

제 28호 2025

ISSN-1226-8321

ISSN-3059-1120



사단법인
한국산지환경연구회

산지환경



발 간 사

존경하는 임업인 여러분! 그리고 사랑하는 임직원 여러분!

2025년 을사년(푸른 뱀의 해)의 희망찬 새해가 밝았습니다. 먼저, 지난 한 해 동안 헌신과 열정으로 우리 연구회의 발전을 위해 힘써주신 모든 임직원 여러분과 응원해 주신 임업인 여러분께 깊은 감사의 인사를 전합니다.



우리 (사)한국산지환경연구회는 미래의 건강한 숲을 위한 탄소 중립 및 환경문제를 해결하고, 임업인에게 희망과 소득증대를 이끌어 줄 수 있는 발판을 마련하고자 최선의 노력을 다하고 있습니다. 아울러 산림경영관리 체계화를 위한 맞춤형 산림 정보서비스를 제공하고 명실상부 임업 분야 최고의 전문가를 활용한 임업기술 컨설팅 등을 수행하고 있습니다. 또한, 산림형 사회적기업으로서 책임을 다하고 있습니다.

매년 발간하는 『산지환경』은 산림과 환경의 중요성을 되새기고, 최신 정책 및 연구 동향을 공유하는 소중한 자료로 자리 잡고 있습니다. 올해로 28번째로 출간되는 『산지환경』은 지난해 우리 연구회가 추진한 주요사업의 내용을 간단히 소개하는 자료로 구성하였습니다. 우리 연구회를 이해하는데 이 자료가 도움이 되기를 기대합니다.

올해 산림청에서는 과학적이고 종합적인 산림재난 관리 및 기후변화에 대응하여 산림의 역할을 강화하는 정책을 주요과제로 추진하고 있습니다. 올 하반기에 발사되는 농림위성 및 라이다 등으로 수집된 고정밀 데이터 기반 산림공간 디지털플랫폼 구축을 통해 산림경영 디지털화 기반을 구축하게 됩니다. 또한, 전국 200여 개소에 새로운 도시숲을 조성할 계획을 하고 있습니다. 이러한 정책여건의 변화에 따라 끊임없이 성장하고 발전하기 위하여 산림정책에 부합하는 과제들을 적극적으로

발굴하여 추진하겠습니다. 이는 우리에게 새로운 도전과 기회가 될 것입니다.

산림을 지키는 것은 우리의 사명이지만, 그에 앞서 우리 구성원 한 사람 한 사람이 건강해야 합니다. 건강한 몸과 마음이 있어야만 우리는 최선의 성과를 낼 수 있으며, 지속가능한 미래를 이끌어갈 수 있습니다. 서로를 믿고 협력하며, 지속가능한 산림과 건강한 미래를 위해 최선을 다합시다.

다시 한번 제28호 『산지환경』의 발간을 위해 수고해 주신 모든 분들께 감사의 말씀을 드리며, 여러분과 여러분의 가정에 건강과 행복이 가득하길 기원합니다. 새해 복 많이 받으십시오.

감사합니다.

2025년 2월

(사)한국산지환경연구회 회장 조 현 국

산림청장 신년사

“모두가 누리는 가치있고 건강한 숲”을 만들어 나가겠습니다!
국민 여러분! 그리고 임업인·목재산업인·산림복지전문가·산림
기술인 등 전국의 54만 산림산업인과 220만 산주 여러분!

희망찬 2025년의 새해가 밝았습니다. 여러분 모두 건강과 행
복이 가득한 한 해가 되시길 소망합니다.



지난 2024년 우리는 ‘모두가 누리는 가치있고 건강한 숲’을 만들기 위해 힘찬 발
걸음을 내디뎠습니다.

우리 숲이 주는 목재를 비롯한 임산물을 친환경 건축자재, 일상 속 식재료, 바이
오소재 등 가치 높은 자원으로 활용하기 위한 기반들을 다져나갔습니다.

지역의 잘 가꾼 숲을 ‘산림랜드마크’로 조성하여 인구 유입에 기여하고 ‘숲교육’
등의 산업과 일자리를 창출하여 소멸위기 지역의 든든한 버팀목이 되었습니다.

현실로 다가온 기후위기에 대응하여 도시숲 등 다양한 탄소흡수원을 조성하였으
며 멸종위기 수종 보호, 산림생태복원 등 생물다양성 증진에도 힘써왔습니다.

다른 한편 극단적인 기상현상이 빈번하여 산림재난 대응에 어려움이 많았습니다.
그러나 과학적인 예방과 부처 간 협업 등 총력적인 대응으로 최소한의 피해에 그칠
수 있었습니다.

아울러 프랑스, 라오스 등의 국가들과 새롭게 시작한 산림재난대응, 산림탄소축
적 등 산림협력은 우리나라의 기후위기 대응능력을 높이고 산림 선진국으로서의
위상을 공고히 하는데 기여하였습니다.

이와 같은 뜻깊은 성과들을 거두기까지 함께 힘과 지혜를 모아주신 모든 분들의 노고에 진심으로 감사드립니다.

새해 산림청은 그간의 성과를 한층 발전시키기 위해 다음 다섯 과제를 중점적으로 추진하고자 합니다.

첫째, 과학적이고 종합적인 산림재난 관리로 국민의 생명과 재산을 보호하겠습니다.

무엇보다 매년 2,100여건이 상호, 연쇄적으로 발생하는 산불, 산사태, 산림병해충을 통합적으로 관리하기 위해 「산림재난방지법」 시행 준비를 철저히 하겠습니다.

우리나라 산악환경에 최적화된 ‘국산 다목적 산불진화 차량’ 등 고성능 장비를 처음 도입하여 산불 대응능력을 고도화하겠습니다. 하반기에 발사하는 농림위성을 활용하여 대규모 산림재난에도 빈틈없이 대응하겠습니다.

급증하고 있는 ‘소나무재선충병’에는 총력 방제와 수종 전환으로 확산세를 확실히 꺾고, 산림수계와 바람을 디지털 정보화하여 기후변화형 재난에 효과적으로 대응하겠습니다.

국립공원, 국가유산보호구역 등에서 발생하는 산림재난이 민가 피해 등으로 이어지지 않도록 부처 협업도 강화하겠습니다.

둘째, 기후변화에 대응하여 산림의 역할을 강화하겠습니다.

탄소흡수와 기후변화 적응력이 우수한 난대수종 등으로 조림수종을 다변화하겠습니다. 범부처 협력으로 간척지 등 유허토지에도 숲을 조성하고 임도와 고성능 임업기계로 숲을 가꾸 탄소흡수력을 높이겠습니다.

개발도상국 산림황폐화 방지사업(REDD+)도 아시아 위주에서 중남미, 아프리카 등으로 확대하여 2030년 산림부문 국외온실가스 감축목표량 5백만톤을 차질 없이 확보하겠습니다.

매년 심화되고 있는 이상기후 현상에 대비하여 기후변화 적응 능력도 강화하겠습니다. 기후변화로 멸종위기에 처한 구상나무, 주목 등은 수종별 특성을 고려한 맞춤형 보전을 확대하고 ‘기타효과적인 지역기반보전 조치(산림OECM)’제도를 도입하여 생물다양성 높은 보호지역 외의 산림도 촘촘히 관리하겠습니다.

훼손된 산림은 전문기관이 인증한 자생식물로 복원하여 외래종 침입 등에 의한 생태계 교란도 방지하겠습니다.

전국 200여 개소에 새로운 도시숲을 조성하고 도시공원 등의 녹지도 도시숲으로 연결하여 폭염과 미세먼지로부터 쾌적한 생활환경을 창출하겠습니다.

셋째, 임업인이 산림경영으로 풍요로운 삶을 누릴 수 있도록 임업인 지원을 확대하겠습니다.

산림경영 구조를 집약화하여 수익성을 높이겠습니다. 우선 방치된 산림을 국가가 매입하여 체계적으로 관리하는 ‘산지연금형 사유림매수’를 활성화하고, 나아가 산지를 필요로 하는 임업인에게 임대 및 매도하는 ‘산지은행’ 제도로 확대하겠습니다.

산주와 임업인의 산림경영 참여를 유도하기 위해 임업직불제, 임업세제를 농업 등 유사산업 수준으로 개선하겠습니다. 아울러 허가·신고가 필요없는 산지일시사용제도 도입 등 임업인이 지속적으로 건의한 150여건의 규제도 개선하여 산림경영 제약을 해소해 나가겠습니다.

산림이 주는 공익가치를 증진하기 위해 재산권 행사가 제약되는 산주에 대가를 지불하는 ‘산림 공익가치 보전 지불제’와 ‘목재수확 협약제도’를 도입하는 등 산주와 임업인의 권익 증진에도 힘쓰겠습니다.

아울러 전국 220만 산주들의 정보교류와 협력 네트워크를 강화하기 위한 ‘대한민국 산주대회’도 개최하겠습니다.

넷째, 숲을 지역소멸 대응을 위한 핵심 자산으로 육성하겠습니다.

목재 등 임산물을 지역의 고소득 자원으로 만들겠습니다. 목재친화도시, 목구조 공공건축물 등 목조건축물 조성을 확대하여 국산목재의 고부가가치 수요 창출을 견인하겠습니다. 부처 협업으로 「목조건축활성화법」을 제정하고 첨단 연구를 촉진하여 국내 목재산업을 지원하겠습니다.

