

소나무좀 피해 저감을 위한 천연식물추출물 함유 파스형 수목 보호 황토조성물 개발 연구

권기욱
삼육대학교 스미스학부대학

Research on the development of a patch type tree protection loess composition containing natural plant extracts for reducing damage from pine beetles

Ki-Uk Kwon
Smith College, Sahmyook University

요약 본 연구에서는 기후변화와 수목생육환경의 급격한 변화로 인해 수목 해충에 대한 저항력이 낮아지고 감수성이 높아져 수목 해충 피해가 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 최적의 방제 효과 나타낼 수 있는 천연식물추출물을 도출하고 방제 효과 등을 검증하여 소나무좀 피해 저감을 위한 파스형 수목 보호 황토조성물을 개발 검증하고자 하였다. 실험은 총 3단계로 진행하였으며, 실험방법으로는 천연식물추출물 9개 유형 중 최적 물질 도출, 식물추출물 함유 황토조성물 최적 배합 비율 도출, 수목 보호 파스형 황토조성물 제조 공정 도출을 수행하였으며, 조사 방법은 소나무좀의 기피 및 살충률을 분석하였다. 그 결과, 첫째, 천연식물추출물은 데리스 및 님 오일 액상을 혼합한 유형에서 가장 양호한 소나무좀 기피율 및 살충율을 보였다. 둘째, 천연식물추출물 함유 황토조성물 배합 비율은 황토조성물 내 천연식물추출물을 20%이상 포함하는 것이 가장 양호하였다. 셋째, 파스형 수목 보호 황토조성물 제조 공정은 약제층과 접착층이 혼합되어 소나무좀에 직접 접촉 및 잔효 독성효과가 발현된 PM C가 양호하였다.

Abstract The resistance to tree pests has decreased, and the susceptibility has increased due to climate change and rapid changes in the growth environment of trees, resulting in increased damage from tree pests. Therefore, this study tried to develop and verify a patch-type tree protection loess composition to reduce the damage from pine beetles by deriving natural plant extracts that can exhibit optimal control effects and verifying the control effects. The experiment was conducted in three stages, and the experimental method was performed to derive the optimal material among nine types of natural plant extracts, derive the optimal blending ratio of the loess composition containing plant extracts, and derive the manufacturing process of the patch-type loess composition for tree protection. The research method analyzed the avoidance and insecticidal rate of the pine beetle. The natural plant extract showed the best avoidance and insecticidal rates of pine beetles in the mixed type of derris and neem oil liquid. The blending ratio of the natural plant extract-containing loess composition was the best when the natural plant extract comprised at least 20% of the loess composition. Third, in the manufacturing process of the pas-type tree-protecting loess composition, the PM C type, in which the drug layer and the adhesive layer were mixed, showed direct contact with pine beetles and residual toxicity effects.

Keywords : Pine Beetle, Natural Plant Extracts, Tree Protection Products, Borer Pest, Landscaping Management

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022R1F1A1069058).

*Corresponding Author : Ki-Uk Kwon(Sahmyook Univ.)

email: kko1019@syu.ac.kr

Received June 12, 2023

Revised July 20, 2023

Accepted August 10, 2023

Published August 31, 2023

1. 서론

지속적인 기후변화로 인해 지구의 표면온도가 상승하고 있으며, IPCC의 6차 보고서에 따르면 지구의 과거 1850년부터 급격한 온도상승이 일어나고 있다. 지구의 온도상승은 지구온난화로부터 기인하며, 지구온난화의 원인으로 탄소배출을 지목하고 있다. 기후변화에 대응하기 위해서는 탄소배출을 저감 하기 위한 노력이 필요하다[1].

주요 탄소흡수원으로 분류되는 수목은 기후변화로 인해 큰 피해를 받고 있다. 수목 피해의 원인은 겨울철 고온과 가뭄으로 보고되고 있으며, 수분결핍과 가뭄과 연관된 생리적 장애로 인하여 많은 수목 피해가 발생하고 있다. 또한, 기후변화로 인하여 수목이 스트레스를 받게 되면 일반적으로 병해충에 대한 내성이 약해져 감수성이 높아지며, 수목 해충 피해가 증가할 것으로 예상된다[2].

