fertilizers circulated, *J. of the Korean Organic Resources Recycling Association*, 2018, Vol. 26, No. 1, pp. 21-28.
- [6] Korea Forestry Service, *Statistical yearbook of forestry*, 2022, Vol. 52, pp. 337-338.
- [7] Lafent, <https://www.lafent.com/inews>.
- [8] Lee, B.H., Kim, S.B., Lee, C.J., Sung, Y.J., Lee, C.B., So, S.J., and Kim, T.H., Analysis on Industrial Structure and Stable Supply and Demand of Wood Chip, *Journal of Korea TAPPI*, 2018, Vol. 50. No. 3, pp. 53-61.
- [9] Lee, J.D., Bang, S.T., and Bae, W.S., Evaluation of Field Applicability of Pavement Materials Using Wood Chips, *Journal of the Korean Geo-Environmental Society*, 2015, Vol. 16. No. 11, pp. 13-19.
- [10] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, The national third five-year plan for environmental agriculture, 2010, pp. 21-26.
- [11] Rathinasabapathi, B., Ferguson, J., and Gal, M., Evaluation of Allelopathic Potential of Wood Chips for Weed Suppression in Horticultural Production Systems, *HortScienc*, 2005, Vol. 40, No. 3, pp. 711-713.
- [12] Schmidt, P., *The Complete Guide to A Green Home*, first ed., Black & Decker, 2008.
- [13] Van Donk, S.J., Lindgren, D.T., Schaaf, D.M., Petersen, J.L., and Tarkalson, D.D., Wood chip mulch thickness effects on soil water, soil temperature, weed growth and landscape plant growth, *Journal of Applied Horticulture*, 2011, Vol. 13, No. 2, pp. 91-95.

## ORCID

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Yu Jin Hong     | <a href="http://orcid.org/0009-0007-1947-3173">http://orcid.org/0009-0007-1947-3173</a> |
| Dae Woo Choi    | <a href="http://orcid.org/0009-0008-4355-953X">http://orcid.org/0009-0008-4355-953X</a> |
| Kwon Woong Choi | <a href="http://orcid.org/0009-0006-3828-6245">http://orcid.org/0009-0006-3828-6245</a> |
| Suejin Park     | <a href="http://orcid.org/0000-0002-1009-0308">http://orcid.org/0000-0002-1009-0308</a> |
| Seok Un Jo      | <a href="http://orcid.org/0000-0002-1271-0806">http://orcid.org/0000-0002-1271-0806</a> |
| Hee Jun Park    | <a href="http://orcid.org/0000-0002-7452-227X">http://orcid.org/0000-0002-7452-227X</a> |