청정 먹거리 임산물의 정보는 디지털화하고 기능성 원료는 표준화한 ‘숲푸드’로 고급 브랜드화하여 세계인의 대표 식품으로 자리매김하고, 의약품 및 푸드테크 개발도 함께하여 바이오산업의 핵심 소재로도 육성하겠습니다.

산촌 체류형 쉼터 도입, 정원도시 조성 등 잘 가꾼 산림이 지역의 인구 유입 촉매제가 될 수 있도록 정책을 강화하겠습니다. 아울러 ‘산악생태관광’ 등 산지의 보전과 이용의 조화로 지역 활성화에 기여하는 제도들도 도입하겠습니다.

다섯째, 산림부문 민간시장과 신산업을 창출하겠습니다.

산림기술업과 산림복지전문업이 공공영역뿐만 아니라 민간시장에서도 경쟁력을 확보할 수 있도록 유망업종을 발굴하고 육성하는 한편 해외시장 진출도 지원하겠습니다.

민간의 산림분야 투자를 활성화하기 위해 산림탄소경영 등 기업 ESG 경영과 연계한 협력사업을 발굴하고 출연금, 기부금 등으로 투자재원을 다변화하겠습니다.

‘저출생 고령화’ 등 사회문제 해결에 기여할 수 있는 ‘숲교육’, ‘산림치유’ 등의 산업화를 촉진하고 ‘산림경관서비스업’, ‘자생식물 활용 산림복원업’ 등 숲 관련 유망산업들도 집중적으로 육성하겠습니다.

존경하는 국민과 산림산업인, 그리고 산주 여러분!

과거 일제의 수탈과 민족상잔의 비극으로 헐벗었던 우리 산림은 앞선 세대의 희생과 노력으로 짧은 기간 만에 울창하게 변할 수 있었습니다.

지속가능한 산림경영으로 임업인과 국민, 도시민과 산촌주민, 현재·미래세대, 인간·자연 모두가 누리는, 가치있고 건강한 숲을 만드는 것! 이것이 광복 80주년을 맞는 올해 나라를 위해 헌신하신 애국선열들께 우리 세대가 보답하는 길이라는 새해의 각오를 다져봅니다.

저를 비롯한 모든 산림공직자는 최선을 다해 뛰겠습니다. 새해에도 국민 여러분의 아낌없는 관심과 성원을 부탁드립니다.

2025년 을사년, 새해 복 많이 받으십시오.

산림청장 임 상 섭

국립산림과학원장 신년사

푸른 뱀의 해인 을사년(乙巳年) 새해가 밝았습니다. 한국산지환경연구회 회원 여러분 가정의 건강과 평온을 기원합니다.

지난해는 국립산림과학원이 개원 75주년을 맞이하는 뜻깊은 해였습니다. 국립산림과학원은 ‘미래 백년, 그 이상의 가치’라는 개원 75주년 슬로건 아래, 지난 한 해 동안 새로운 도약을 이루었습니다.



무엇보다 산림정책을 선도하는 영향력 있는 산림과학 연구성과를 도출하였습니다. 또한 산림재난 연구를 강화하고 미래비전 달성을 위하여 조직을 개편하였으며, 과단위 조직인 국가산림위성정보활용센터를 서울시 고덕동에 신설하였습니다. 영향력 있는 연구 추진과 연구 성과의 확산을 위한 제도적 기반도 마련하였습니다. 이런 결과로, 국립산림과학원은 행정안전부가 주관하는 책임운영 종합평가에서 최우수기관으로 선정되어 대통령 단체 표창을 수여했고 서비스혁신 공유대회에서도 최우수상을 받았습니다.

2025년에는 이러한 도약의 발판을 딛고, 국민과 임업인에게 실질적인 도움이 되는 연구 성과를 지속해서 창출하여 더 나은 대한민국을 만들기 위해 열심히 달려갈 것입니다. 이를 위해 국립산림과학원은 6개 중점분야를 중심으로 연구를 수행할 것입니다.

첫째, 국민 안전 강화를 위한 통합적인 산림재난 관리 기술을 개발하는 연구를 강화할 것입니다. 산불재난예측분석센터를 운영하여 산불예보 정확도를 최근 5년 평균 75.6%에서 2027년 88%까지 높일 계획입니다. 또한 디지털 사면통합 산사태정보시스템을 구축하는 연구와 토석류 피해예측지도의 정확도 향상을 위한 모형을 고도화하는 연구를 추진할 것입니다. 이와 함께 소나무재선충병 유전자 진단·평가기술을 다양화하고 친환경 신물질 개발 연구를 미국 산림청, 한국 농진청과 공동 연구를 추진할 것입니다.

둘째, 탄소중립에 이바지하는 디지털 기반 산림순환경영체계를 구축할 것입니다. 라이다 기반의 산림자원정보를 수집하고 분석하는 자동화 기술을 개발하고, 산림경영 규모화를 위한 단계적 산지은행 도입 방안 연구를 추진할 계획입니다. 또한 산림 부문 2035 NDC 목표 수립을 지원하는 연구를 추진하며, 2026 농림위성 신규과제를 기획하고 국내외 협력체계를 강화할 것입니다. 농림위성 발사에 대비하여 지상국 운영 기반을 확충하고 대체 위성을 활용한 연구를 추진하겠습니다.

셋째, 최적 가공기술을 활용하여 목재산업을 활성화하는 데 연구를 집중할 것입니다. 목재산업 활성화를 위하여 목재자원의 순환경제 지표 개발 및 탄소 저장과 대체 효과를 분석하고 목조 아파트 건축을 위한 차음 연구 및 교육시설 탈현장 공법을 개발하는 데 집중할 것입니다.

넷째, 산림생명자원 가치증진을 위한 산림바이오산업 활성화 연구를 강화할 것입니다. 멸종위기 고산 침엽수종 복원을 위해 유전 다양성 복원 재료를 선정하는 기술 개발과 임목자원의 첨단 육종 기술을 적용하여 소나무재선충병 내병성 유전자의 발굴·증식 기술을 개발하는 연구에 집중할 것입니다. 또한 유용 산림바이오자원의 효능 평가 및 생산성 증진기술 개발을 추진하겠습니다.

다섯째, 건강한 산림생태계 보전 및 기능을 증진하는 연구를 추진할 것입니다. 생태계서비스, 기후변화를 고려한 산림생태계 보전·관리 기술, 백두대간·곶자왈 등 공간맞춤형 관리 및 복원 기술, 생활권 도시숲의 조성 및 관리 기술 개발 연구에 집중할 것입니다.

마지막으로 산림의 사회적 가치증진 및 글로벌 녹색협력을 확대하는 연구를 수행할 예정입니다. 특히 가명정보를 결합한 빅데이터를 활용하여 산림복지서비스의 가치평가 체계를 개발하고 산림자원이 지역소멸을 막는 효과를 구명하는 연구를 실행할 예정입니다.

국립산림과학원은 ‘숲과 과학기술로 더 나은 세상’을 만들기 위해 노력하고 있습니다. 한국산지환경연구회 회원께서도 저희의 도전과 노력에 많은 관심과 성원을 부탁드립니다.

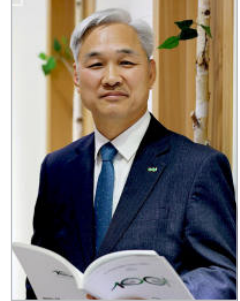
회원 여러분, 가슴 뛰는 새해 계획이 마지막까지 잘 마무리되시기를 바랍니다. 감사합니다.

국립산림과학원장 배 재 수

한국임업진흥원장 신년사

“성장하는 임업인, 행복한 국민”
Let's go Forest!!

존경하는 임업인 여러분, 그리고 한국임업진흥원의 고객 및 협력기관 여러분, 희망찬 2025년 새해가 밝았습니다. 지난 한 해 동안 우리 임업과 산림 발전을 위해 애써주신 모든 분들께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.



2024년은 한국임업진흥원에 있어 의미 있는 변화와 성장의 해였습니다. 임업인 출신 원장의 취임 이후, 임업 및 임산업 현장과의 소통을 강화하고 소통의 결과를 정책과 사업에 반영하기 위해 안으로는 일하는 방식과 조직문화를 개선했습니다. 특히, 산림과 산림자원 기반으로 업을 하는 모든 주체를 ‘임업인’으로 포괄하고 기관의 성장과 함께 가는 ‘동반고객’으로 정의하여 고객만족경영을 추구하기로 하였습니다.

한편 이런 노력이 보다 실행력을 가질 수 있도록 지난 8월 조직 개편을 단행하고, 임업진흥이라는 사명을 보다 효과적으로 수행할 체계를 구축했습니다. 이러한 노력의 결과로 ‘대한민국 경영대상’을 수상하고 다양한 분야에서 우수기관으로 선정되는 등 대외적으로 성과를 인정받았습니다.

하지만, 이러한 성과 뒤에는 개선이 필요한 부분도 확인되었습니다.

현장과의 소통은 강화되었지만, 여전히 일부 사업에서는 고객의 실질적 체감도가 낮았다는 지적이 있었습니다.

산촌 활성화를 위한 다양한 지원책이 미비하고 이로 인해 귀산촌 인구와 젊은 인재 유입이 더디다는 과제가 남아 있습니다.