수목 해충은 가해 방법에 따라 식엽성 해충, 흡즙성 해충, 천공성 해충, 충영 형성 해충, 토양 해충으로 구분된다. 그 중 천공성 해충은 기주식물의 수간이나 가지 등에 구멍을 뚫어 피해를 주는 해충으로 목질부를 가해하기 때문에 구멍을 형성하거나 수액과 목질섬유가 배출되며 수목 해충을 통한 피해는 물리적인 피해뿐 아니라 천공 부위를 통한 병해에 노출될 가능성이 높아질 수 있다[3].

이와 같은 위험성을 갖는 천공성 해충에 관해 다도해 해상국립공원에서 진행한 모니터링 연구에 따르면, 천공성 해충인 바구미과를 살펴본 결과 2020년 7,629개체에서 2021년 20,354개체로 266.8% 수준으로 증가하였다 [4]. 천공성 해충의 급격한 증가는 이식 수목 피해 및 고사율 증가로 나타나고 있다.

바구미과 천공성 해충은 대표적으로 소나무좀 (*Tomicus piniperda* L.)이 있으며, 일반적으로 벌채목이나 고사목에 산란하며, 수세가 약한 수목에 피해를 크게 준다. 연 1회 발생하지만 봄과 여름 두 번 가해한다. 또한 기후변화로 인해 기온이 높아지면서 3월 하순 ~ 4월 상순에 활동을 시작하는 소나무좀의 생활사가 변화하여 수목을 가해하는 기간이 늘어나 수목에 더욱 큰 피해를 미치고 있다[5].

주요 가해 수종은 소나무, 곰솔, 잣나무 등 침엽수에서 많은 피해가 보고되고 있으며, 소나무는 제주도 한라산으로부터 함경도에 이르기까지 우리나라 온대림지역의 대부분을 점유하며 단일 수종으로 가장 많은 면적을 차지한다. 또한, 삼국시대부터 국가시책으로 보호 및 육성됐으며, 우리나라 국민이 가장 선호하는 수종으로 공원, 녹지, 정원 등의 조경수로 많이 식재되고 있다. 2020년

기준 국내 침엽수림 수종별 산림면적 비율은 소나무 및 해송이 68%를 차지하여 소나무좀 피해가 커질 수 있다[6].

소나무좀의 수목 가해 특성은 수피를 천공하고 갱도를 뚫기 때문에 수간부의 물리적인 침투 방지, 수목 접근 시기피 및 살충 등을 통하여 접근을 방지하는 차단 기술 등이 필요하다.

최근에는 수목 식재 시 수간 감기를 시행하고 있으며 [7], 본 연구에서는 수간 감기가 가능한 점착성을 갖는 황토조성물을 개발 검증하고자 한다.

소나무좀 관련 기존 국내연구는 침엽수 주요 해충방제에 관한 연구, 산불발생지에서 소나무의 신초고사에 미치는 소나무좀의 영향에 관한 연구, 숲가꾸기 임지의 소나무좀 발생과 후식 피해에 관한 연구, 소나무림 내 천연 갱신 유형에 따른 나무종류 초기군집의 변화에 관한 연구 등이 진행되었다[8-10]. 소나무좀에 관한 발행논문 수는 미미하였으며, 소나무좀의 피해 및 현황 위주의 연구가 진행되었다. 소나무좀 피해 저감을 위한 약제 및 제품개발 관련 연구는 1980년대 이후 미미하였다.