임산업 지원에서는 일부 신수요 창출과 판로 개척이 지연되며, 중소기업의 현실적인 어려움을 반영하는 데 부족함이 있었습니다.

이러한 반성을 바탕으로, 우리는 2025년 “성장하는 임업인, 행복한 국민. Let's go Forest!!”이라는 슬로건 아래 다음과 같은 개선점과 목표를 설정해 추진하겠습니다.

첫째, 임업인의 안정적 소득과 산촌 활성화는 우리가 추구해야 할 중요한 과제입니다.

먼저, 임업 경영체 육성과 맞춤형 지원을 통해 임업인의 역량을 높ی겠습니다. 임업 통계 데이터 분석을 기반으로, 각 지역 특성에 맞는 생산 및 경영 컨설팅을 제공하고, 청정 임산물의 고부가가치화를 위한 전문가 지원과 유통망 확대를 지원하겠습니다.

또한, 귀산촌을 희망하는 도시민과 청년을 위한 ‘귀산촌 종합정보 지원 창구’를 전국적으로 확대 운영하여 정착을 돕겠습니다. 산촌 지역에 특화된 창업 지원 사업을 통해 지역 자립 기반을 마련하고, 산촌 자원을 활용한 고부가가치 산업을 육성하여 산촌 소멸 위기에 대응하겠습니다.

산촌 활성화는 단순히 지역의 문제가 아니라 국가의 미래를 위한 중요한 과제입니다. 산촌 정착 지원과 함께 산촌-도시 간 교류를 활성화하고, 산림 특성화고와 대학교육을 강화하여 차세대 임업 인재 양성에도 힘쓰겠습니다.

둘째, 임산업은 대한민국 경제에 새로운 활력을 불어넣을 수 있는 중요한 분야입니다.

목재와 석재 산업의 기반을 강화하여 국내외 시장에서의 경쟁력을 확보하겠습니다. 먼저, 목재 인테리어 공모전과 목조건축 규제 완화를 통해 국산 목재의 활용성을 높이고, 중소 목재·석재 기업의 판로 개척과 글로벌 시장 진출을 지원하겠습니다.

올해는 특히 미국과 중동 시장 등 해외 수요가 높은 지역으로의 수출 지원을 확대하고, 목재·임업기계 장비의 글로벌 경쟁력을 높이기 위한 지원을 강화할 것입니다. 아울러, 석재산업의 지속 가능성을 확보하기 위해 환경 피해 저감 활동과 관련 규제 개선에도 힘을 계획합니다.

셋째, 기후 위기 시대에 산림은 탄소중립 실현의 핵심 자원입니다. 올해 우리는 산림탄소흡수원 증진과 거래 활성화를 위해 산림탄소상쇄사업 인증량을 확대하고, 민간 플랫폼을 연계한 거래 활성화에 힘쓰겠습니다. 이와 함께 국제 산림탄소 사업을 확대하여 글로벌 기후 변화 대응에 앞장서겠습니다.

또한, 소나무재선충병과 같은 산림병해충 피해를 최소화하기 위해 AI와 드론 기술을 활용한 스마트 방제 시스템을 고도화하고, 선제적인 예찰 및 방제 체계를 강화하겠습니다. 이를 통해 산림 건강을 지키고, 국민에게 안전한 환경을 제공할 것입니다.

넷째, 한국임업진흥원은 동반고객과 함께 성장하는 경영을 실천하겠습니다.

고객만족경영 자문위원회를 통해 현장 중심의 혁신 과제를 발굴하고, 임업인과 국민, 임직원이 함께 참여하는 소통 프로그램을 운영하겠습니다. 올해는 “성장하는 임업인, 행복한 국민. Let's go Forest!!”이라는 슬로건을 중심으로 임업의 가치를 국민에게 알리고, 공공기관으로서의 역할을 충실히 수행하겠습니다.

끝으로 미래를 위한 협력과 도약에 있어 임업인 여러분과 함께 하겠습니다.

2025년은 우리가 함께 성장하고, 국민의 행복을 만들어가는 중요한 전환점이 될 것입니다. 지난해의 성과와 반성을 바탕으로, 더욱 혁신적이고 책임감 있는 경영을 실현하겠습니다.

존경하는 임업인 여러분, “성장하는 임업인, 행복한 국민. Let's go Forest!!”이라는 새로운 슬로건은 한국임업진흥원 모든 임직원이 지니는 일하는 마음입니다. 한국임업진흥원을 믿고 함께 숲으로 가보시죠.

여러분의 적극적인 참여와 협력을 부탁드립니다, 새해에도 건강과 행복이 가득하시기를 진심으로 기원합니다.

감사합니다.

한국임업진흥원장 **최 무 열**

(사) 한국산지환경연구회장 취임사

안녕하십니까? 한국산지환경연구회의 회장으로 선출된 조현국입니다.

먼저, 저를 믿고 회장으로 선출해 주신 회원 여러분께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 매우 영광스럽지만, 한편으로는 그 책임이 너무도 크고 무겁게 느껴집니다.



우리 한국산지환경연구회는 산림환경에 관련된 종합적인 조사·연구와 정보 제공으로 임업발전에 이바지하며, 사업을 통한 일자리 창출과 사회서비스를 확충하여 사회에 공헌하고자 설립된 비영리 사단법인입니다.

지난 1996년 설립 이후 지금까지 우리 연구회는 회원 여러분의 노력과 열정으로 많은 성과와 발전을 이루어냈습니다. 회원 여러분의 헌신에 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 특히 초기의 어려움을 극복하고 이만큼 발전할 수 있도록 잘 이끌어 주신 변재경 현 회장님을 비롯한 이사님들, 그리고 안병영, 김규현, 류택규, 김태욱, 역대 회장님들께 이 자리를 빌려 감사와 경의를 표합니다.

존경하는 회원 여러분,

회장으로서 저는 그동안 역대 회장님들과 임직원 여러분이 마련한 튼튼한 기반을 바탕으로 앞으로는 명실상부한 산지환경분야 최고 전문기관으로 한 단계 더 발전시켜 나가겠습니다.

이를 위하여 다음과 같은 계획을 추진하고자 합니다.

첫째, 변화하고 있는 환경에 적극적으로 대응하겠습니다. 기후변화와 탄소중립, 디지털 전환과 빅데이터, 인공지능의 활용, 저출산 고령화 등 급속히 변화하고 있는 환경에 적극적으로 대응할 수 있는 사업을 개발하고, 이를 위한 역량을 강화하도록 하겠습니다.

둘째, 다양한 분야와의 협력 및 네트워킹을 강화하겠습니다. 이를 통해 산지환경 연구회의 활동 범위를 넓히고, 사회적 영향력을 확대할 수 있을 것입니다. 산림청 이외의 다른 정부부처, 기관, 기업과의 협력을 강화하여 협력 프로젝트를 발굴하는 등 상호 혜택을 얻고 상생할 수 있는 파트너십을 구축하겠습니다.

셋째, 회원 여러분의 의견을 적극적으로 수렴하고, 소통을 강화하겠습니다. 회원 여러분의 의견을 존중하고, 연구회의 운영에 반영하여 투명하고 신뢰성 있는 연구회가 되도록 하겠습니다. 또한, 직원들의 발전과 복지 향상을 위하여 최대의 노력을 하겠습니다.

존경하는 회원 여러분,

앞으로 저는 회장으로서는 회원 여러분과 함께 한국산지환경연구회의 발전과 성장을 위해 최선을 다할 것입니다. 하지만 이 모든 것은 저 혼자 할 수 있는 일이 아닙니다. 이는 우리가 모두 함께해야 할 일입니다. 우리가 모두 함께하면, 더욱 활성화 되고 지속 가능한 발전을 이루어 나갈 수 있을 것으로 믿습니다.

앞으로도 회원 여러분의 적극적인 참여와 협력을 부탁드립니다, 회원님 여러분의 가정에 건강과 행복이 가득하시길 기원합니다.

(사)한국산지환경연구회 회장 조 현 국

목차

1	2024년 소나무재선충병 무인항공기 예찰조사(영상분석) 최인규	018
2	지역별·수종별 소나무 재선충병 월별고사율 조사 박성범	029
3	2024년 AI기반 산림해충 방제지원 시스템 구축 박성범	039
4	2024년 산림공간정보 품질관리 김기남	047
5	임상도 정보변경 (현장조사 방법) 김기남	058
6	조림시험지 관리 및 조림목 생육특성 조사 안효진	066
7	국유양묘장(용문, 팔랑) 토양조사 용역 최인규	079
8	도시숲 물관리를 위한 포화투수계수 이찬규	091
9	간벌과 수확벌채가 산림탄소 저장에 미치는 영향 평가 및 예측 모형 개발 안효진	097
10	부록	104

소나무재선충병 무인항공기 예찰조사



최 인 규

1. 서론

가. 추진 배경

소나무재선충병은 1905년 일본에서 처음 발생하였으며 우리나라에서는 1988년 부산 금정산에서 처음 발견된 후로 그 피해가 급격하게 증가하여 현재는 전국 대부분 지역으로 확산되고 있다.

이러한 소나무재선충병에 대해 대국민 관심 증가와 함께 광범위한 확산 양상을 보이는 소나무재선충병에 대한 효율적인 방제전략 수립 필요성 제기되고 있으며 이에 따라 무인항공기(드론)를 이용한 효율적인 예찰 필요성이 강조되고 있다.

나. 추진 목적

소나무재선충병 무인항공기 예찰조사는 지상예찰의 한계를 극복하여, 대규모 피해지에 대한 신속한 예찰을 통해 소나무류 고사목 좌표추출 및 피해도면 제작하여 관련 기관에 제공함을 목적으로 하고 있다.

다. 기대효과

국립산림과학원 연구보고(20-15호, 2020)에 의하면 인력에 의한 현장조사와 비교했을 때 무인기를 이용한 피해목 예찰은 현장조사 기간이 약 90% 단축되고, 1인당 조사 가능 면적이 10배로 증가한다고 한다.

무인기를 이용한 예찰의 경우 예찰 기간 단축뿐 아니라 고사목의 정확한 GPS 좌표 및 변화분포, 탐지정확도 등 여러 가지 면에서 매우 효과적이라고 볼 수 있다.



그림 1. 사업의 기대효과

2. 수행 방법

가. 수행 절차

영상촬영 수행사가 촬영한 영상을 수령하고 품질점검 이후 영상분석을 수행하며, 영상분석은 고사목 분석과 함께 감염의심목을 분류한다.

이후 자체품질점검을 통해 오판독/누락목에 대한 점검을 수행하고, 최종 분석된 감염의심목 위치를 기반으로 시군별 주제도면집 및 보고서 등의 최종 성과물을 제작하게 된다.



그림 2. 사업수행 절차

나. 사업수행 방법

1) 사전준비

사전준비 단계에서는 영상분석 및 품질평가를 위한 기초자료(수치지형도, 임상도 등)를 수집한다. 이후 체계적인 관리를 위하여, 대상지의 통합 인덱스를 제작하고, 무인항공기로 촬영된 영상의 효율적인 보관 및 활용하기 위하여 통합서버를 구축한다.



그림 3. 통합 서버구축 및 운영

2) 정사영상 품질평가

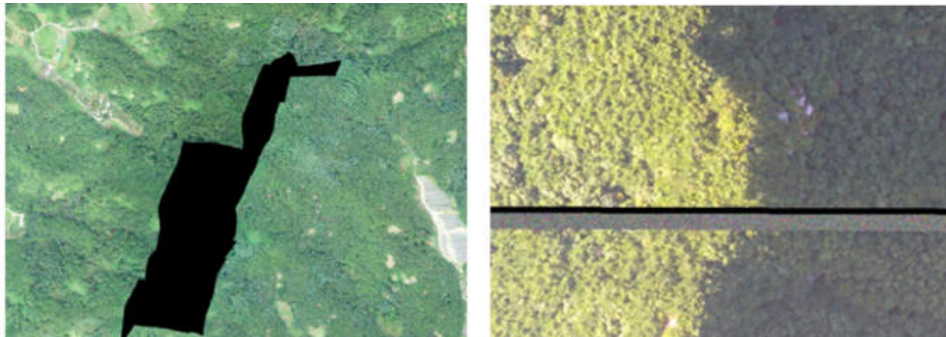
무인항공기로 촬영된 영상이 영상분석에 적합한 품질이 확보되었는지를 점검하기 위한 정사영상 품질평가를 수행한다. 정사영상마다 최소 5개의 측점을 설정하여, 정사영상과 수치지형도에서 공통적으로 확인할 수 있는 지형지물에 대한 위치오차를 계산한다. 이를 수평위치 정확도 점검이라 하며, 위치오차는 평균 5m 이내를 적합으로 판정한다.



그림 4. 수평위치 정확도 측정 예시

정사영상의 해상도는 10cm 이하로 하며, 1개의 픽셀 크기를 직접 측정하는 방법과, 정사영상의 메타데이터를 통해 확인한다.

이러한 수치화된 점점 외에 사진의 외곽이나 모서리가 어둡게 나오는 현상인 비네팅, 촬영 중 카메라의 흔들림 등의 이유로 화상이 선명하게 나타나지 않고 뿌옇게 보이거나 흐리게 보이는 현상인 블러링, 촬영단계에서 누락이 발생하거나 정사영상을 제작하는 단계에서 대상지의 일부 영상이 누락되는 촬영 누락, 대상지의 경사가 급하거나 촬영 중첩도가 낮은 경우 정사영상을 정합하는 과정에서 비틀림이 발생된 정합 오류 등을 육안으로 확인하여 품질을 평가한다.



a. 영상촬영 누락

b. 영상 정합 오류

그림 5. 영상품질 오류(예시)

3) 영상분석

수목이 고사하게 되면 수목이 가지고 있던 고유의 특성을 잃어버리기 때문에, 고사가 진행 중인 수목은 소나무재선충병에 감염되는 수종인지를 판단하는 것이 매우 어렵다

영상촬영의 계절적 시기와 시점 그리고 기상 상황에 따라 감염의심목의 영상 패턴이 다양하게 나타나므로 소나무재선충병 영상분석에는 오랜 경험과 기술이 필요하다.

보다 정확한 영상분석을 위해 겨울 영상 등 시계열 영상과 현장조사를 바탕으로 제작된 임상도(1:5,000)를 활용하여 소나무재선충병 감염의심목 영상패턴의 지속적 학습이 필요하다.

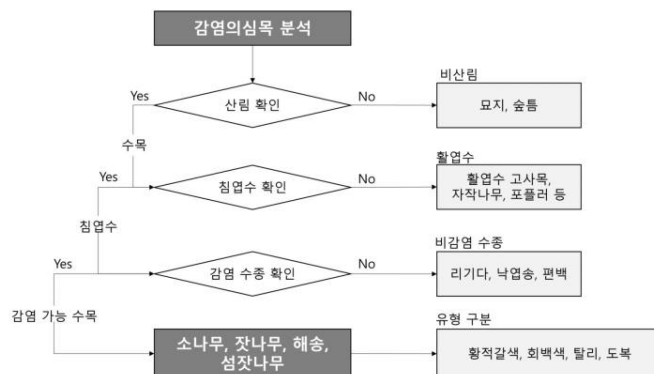


그림 6. 소나무재선충병 영상분석 프로세스

소나무재선충병은 소나무, 잣나무, 곰솔에서 발병되므로, 감수성 수종인 3개의 수종을 구분할 수 있는가가 매우 중요하다. 감수성 수종이 고사하기 이전의 생육 중인 상태에서의 특징과 고사 이후의 특징을 명확히 인지하고 있어야 하며, 세부적인 특징은 아래와 같다.

(1) 잣나무

▶ 잣나무 미고사목

잣나무는 사람이 인위적으로 심은 즉, 인공림이기 때문에 식재열 패턴이 나타나며, 동일한 시기에 심었기 때문에 수관의 크기가 일정하다. 또한 인위적인 관리로 타수종의 침입 없이 대체로 단일 임분의 형태를 띄고 있으며, 개체목의 독립적 구분이 뚜렷한 특징을 보인다.

잣나무는 정아우세(정아가 측아의 생장을 억제하는 현상)가 뚜렷하여 원추형의 수관형태가 나타나며, 위에서 바라볼 때 수관의 축을 중심으로 균등한 성장 특성을 보인다. 초두부가 보다 밝은 색으로 보이며, 별모양의 형태가 나타나기도 하며, 영상의 계절적 시점과 촬영 일기에 따른 차이가 있지만, 대체로 회색빛이 도는 녹색이 나타난다.

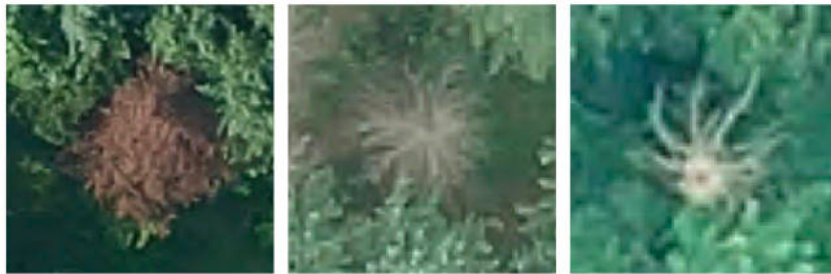


그림 7. 잣나무 영상 패턴 및 수관형

▶ 잣나무 감염의심목

잣나무 감염의심목 중 황적갈색은 단풍과 혼동하지만 얇으면 분석하기 쉽지만 회백색이나 탈리된 고사목은 형태로 구분하기가 매우 어렵다. 특히 고사된 낙엽송과 그 형태가 매우 유사하기 때문에 고사 전 영상의 확인이 필요하다.

형태적으로 낙엽송 가지가 더 얇고 그 수가 많아서 낙엽송 탈리목의 경우에는 얇은 가시가 사방으로 뻗어있는 느낌이 있는 반면, 잣나무 탈리목은 상대적으로 굵은 가시가 뻗어 있는 것처럼 보인다. 낙엽송은 낙엽이 지는 침엽수이기 때문에 탈리현상이 빠르게 진행되므로 대부분의 고사목은 가지만 남은 형태가 많이 분포한다.