산림 및 조경 식재지에서 병해충을 방제하기 위하여 오랫동안 화학약제를 사용해왔지만 최근 해충관련 방제 연구에서는 환경문제 등을 근거로 식물추출물, 유기농업 자재 등을 통한 대체제 연구가 진행되고 있다. 관련 연구로, 주요 해충에 대한 식물추출물의 살충력을 평가한 연구에서 해충방제용으로 널리 사용되고 있는 천연식물추출물 등을 활용하여 농업해충에 대한 살충효과를 검증한 결과, 고삼뿌리추출물, 고삼추출물, 멀구슬나무추출물 등을 통하여 약 98%의 높은 살충력을 나타냈다고 보고하였다[11].

또한, 천연 식물추출물 복합제를 이용한 갈색날개매미충 친환경 살충제 개발에 관한 연구에서는 갈색날개매미충 방제를 위해 친환경 살충제를 개발하고자 하였으며, 제충국, 고삼, 님(Neem) 등 천연 식물추출물을 혼합하여 처리하였으며, 최대 96%의 방제 효과를 얻었다고 발표하였다[12].

이에 본 연구는 환경영향을 줄이고, 최적의 방제 효과 나타낼 수 있는 천연식물추출물을 도출하고 방제 효과 등을 검증하여 소나무좀 피해 저감을 위한 파스형 수목 보호 황토조성물을 개발 검증하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 실험 설계

소나무좀은 천공성 해충으로 물리적 가해 특성은 수피에 구멍을 뚫고 침입하는 형태이며, 이를 차단할 수 있는 기술은 수목 수간부를 보호하는 차단 기술이 필요하다. 본 연구에서는 소나무좀에 대하여 기피 및 살충효과 가지며, 수목 부착 및 수간 감기가 가능한 파스형 수목 보호 황토조성물을 검증하고자 하였다.

이에, 파스형 수목 보호 황토조성물 검증을 위한 실험 유형은 총 3가지로 구성하였다.

1단계, 소나무좀 기피 및 살충효과를 갖는 천연 식물 추출물 도출

2단계, 도출된 천연식물추출물과 황토 조성물의 배합 비율별 소나무좀 기피 및 살충 실험

3단계, 도출된 천연식물추출물 함유 황토조성물의 파스형 수목 보호제 제조 공정 별 소나무좀 기피 및 살충 실험

2.2 실험구 조성

2.2.1 소나무좀 피해 저감을 위한 천연 식물추출물 도출

천연 식물추출물은 문헌조사 및 선행연구를 통하여 선정하였으며, 선정된 식물추출물은 모두 친환경 유기농업 자재로 활용되고 있는 물질이며, 데리스(Derris), 님(Neem), 제충국(Pyrethrum) 등으로 총 3종을 선정하였다[13].

데리스(Derris) 추출물은 접촉독제, 식독제 및 기피제 등으로 효과가 있으며, 님(Neem) 추출물은 생장조절, 기피, 섭식 저해, 산란억제 등의 효과가 있고, 제충국(Pyrethrum) 추출물은 곤충 대부분에 신경을 마비시켜 살충제로 활용되고 있다[12].

실험구 유형은 Table 1에서와 같이, 실험구 구성은 단일 물질 5종, 혼합유형 4종, 총 9개 유형으로 5반복 구성하였다.

실험 시편은 소나무 1x1cm에 식물추출물을 충분히 도포하였으며, 직경 5.5cm의 곤충사육용기에 소나무시편과 소나무좀 5마리씩 함께 넣었다.

Table 1. Case classification of natural plant extracts

Case	Natural Plant Extract	State
Case A	Derris	liquid
Case B	Neem cake	powder
Case C	Pyrethrum	powder
Case D	Pyrethrum	liquid
Case E	Neem oil	liquid
Case F	Pyrethrum + Derris	liquid
Case G	Pyrethrum + Neem oil	liquid
Case H	Pyrethrum + Neem cake	powder
Case I	Derris + Neem oil	liquid

2.2.2 도출된 천연식물추출물의 배합 비율별 소나무좀 기피 및 살충 실험

본 실험에서는 도출된 식물추출물과 황토조성물과의 배합 비율별 소나무좀 피해 저감 효과검증 실험으로 실험구 유형은 총 4가지 유형으로 구성하였다.