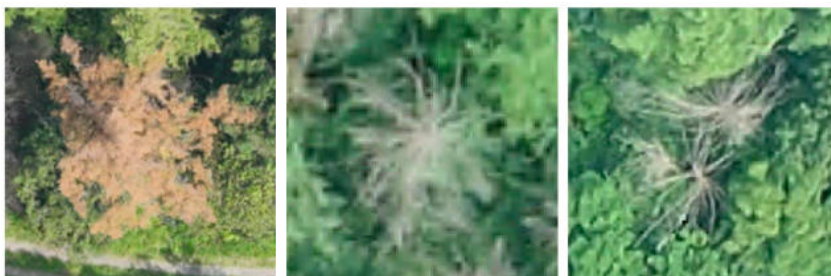


황적갈색 고사목

회백색 고사목

탈리된 고사목

그림 8. 잣나무 감염의심목 영상패턴



황적갈색 고사목

회백색 고사목

탈리된 고사목

그림 9. 낙엽송 고사목 영상패턴

(2) 소나무

▶ 소나무 미고사목

우리나라의 소나무는 생육하고 있는 지역에 따라 형태적 차이가 있다. 동북형, 금강형, 중남부고지형은 원추형 수관이 나타나 비교적 수관축을 중심으로 균일한 형태가 나타나지만, 중부평지형과 안강형은 수간이 굽고, 수관이 평평하여 개체목간의 구분이 안되는 경우가 많고, 초두부를 뚜렷하게 구분하기 어렵다.



회백색 고사목



탈리된 고사목

그림 10. 소나무 영상 패턴

▶ 소나무 감염의심목

굽은 수간 형태를 보이는 중부지방 소나무는 하나의 개체가 온전한 형태를 띄지 않고, 상하 입체적으로 피압된 형태를 보인다. 따라서, 개개목의 명확한 구분이 어렵고, 수관의 형태도 매우 다양하게 나타난다. 상대적으로 통직한 수간인 강원지방 소나무는 한 개의 개체가 온전한 공간을 가지고 생육하기 때문에 개개목이 명확히 구분되는 특징이 있다.

대체로 초두부를 중심으로 방사형으로 뻗어나는 형태를 가지고 있으나, 그 정도가 잣나무나 낙엽송에 비해서는 형태가 불규칙하다.



황적갈색 고사목



회백색 고사목



탈리된 고사목

그림 11. 중부지방 소나무 감염의심목 영상패턴



황적갈색 고사목



회백색 고사목



탈리된 고사목

그림 12. 강원지방 소나무 감염의심목 영상패턴

(3) 곰솔

▶ 곰솔 미고사목

곰솔은 해안가 지역에 주로 분포하지만 우리나라 남부 산지에도 많이 생육한다. 원추형 수형에 가까워서 수간 축을 중심으로 줄기가 뻗어나가는 형태가 나타난다. 소나무가 입체적으로 임분을 구성한다면, 곰솔이 다소 평면적이 특징이 나타나며, 따라서 각각의 개체목간의 구분이 뚜렷하다.

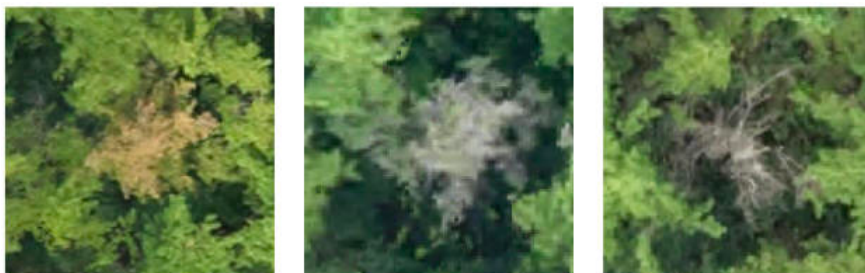


그림 13. 곰솔의 영상패턴

잣나무가 수간축을 중심으로 촘촘히 균일하게 뻗은 형태라면, 곰솔은 수간 축을 중심으로 가지가 뻗어나가는 형태는 같지만 그 뻗어나가는 크기가 다소 불균일하다. 수간이 통직한 강원지방 소나무 유사한 특징을 보이기 때문에 구분하기가 어렵다. 현장조사를 바탕으로 조사된 임상도를 활용하여 수종 패턴을 익히는 것이 중요하다. 곰솔은 다소 연녹색에 가까운 색감이 나타난다.

▶ 곰솔 감염의심목

곰솔 감염의심목은 강원지방 소나무와 매우 유사한 특징이 있다. 회백색 고사목과 탈리된 고사목만으로 곰솔을 구분하기가 어렵다. 주변에 살아있는 수목과 비교하여 분석해야 한다.



a. 황적갈색 고사목 b. 회백색 고사목 c. 탈리된 고사목

그림 14. 곰솔 감염의심목 영상패턴

(4) 성과품

영상분석 결과는 효율적인 예찰자료로 활용될 수 있도록 주제도로 제작하여 배포한다. 주제도에는 감염의심목의 좌표와 대표지점에 대한 주소를 표기하며, 감염의심목의 유형(황적갈색, 회백색, 탈리, 도복)별로 색깔을 달리 표기한다.

3. 발전방안

기후변화로 인한 기온상승에 따른 매개충의 확산과 더불어 예측, 측정 불가능한 인위적 확산 요인이 더해져, 소나무재선충병의 피해를 예측하는 것은 매우 어렵다.

최근 산불, 산사태, 산림병해충을 통합 관리하고 효율적으로 대응하기 위해 산림재난방지법이 제정되었다. 더불어 산림재난안전기술공단을 신설하여 산림재난 대응을 일원화한다고 한다. 분산되어 있던 산림재난 담당 기관을 통합하게 된다면, 효율성은 보다 향상 될 것으로 보인다.

이러한 통한 산림재난 관리 시스템과 더불어, 소나무재선충병과 관계된 민간 단체 및 기업과의 기술 공유와 소통이 중요할 것으로 보인다. 무엇보다 광범위한 지역을 예찰하고, 방제를 할 수 있는 충분한 예산이 지원 될 때, 소나무재선충에 의한 피해가 감소될 것으로 생각된다.

본 원고는 한국임업진흥원의 ‘소나무재선충병 특별방제구역 무인항공기(드론) 예찰조사(영상분석-1)’ 사업의 결과를 바탕으로 작성하였습니다.

지역별·수종별 소나무 재선충병 월별고사율 조사



박 성 범

1. 연구 개요

가. 추진 배경

소나무재선충병의 확산을 막기 위해 무인항공기 예찰조사 등 적극적인 예찰 및 방제를 실시하여 2021년까지는 피해량이 감소하는 추세였으나, 최근에는 그 피해량과 면적이 급증하고 있다.

소나무재선충병의 피해저감 및 확산 저지를 위해서는 충분한 방제비용의 확보가 필요하지만, 정확한 방제비용을 산출하기 어렵다. 그 이유는 소나무재선충병 감염에 의한 고사목은 연중 발생되기 때문에 예찰-설계-방제 시기별로 발생 본 수의 차이가 나타나기 때문이다. 따라서 방제시기의 본 수를 예측할 수 있도록 「소나무재선충병 방제지침」의 ‘재선충병 소나무류 월별 고사율’을 예찰조사 결과에 적용하여 방제 본 수를 산출하는 것이 필요하다.

그러나 현행지침 상의 월별고사율 자료는 최근의 급격한 기후변화를 반영하지 못하고 있으며 소나무재선충병 감수성 수종인 소나무, 곰솔, 잣나무의 수종별로 고사율이 구분되어 있지않기 때문에 수종별 월별고사율의 재정립이 필요하다.

나. 추진 목적 및 기대효과

「소나무재선충병 방제지침」의 ‘재선충병 소나무류 월별 고사율’이 현재 기후 및 환경변화를 반영하지 못하고 재선충병의 감수성 수종별로 고사율이 구분되어 있지 않기 때문에 수종별 월별 고사율을 재정립하기 위한 기반자료를 구축하고자 연구를 수행하였다.

이번 연구를 통해서 소나무재선충병 감수성 수종별(곰솔, 소나무, 잣나무) 월별 고사율을 재정립하고 피해고사목 발생량 예측을 통한 방제 예산산출의 객관적 근거 마련하며, 방제정책 의사결정을 지원함으로써 재선충병 피해확산 저지 및 청정 지역 확대에 기여할 수 있을것으로 기대된다.

다. 추진 범위

1) 시간적 범위

소나무재선충병 월별고사율을 재정립하기 위한 조사는 계약일(2024년 8월 13일)로부터 2024년 12월 10일까지 수행하였다.

2) 조사지역 및 규모

전국에 분포하는 소나무재선충병 감수성 수종(소나무, 곰솔, 잣나무) 별 각 5개 조사구를 설치하여 조사하였다. 조사구 별 조사면적은 공간정보시스템(GIS) 기준 1ha 이상되도록 설정하였으며, 15개 조사구(3개 수종 X 5개소)에 대한 월별 고사 발생 본 수 및 고사율을 계약기간 동안 월 1회 조사하였다.

3) 내용적 범위

표 1. 사업수행의 내용적 범위

대분류	소분류	비고
사전 현황분석	기초자료 수집	임상도, 수치지형도, 항공사진 등
	조사구 후보지 선정	수종별 5개소
사전조사	적정성 조사	나무주사 여부 등 확인
	조사구 경계 표시	GIS 활용
현장조사	의심목 라벨링	감염의심목 표시
	고사 진행률 조사	백분율로 조사
	시료채취	고사정도 70% 이상일 경우 채취
	채취 시료 검경	추가수행
	무인항공기 촬영 및 영상분석	추가수행
	조사지 내 200그루 라벨링	추가수행
성과물 제작	데이터 정리	야장 및 사진 정리
	공간정보화	SHP 생성
	보고서 작성	월별고사율 산출

2. 연구 수행 방법

가. 연구 수행 체계

현황분석을 통해 선정한 조사 후보지는 사전조사를 실시하여 후보지의 적정성을 평가 후 15개 조사구를 최종 선정하였다. 선정된 조사구를 대상으로 고사중인 감수성 수종을 현장에서 표시하고 일련번호를 부여한다. 표시한 고사목의 고사정도를 백분율로 매월 조사하였다. 현지조사를 통해 취득한 자료는 DB화하며, 지속적인 백업을 통해 데이터 손실을 방지한다. 또한 좌표취득을 통해 고사목의 위치를 공간정보화하여 관리하였다.



그림 1. 연구수행 흐름도

나. 단계별 연구 추진 방법

1) 현황분석

국립산림과학원에서 제공한 조사 후보 대상지 중 적합한 15개소 선정을 위해 다양한 기초자료를 수집하였다. 공간정보프로그램(GIS)을 활용하여 재발생률 조사지 124개소를 공간정보화하고 수집된 기초자료 분석을 통해 수종별로 1ha 면적의 후보지를 5개 이상 선정하였다. 후보지를 선정할 때는 임상도(1:5,000)와 최신 항공영상 등의 기초자료를 활용하여 대상지 내의 수종이 균일하게 분포하는지를 확인하였으며, 대상지 내에 인위적 훼손 여부 등을 사전에 확인하였다.

표 2. 기초자료 수집목록

자료명	출처	형태	용도
임상도(1:5,000)	산림청	SHP	조사지 선정 및 주변임상 분석
수치지형도(1:5,000)	산림청	SHP	조사지 선정 및 현장조사 활용
항공영상	국토지리정보원	ECW	조사지 선정 및 임상 현황 확인
임도망도 및 지적도	국토지리정보원	SHP	현장조사 활용
수치표고모델(DEM)	국토지리정보원	IMG	대상지 입지환경 분석
방제기상데이터	기상청	SHP, EXCEL	대상지 기상환경 분석

2) 사전조사

사전조사 시 적합지로 판단한 곳은, 조사대상 수종이 75%이상 우점하는 단순림으로 균일한 임상을 보이는 지역을 선정하였다. 사전조사 시 부적지로 판단한 곳은, 방제를 위한 나무주사를 주입한지 2년이 지나지 않은 곳, 임도 및 사방댐과 같은 인공물이나 기타 이유로 최근에 지형이 급변한 곳, 전석지, 암석지 및 급경사지와 같이 매월 현장조사를 수행하기 어려운 곳을 제외하였다. 최종적으로 수종별(잣나무, 소나무, 곰솔) 5개소씩 조사구를 선정하였다. 조사지의 타당성 평가를 통해 적정지로 판단된 조사지 15개소는 조사 구역 외곽에 끈으로 그 경계를 표시하였다.

3) 현장조사

사전조사로 경계를 표시한 조사구 내에 매월 발생하는 감염의심목을 유색의 끈으로 표시하고 일련번호를 부여하였다. 표시한 나무는 직접 촬영한 드론 정사영상을 참고하여 정확한 위치정보를 획득하고 수종, 흉고직경, 감염의심목의 변색률 기타 특이사항 등을 조사하였다. 소나무재선충병 감염의심목으로 판단되는 조사구 내의 모든 나무에 대해서 매월 고사 진행에 따른 변색률을 조사하였다. 고사목의 변색률은 10% 단위로 조사하였고, 변색률이 70% 이상일 경우를 완전 고사한 것으로 판단하고 소나무재선충병 검경을 위한 시료를 채취하였다.

4) 데이터 정리 및 성과물 작성

현장조사로 취득한 데이터는 조사야장, 사진, 트랙, 시료채취 리스트 및 검경결과 등이 있으며, 야장에는 현장조사로 취득한 감염의심목의 일련번호(ID), 좌표정보, 직경, 변색률, 시료 채취 시기, 기타 현장조사 시 특이사항을 기록하였다. 조사데이터 입력 시 누락 및 오기를 점검하고 구축된 데이터에 대하여 자체·교차확인하였다. 구축된 데이터는 요구조건에 맞는 형태로 가공하고, 데이터를 분석하였으며, 분석 결과를 바탕으로 최종 보고서 및 성과물 작성하였다.

3. 연구수행 결과

가. 조사구 선정결과

조사 후보지 124개소 중 수종별 5개소 씩 15개의 월별고사율 조사 대상지 선정결과는 다음 표와 같다.

표 3. 조사 대상지 리스트

구분	조사지 명	지역	상세 주소
곰솔 우점임분	곰1	경북 군위	군위읍 사직리 산37-2
	곰2	경북 경주	평동 산14-5
	곰3	울산 북구	시례동 산166-1
	곰4	울산 울주	범서읍 천상리 산92-3
	곰5	경남 밀양	상남면 예림리 산29-8
소나무림 우점임분	소1	경북 문경	산양면 연소리 산20
	소2	경북 안동	남선면 외하리 403
	소3	대구 달성	다사읍 세천리 산52
	소4	경남 밀양	청도면 고법리 산239
	소5	경북 경주	남산동 산14-1
잣나무 우점임분	잣1	경기 남양주	진건읍 송능리 산52-8
	잣2	경기 가평	상면 봉수리 산31-1
	잣3	경기 포천	화현면 화현리 산296
	잣4	경기 포천	알동면 길명리 산46
	잣5	경기 가평	가평읍 승안리 산142

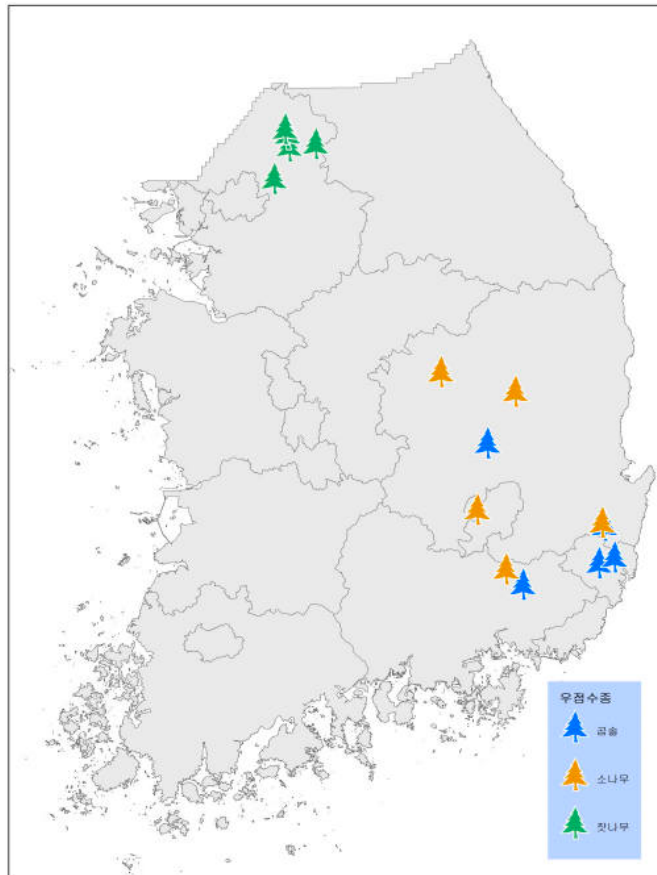


그림 2. 조사 대상지 위치도

나. 월별고사율 조사 결과

검경결과 소나무재선충병에 감염된 것으로 판정된 나무 중 변색률이 70%를 보였던 시기를 월별로 분석(표 4)하였다. 소나무와 잣나무 조사구에서는 감염목이 발생하지 않은 조사구가 각 1개씩(소5, 잣1) 발생함(잣 1지역은 나무주사지로 데이터 제외) 하였다. 전체적으로 소나무재선충병으로 고사한 나무가 5월부터 7월까지의 발생 본 수가 비교적 적었으나, 9월에 가장 많은 나무(114본, 38%)가 발생하였고 이후에 다시 감소하는 추세를 보였다. 다만, 11월 조사결과에는 70%이상 100%미만의 변색률을 보이는 나무(67본)에 대해서는 시료채취 및 검경을 하지 않았기 때문에 이후 추가 검경으로 비율이 달라질 수 있다.

표 4. 월별 소나무재선충병 감염의심목 발생 본 수

수종	조사구	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	합계
곰솔	1	1				1	5		7
	2	1			6	9	5	2	23
	3			1	11	25	22	13	72
	4				1	3	2	6	12
	5		2	1	1	4	4		12
	합계	2	2	2	19	42	38	21	126
소나무	1	1		1	3	24	18		47
	2					1			1
	3				4	6	4		14
	4					5	2	1	8
	합계	1		1	7	36	24	1	70
잣나무	2		1			1		1	3
	3			3	4	12	6	8	33
	4			1	6	15	8	15	45
	5	1				8	3	8	20
	합계	1	1	4	10	36	17	32	101
총합계		4	3	7	36	114	79	54	297

2024년 5월부터 11월까지 소나무재선충병에 감염되는 곰솔, 소나무, 잣나무 3개 수종의 월별고사율을 기존 방제 지침(소나무, 곰솔)과 비교한 결과 전체적으로는 유사한 경향이 나타났으나, 9월을 기준으로 9월 이전에는 기존방제 지침에서 더 높은 월별고사율을 보이고 있고, 9월 이후에는 2024년 조사구에서 높은 고사율을 보였다. 다만, 잣나무 조사구의 경우 10월의 월별고사율이 급락하여 기존 방제지침의 고사율보다 낮게 나타났고 11월에는 기존 방제지침을 포함한 다른 수종(곰솔, 소나무)과 다르게 고사율이 대폭 상승하는 모습을 보였다.