점착성을 갖는 황토조성물 대비 천연식물추출물의 비율에 따라 천연식물추출물 0%(이하 Control), 천연식물추출물 6%(이하 Type A), 천연식물추출물 15%(이하 Type B), 천연식물추출물 20%(이하 Type C)로 총 4가지 유형으로 5반복 조성하였다.

실험 시편은 소나무 1x1cm에 충분히 도포하였으며, 직경 5.5cm의 곤충사육 용기에 소나무 시편과 소나무좀 5마리씩 함께 넣었다.

2.2.3 수목 보호 파스형 황토조성물 제조 공정별 소나무좀 기피 및 살충 실험

본 실험에서는 최종적으로 파스 형태의 황토조성물개발을 위하여 파스 구성 물질에 도출된 천연식물추출물과 황토조성물을 포함하는 제조 공정에 따른 소나무좀 기피 및 살충효과를 분석하였다.

기본적인 파스의 제조방식은 파스 첩부제는 지지층을 구성하며, 점착성을 갖기 위하여 외부에 점착제를 코팅한다.

실험구 유형은 1차, 2차, 3차 제조과정으로 나누어 구성하였으며, PM A 유형은 1차 파스 첩부제 지지층 제조, 2차 황토조성물+식물추출물 도포 약제층 제조, 3차 점착층 제조로 구성하였다(Table 2).

PM B 유형은 1차 파스 첩부제 + 황토조성물 혼합 지지층 제조, 2차 천연식물추출물 도포 약제층 제조, 3차 점착층 제조로 구성하였다.

PM C 유형은 1차 파스 첩부제 지지층 제조, 2차 황토조성물 + 천연식물추출물 + 점착층 혼합 제조하였다.

Table 2. Experiment type by patch manufacturing process

		Manufacture process consists		
		1st mixed production	2nd mixed production	3rd mixed production
PM A	Patch Base		Red Clay Base + Natural Plant Extract	Adhesive
PM B	Patch Base + Red Clay Base		Natural Plant Extract	Adhesive
PM C	Patch Base		Red Clay Base + Natural Plant Extract + Adhesive	-

2.3 소나무좀 포집

실험에 사용된 소나무좀은 경기도 남양주시 오남읍 양지리 야산에서 2022년 3월부터 5월까지 소나무 시편을 설치하여 포집하였다.

소나무 시편은 가로 14cm X 세로 20cm로 외관 및 내부에 해충 피해가 없는 수목 시편을 사용하였으며, 시편 설치는 해충 침입이 가능할 것으로 판단되는 소나무 수목의 1.8m 높이에 설치하였다.

포집 기간 이후 소나무 시편을 수거하여 시편의 껍질을 벗겨 소나무좀을 포획하였다.

2.4 조사분석방법

조사방법으로는 곤충 사육 용기에 실험 시편 및 소나무좀 투입 후 5시간 동안 기피 및 살충 상태를 육안으로 확인하였으며, 기피율은 소나무좀의 경우 소나무를 천공하는 특성을 고려하여 시편 내부로 천공하지 않고 떨어진 개체수를 조사하였으며, 살충율은 시험 곤충을 인위적으로 자극하였을 때 움직임이 없는 개체만 죽은 것

로 간주하였다[13]. 또한, 실험유형에 따른 평균간 차이를 파악하기 위하여 IBM SPSS Statistics 25를 이용하여 DMRT(Duncan Multiple Range Test) 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

3. 연구결과

3.1 천연식물추출물 유형별 소나무좀 기피율 및 살충률 분석

천연식물추출물 유형에 따른 소나무좀 기피율은 Table 3에서 보는 바와 같이, Case C(90.0%) ≥ Case D(80.0%) ≥ Case G(76.7%) = Case B(73.3%) = Case I(73.3%) > Case H(60.0%) > Case F(10.0%) = Case E(0.0%) = Case A(0.0%) 순으로 분석되었다.