표 5. 소나무 조사구 월별고사율

(단위 : %)

구분	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
곰솔	1.6	1.6	1.6	15.1	33.3	30.2	16.7
소나무	1.4	0.0	1.4	10.0	51.4	34.3	1.4
잣나무	5.0	0.0	0.0	0.0	40.0	15.0	40.0
24년 조사구 평균	1.3	0.9	2.3	11.7	40.1	27.1	16.6
기존 방제지침	3.5	8.0	11.0	17.4	30.5	22.7	6.9

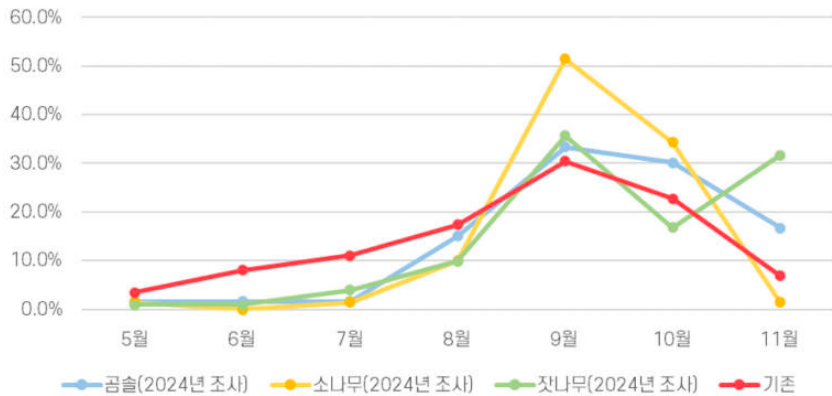


그림 3. 2024년 조사구 평균과 기존 방제지침 월별고사율 비교 그래프

4. 연구결과 활용 방안

기존 방제지침의 월별고사율은 소나무, 곰솔 수종에 대하여 고사율이 조사되어 있으나, 2개의 수종이 개별적으로 명시되어 있지 않으며, 오랜 기간이 흘러 최근의 기후변화 상황을 반영하고 있지 못하였다. 또한 기존 방제지침은 검경결과 최종적으로 소나무재선충병에 감염된 나무 전체를 모수로 하여 월별로 70% 이상의 변색률을 보이는 고사목에 대한 발생량의 비율을 월별고사율로 산출하였기 때문에 대상지의 면적, 감수성 수종의 밀도와 같은 요인들이 고려되지 않았다. 따라서 과학적인 월별고사율 산출을 위한 현장조사 방법 및 고사율 산출 방법에 대한 가이드라인이 필요할 것으로 생각된다.

이번 연구에서는 다양한 방법의 월별고사율 분석을 실시하고자 조사구 내에 감수성 수종 200본에 대한 라벨링을 실시하였고, 매월 모니터링을 진행하였다. 월별고사율에 대한 과학적 근거 및 통계 자료의 정확도 향상을 위하여 장기간 지속적인 데이터 수집이 필요할 것으로 판단된다.

본 원고는 국립산림과학원의 ‘지역별·수종별 소나무재선충병 월별고사율 조사’
용역의 결과를 바탕으로 작성하였습니다.

AI기반 산림해충 방제지원 시스템 구축



박 성 범

1. 추진 배경 및 목적

가. 추진 배경

소나무재선충병은 소나무, 잣나무, 곰솔, 섬잣나무 등의 침엽수 수종에 소나무선충이 매개충(솔수염하늘소, 북방수염하늘소)에 의해서 전파, 감염되는 병이다. 1905년 일본에서 본 병에 의한 피해가 처음으로 발견되었으며, 중국, 한국, 유럽으로 전파되어 산림자원에 막대한 피해를 주고 있다.

특히 우리나라는 국토면적의 약 64%가 산림이고, 산림면적의 약 31% 이상이 침엽수림으로, 침엽수림 중 대부분이 소나무재선충병에 감염될 수 있는 감수성 수종이기 때문에 소나무재선충병이 확산되기 쉬운 환경이다.

산림청의 ‘연도별 소나무재선충병 방제 및 예산 현황’자료에 따르면 2015년까지는 피해 고사목에 대해서만 방제작업이 진행되었으며, 2016년부터 주변 소나무까

지 방제 대상이 확대된 것으로 나타났다. 특히 2014년 이후 연평균 200만 그루 이상이 방제되고 있어 방제 예산은 559억 ~ 814억 투자되었다. 그러나 적극적인 예찰 및 방제에도 불구하고 2024년에는 전국 150개 지역에서 90만그루 이상의 소나무재선충병 감염목이 발생하고 있는 실정이다.

따라서 효과적인 소나무재선충병 확산 방지를 위해 항공영상을 활용한 AI 알고리즘 객체 탐지 기술활용이 필요하다. 그러나 AI을 활용한 소나무 재선충 피해목 탐지는 다음의 이유로 인하여 어려움이 존재한다.

첫째, 정사영상의 해상도, 촬영 각도, 노출, 날씨 등 드론 영상 취득에 고려되어야 하는 설정이 까다로움. 일반적으로 취득된 영상은 중첩되고 이 겹쳐진 영상들로부터 정사영상을 얻는데 산림지역의 고도 차이에 의해 종종 영상정합이 정확하지 않은 경우들이 발생하여 화질이 저하되기도 하므로 표준화된 정사영상 획득이 어렵다.

둘째, 재선충병 병징은 고사 단계별로 다르게 나타나기 때문에 AI 알고리즘이 탐지하는데 어려움이 많음. 고사 초기 단계에서는 황적갈색을 띄기 때문에 외관상 황토색 땅이나 나뭇잎이 떨어진 가지, 단풍나무 등과 구별이 어렵고, 고사 말기에는 잎이 떨어진 활엽수와 구분이 어려움. 특히 가독성이 떨어지는 영상에서는 종종 잘못된 참값을 부여할 가능성이 있다.

나. 추진 목적

AI 탐지 알고리즘을 활용한 소나무재선충병 방제지원 시스템 구축을 위해 2022년부터 2024년까지 3년간 고품질의 학습데이터를 구축하여(정확도 95% 이상) AI 탐지 알고리즘을 고도화하고 최종 탐지 성능 85%이상의 재선충 의심목 탐지 기술을 개발하는 것을 목표로 사업을 수행하였다.

2. 수행 내용 및 성과

가. 학습데이터 구축

1) 발생탐지 학습용 데이터 정제

한국임업진흥원으로부터 제공 받은 소나무재선충병 무인항공기 예찰조사 사업 결과물(감염의심목 좌표정보 및 정사영상)을 기반으로 학습데이터를 정제하였다. 학습데이터는 30m X 30m 크기의 격자를 생성하여 격자를 기준으로 구축하였으며, 최신의 1:5,000 임상도 및 기타 참고 영상을 활용하여 수종 및 고사유형(황적 갈색, 회백색, 탈리) 구분이 확실한 객체만 선별하였다. 소나무류 고사목 뿐만 아니라 격자안의 기타활엽수와 기타침엽수도 추가로 데이터를 구축하고 누락이 발생하지 않도록 검토하였다.

표 1. 3년간 학습데이터 구축 현황

구분	데이터 종류	1차년도		2차년도		3차년도					
		목표수량	가공수량	목표수량	가공수량	목표수량	가공수량				
수요기관 제공학습 데이터	수종	소나무 (곰솔포함)	7,000	5,002	2,000	8,245	9,000	6,119			
		잣나무		1,999		2,352		3,118			
		기타 침엽수	-	-		1,210		-			
		기타 활엽수	-	-		1,453		93			
		부정	-	-		658		260			
		유형	황적갈색 고사목(초)	15,000		10,026		5,000	5,224	9,000	4,243
	회백색 고사목(중)		5,000	9,981	2,000	5,373	4,993				
	탈리된 고사목(말)		5,000	5,008	2,000	658	261				
	부정		-	-	-	2,663	93				
	수행기업 자체구축 학습데이터		산림/ 비산림	산림	5,000	5,000	2,000	3,386	2,000		2,000
				비산림	4,000	4,000	2,000	6,775	2,000		2,000
	소 계		41,000	41,016	15,000	37,997	22,000	23,180			

2) AI탐지 결과 육안분석(오탐정제)

AI 탐지 알고리즘 성능향상을 위해 자체촬영지를 대상으로 획득한 AI탐지 결과물에 대한 전문가 육안분석을 실시하였다. AI 탐지결과물을 구분 가능한 유형으로 분류(소나무재선충병 감염의심 고사목, 기타활엽수, 기타침엽수, 묘지 및 땅, 바위, 인공물 및 포장도로, 기타)하였다. 육안분석 방법은 소나무재선충병 무인항공기 예찰조사 사업 영상분석 방법을 준용하며, 데이터의 정확성을 위해 확실하지 않은 객체는 기타로 분류하였다. 육안분석 결과는 AI탐지 알고리즘에 재학습 시켜, 탐지 성능 고도화하였다.