단일 물질로 처리한 유형 Case A, Case E와 혼합 물질로 처리한 Case F는 소나무좀 기피 효과가 미미한 것으로 판단되었다. 이외의 실험구에서는 소나무좀 5마리 모두 기피 하는 경향을 보였다.

Table 3. Pine beetle avoidance rate by type of natural plant extract

Case	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	Average
Case A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0d ^z
Case B	40%	40%	80%	100%	80%	100%	73.3b
Case C	60%	100%	80%	100%	100%	100%	90.0a
Case D	80%	80%	20%	100%	100%	100%	80.0ab
Case E	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0d
Case F	0%	20%	0%	0%	20%	20%	10.0d
Case G	40%	40%	100%	100%	80%	100%	76.7b
Case H	40%	20%	60%	40%	100%	100%	60.0c
Case I	40%	60%	60%	80%	100%	100%	73.3b

^z : Means followed by different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Comparison between averages by type of natural plant extract

Case	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	Average
Case A	0%	0%	0%	0%	0%	0.0e ^z
Case B	40%	40%	60%	80%	80%	60.0d
Case C	40%	40%	80%	100%	100%	72.0c
Case D	40%	40%	60%	80%	80%	60.0d
Case E	0%	0%	0%	0%	0%	0.0e
Case F	40%	60%	60%	80%	80%	64.0d
Case G	80%	80%	80%	100%	100%	88.0b
Case H	100%	100%	100%	100%	100%	100.0a
Case I	100%	100%	100%	100%	100%	100.0a

^z : Means followed by different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test at 5% level.

소나무좀 살충률은 Case H(100.0%) = Case I(100.0%) > Case G(88.0%) > Case C(72.0%) > Case F(64.0%) = Case B(60.0%) = Case D(60.0%) > Case E(0.0%) = Case A(0.0%) 순으로 분석되었다(Table 4).

최적의 살충률을 보인 천연식물추출물은 Case H, Case I이며, 1시간 후 소나무좀에 대한 살충률이 모두 100%로 나타났다.

선행연구에서 친환경 천연식물추출물인 데리스와 님 오일이 포함된 혼합제의 방제 효과를 96%로 보고한 결과와 유사한 것으로 판단되었다[11].

이에 따라, 데리스 및 님 오일 액상을 혼합한 Case I 유형을 최적 천연식물추출물로 선정하였다.

3.2 천연식물추출물 함유 황토조성물 배합 비율별 소나무좀 기피율 및 살충률 분석

천연식물추출물 기피 및 살충률 실험에서 Case I 유형이 최적의 효과 물질로 선정되었으며, 이를 포함하는 황토조성물 배합 비율을 도출하기 위하여 Case I 배합 비율별 소나무좀 기피 및 살충률 실험을 진행하였다.

배합비율에 따른 소나무좀 기피율 및 살충률은 Table 5와 같으며, 기피율의 경우 Type C(96.0%) > Type B(72.0%) > Type A(44.0%) > Control(12.0%) 순으로 분석되었으며, 소나무좀 살충률은 Type C(36.0%) > Type A(24.0%) = Type B(16.0%) > Control(0.0%) 순으로 분석되었다.

데리스와 님 오일의 배합 비율이 높아짐에 따라 소나무좀의 기피율 및 살충률이 양호하였으며, 황토조성물 배합 시 천연식물추출물을 20% 이상 포함해야 할 것으로 판단되었다.

Table 5. Comparison between averages by material ratio

Type	Avoidance rate(%)	Insecticidal rate(%)
Control	12.0d	0.0c ^z
Type A	44.0c	16.0b
Type B	72.0b	24.0b
Type C	96.0a	36.0a

^z : Means followed by different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test at 5% level.

3.3 파스형 수목 보호 황토조성물 제조 공정별 소나무좀 기피율 및 살충률 분석

본 실험에서는 최적의 배합 비율로 도출된 천연식물추출물과 점착성을 갖는 황토조성물의 제작방식에 따른 소

나무좀 기피 및 살충효과를 분석하였다.

천연식물추출물 함유 황토조성물 제조 공정에 따른 소나무좀 기피율을 분석한 결과, PM C(48.0%) > PM B(32.0%) > PM A(12.0%) 으로 분석되었다. 소나무좀 살충률을 분석한 결과, PM C(32.0%) > PM A(0.0%) = PM B(0.0%)로 분석되었다. 동시 혼합유형인 PM C에서 가장 양호한 기피율을 보였다.

PM A, PM B는 3차 제조과정으로 점착층을 구성하였으며, 이로 인해 약제층의 성분이 외부로 방출되는 효과를 감소시킨 것으로 판단되었다. PM C는 2차 제조공정을 통해 약제가 외부로 노출되어 소나무좀에 직접 접촉 독성과 잔효 독성 등 독성효과가 발현된 것으로 판단되었다. 이는 선행연구 연구결과 중 살충효과는 제제의 직접접촉 독성과 잔효 독성과 같은 기작의 차이에서 기인한 것으로 보고한 내용과 유사하였다[14,15].

Table 6. Comparison between averages by patch manufacturing method

Type	Avoidance rate(%)	Insecticidal rate(%)
PM A	12.0c	0.0b ^z
PM B	32.0b	0.0b
PM C	48.0a	32.0a

^z : Means followed by different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test at 5% level.

4. 결론

본 연구는 소나무좀 수목 피해 저감을 위하여 최적의 천연식물추출물 및 배합비율, 제조 방법을 도출하고 방제 효과 등을 검증하여 소나무좀 피해 저감을 위한 파스형 수목 보호 황토조성물을 개발 검증하고자 하였다.

그 결과, 첫째, 천연식물추출물 유형별 소나무좀 기피율 및 살충률 분석에서 데리스 및 님 오일 액상을 혼합한 유형에서 가장 양호한 소나무좀 기피율 및 살충율을 보였다.

둘째, 천연식물추출물 함유 황토조성물 배합비율별 소나무좀 기피율 및 살충률 분석에서 데리스 및 님 오일을 포함하는 황토조성물을 조성하였으며, 황토조성물 내 천연식물추출물을 20% 이상 포함하는 것이 가장 양호한 결과를 보였다.

셋째, 파스형 수목 보호 황토조성물 제조 공정별 소나무좀 기피율 및 살충률 분석에서 PM C 유형에서 가장 양호한 효과를 보였으며, PM A, B 유형에서는 점착층이

약제층 상부에 코팅되어 약제 효과가 발현되기 어려운 것으로 판단되었으며, PM C는 약제층과 짐착층이 혼합되어 소나무좀에 직접 접촉 및 잔효 독성효과가 발현된 것으로 판단되었다.

다만, 본 연구에서는 소나무좀 기피 및 살충효과가 양호한 천연 식물추출물 도출, 최적 배합비율 도출, 제조 공정 도출 등을 수행하였으나, 단일 성분, 단독 물질 배합비율, 지효성 효과검증 등 연구의 한계점은 존재하여 이에 대한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

아울러, 현재 돌발해충에 대한 수목 피해가 증가하고 있으므로 천연식물추출물과 수목 보호 기술에 대한 융합 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

References

- [1] IPCC, 2022: Summary for Policymakers. Policymakers [P.R. Shukla, J. Skea, A. Reisinger, R. Slade, R. Fradera, M. Pathak, A. Al Khouradajie, M. Belkacemi, R. van Diemen, A. Hasijsa, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, D. McCollum, S. Some, P. Vyas, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157926.001>
- [2] J. B. Kwon, Current status of forest damage due to abnormal weather and climate change, p.154, National Institute of Forest Science, 2020, pp.85-90.
- [3] S. I. Lee. *A Study on the Distribution and Damage of Boring Insect Pests in Chestnut Orchard*, Master's thesis, Gyeongnam National University of Science and Technology, pp.12, 2021.
- [4] S. W. Choi, A study on pest management measures for the promotion of national park ecosystem services, p.107, National Park Research Institute, 2021, pp.12.
- [5] K. J. Hong, C. E. Kim, K. H. Kwon, K. J. Lee, H. J. Moon, S. C. Moon, K. S. Woo, Insect pests of forest and shade trees, p.390, Hyangmunsa, pp.122-352.
- [6] D. S. WON, Study on biology of wood-boring insects and natural enemies live in Pinus spp., Ph.d dissertation, Kangwon University, Kangwon, Korea, pp.2, 2010.
- [7] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Landscape design standards and standard specifications for landscaping construction(KDS 34 40 10), 2019, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, pp.10.
- [8] T. S. Kwon, C. S. Kim, T. S. Park, H. M. Chae, J. D. Park and J. K. Kim, "Impacts of the Pine Bark Beetle, *Tomicus piniperda* (Coleoptera : Scolytidae), on Death of Fresh Shoots of Pine Trees in Burned Pine Stands", *JOURNAL OF KOREAN FORESTRY SOCIETY*, Vol.91, No.3, pp.349-354, 2002.
- [9] K. H. Goo, J. H. Lee and J. K. Kim, "Secondary Damage and Adult Emergence of Pine Bark Beetle (*Blastophagus C7piniperda*) in Tended Forests", *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, Vol.7, No.4, pp.258-264, 2005.
- [10] D. S. Kim, S. W. Park, S. J. Roh, T. h. Yoo, H. K. Yoon, H. S. Kim and B. B. Kyu, "Initial Change of Scolytinae (Coleoptera, Curculionidae) Community Structure by Green-tree Retention Method in Pine Tree Forest", *Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. Con.*, KOREAN JOURNAL OF NVIRONMENT AND ECOLOG, Republic of Korea, Vol.2016, pp.81, 2016.
- [11] S. K. Kim, J. H. Jin, C. K. Lim, J. H. Hur and S. Y. Cho, "Evaluation of Insecticidal Efficacy of Plant Extracts Against Major Insect Pests", *The Korean Journal of Pesticide Science*, Vol.13, No.3, pp.165-170, 2009.
- [12] W. K. Kim, H. J. Yang, J. S. Park and A. S. Kim, "Development of Environment-friendly Insecticide for Ricaniid planthopper using Natural Plant Extract", *Korea Entomology Prize-Acceptance Speech*, Korean Society of Applied Entomology, Republic of Korea, Vol.2016, pp.117, 2016.
- [13] D. H. Kwon, G. Y. Kwack, S. M. Won, M. H. Kim and H. J. Choi, "Establishment of Classification System of Major Ingredients in Organic Agricultural Materials Associated with Insect Pest Control", *The Korean Journal of Pesticide Science*, Vol.25, No.4, pp.287-304, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.7585/kips.2021.25.4.287>
- [14] Y. S. Lee, H. A. Lee, H. J. Lee, J. Y. Choi and S. W. Lee, "Control Effect of Plant Extracts Mixture on *Metcalfa pruinosa* (say) (Hemiptera: Flatidae)", *Korean Journal of Applied Entomology*, Vol.58, No.4, pp.281-282, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.5656/KSAE.2019.10.0.045>
- [15] Y. J. Ahn, G. H. Kim, N. J. Park and K. Y. Cho, "Establishment of bioassay system for developing new insecticides. II. Difference in susceptibilities of the insect species to insecticides according to different application methods", *Korea J. Appl. Entomol.*, Vol.31, No.4, pp.452-460, 1992.

권 기 욱(Ki-Uk Kwon)

[정회원]



- 2012년 2월 : 건국대학교 산림과 학과 (농학사)
- 2014년 2월 : 건국대학교 산림과 학전공 (농학석사)
- 2017년 2월 : 건국대학교 산림과 학전공 (농학박사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 삼육대학교 스미스학부대학 교수

<관심분야>

조경관리, 조경수목, 수목보호, 기후변화