나. 탐지 알고리즘 고도화 및 시스템 구축

1) 소나무재선충병 감염의심목 탐지 객체검출 알고리즘 선정

객체검출 알고리즘은 색체와 형상을 모두 학습하여 의심목을 탐색한다. 2019년도에는 주로 YOLO v.5, Faster R-CNN 방식의 객체검출 기법이 많이 쓰였다. 정확도 향상을 위해 최근까지 개선된 알고리즘을 사용하여 재검증과 타 알고리즘과 비교 평가를 통해 우수한 기법을 적용하였으며, 그 결과 YOLO v8과 SegFormer 모델이 선정되었다.

표 2. [AI기반 산림해충 방제지원 시스템 구축 사업] 탐지알고리즘 성능 비교 결과

구분	모델	mIoU	비고
목표	-	0.83	목표
모델별 결과	YOLO v5	0.74	목표미달
	Faster R-CNN	0.56	목표미달
	Unet	0.70	목표미달
	DeepLab v3+	0.69	목표미달
	SegFormer	0.87	목표만족
	YOLO v8	0.88	목표만족

※mIoU(Mean Intersection over Union) : 객체 탐지의 성능 척도

2) 소나무재선충병 탐지 알고리즘 프로세스

구축된 데이터는 AI 알고리즘(YOLO, Segformer)에 학습시키고, 알고리즘이 탐지한 객체는 의미분류기(random forest, SVM등)를 통해 수종 및 유형을 분류하여 데이터를 획득하였다. 수종/유형 분류에는 전년도와 같이 DML(Deep Metric Learning) 분류기를 활용하였고, 하이퍼 파라미터를 조정함으로써 성능향상을 도모하였다. 최종적으로 알고리즘 탐지를 통해 수종은 “소나무(곰솔)”, “잣나무”, “기타활엽수”로 분류하고, 유형은 “황적갈색”, “회백색”, “탈리”로 구분하였다.

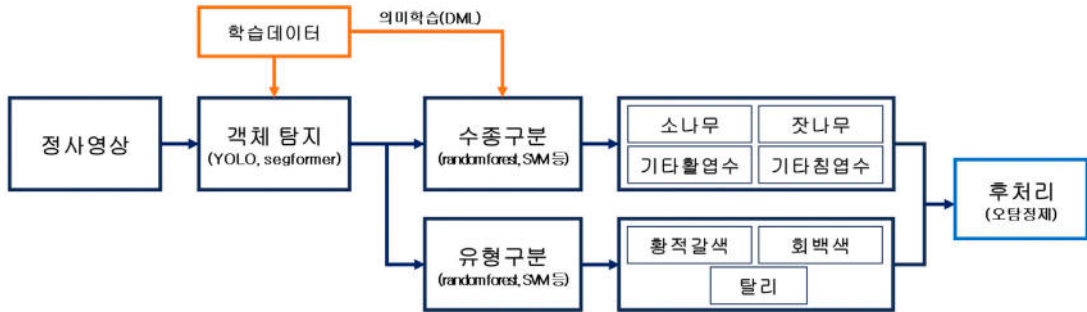


그림 1. AI를 활용한 소나무재선충병 탐지 프로세스

3) 방제지원 시스템 구축

소나무재선충병을 예찰하고 방제하는 주체에서 개발된 탐지 AI를 효율적으로 활용할 수 있도록 방제지원 시스템을 구축하였다. 시스템상에는 방제관련 원천(정사, 과거이력 등) 데이터 관리, 예찰 및 탐지 결과 관리, 기본설계 및 이력 관리, 방제계획 및 방제 후 효과관리, 실시간 전국단위, 지역단위 검출, 현황 및 검출과정 시각화, 실시간 전국단위 피해확산 예측 결과 시각화 등의 기능이 가능하도록 구축하였다.

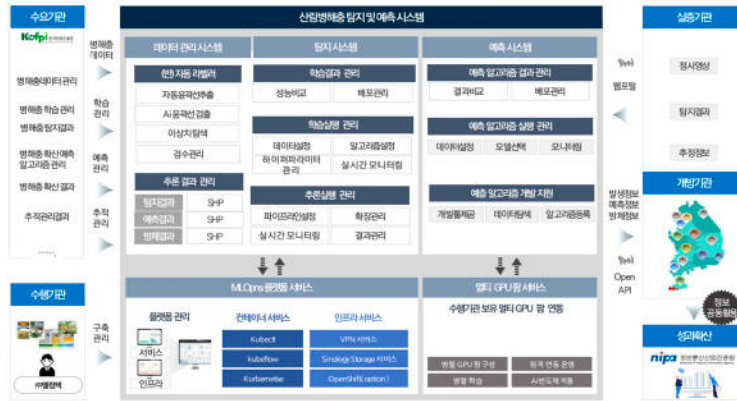


그림 2. 방제지원 시스템 구축 계획

다. 현장실증

AI 알고리즘 분석결과물에 대한 실제적인 현장조사를 통해 AI 분석 결과의 정확도를 확인하고 오류패턴을 파악함으로써 이후 AI 분석 정확도를 높이기 위하여 현장조사를 수행하였다. AI 탐지결과물의 정확도 뿐만 아니라 미탐율까지 파악하기 위해 조사방법을 계획하였다.

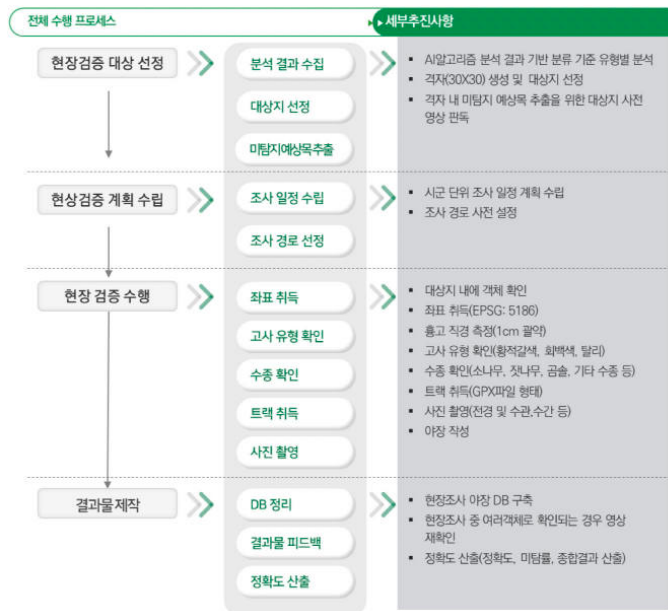


그림 3. 현장실증 수행 프로세스

1) 대상지 선정 방법 및 기준

설정된 대상지를 바탕으로 30m X 30m 크기의 격자를 생성한 후에 랜덤 추출된 격자를 대상으로 현장조사를 실시하였다. 현장조사의 효율과 정확도를 높이기 위해 생성된 격자의 위치를 일부 수정하였다. AI 탐지결과와 미탐율을 확인하기 위해 육안분석을 통하여 생성된 격자 내부의 미탐지 예상목을 추출하였다. 미탐지 예상목까지 추출된 현장검증 격자는 현장검증 담당기관과 수행사가 상호 검토를 통해 최종 확정되었다.

2) 현장실증 결과 산출 방안

AI탐지 결과와 현장조사 결과 중 수종의 일치 여부로만 탐지 정확도를 산출하였다. 탐지 정확도는 [AI탐지결과 중 현장조사와 수종 결과가 일치한 수량 / AI탐지결과(소나무, 잣나무)]로 산출하였으며, 미탐율은 [미탐목 예상목 중 현장조사를 통해 소나무류로 확인된 수량 / AI탐지결과 와 미탐지 예상목 중 소나무류 고사목]으로 산출하였다.

탐지 정확도

AI제공데이터 구분 중 참 값

AI제공데이터

Ex) 3/6 ⇒ 50.0%

미탐률

사전 육안판독 데이터 중 소나무류

AI제공데이터 + 사전 육안판독 데이터 중 소나무류

Ex) 2/8 ⇒ 1/4 ≒ 25%

그림 4. AI탐지 알고리즘 성능 정확도 및 미탐률 산출 방법

3. 사업 수행 성과 활용 방안

1) 기술적, 사회적 파급 효과

개발된 산림병해충 탐지기술 및 인공지능 학습데이터 구축 기술은 산림분야 전반에 걸쳐 활용이 가능하다. 산림병해충 탐지 인공지능 알고리즘을 통한 예찰이 가능해짐에 따라 첨단기술 적용으로 임업기술 발달에 기여하였고 인공지능 기술의 적용범위를 확대하였으며, 기구축된 데이터들의 활용도를 제고하였다.

또한 드론 기술을 이용한 산림병해충 데이터 수집 및 활용기술을 이용해 무인항공기 촬영 기술 및 영상처리 기술을 사업화하여 해외 각국에 적용이 가능할 것으로 예상된다.

산림병해충 온라인 탐지 및 확산예측 시스템 구축을 통해 국내 산림관련 기관이 산림병해충 예찰을 통한 탐지 기술을 공동 활용하고 재선충 위치 데이터를 관리함으로써 빅데이터의 관리 효율화가 예상되며, 효율적이고 경제적인 학습데이터 구축이 가능해질 것으로 보인다.

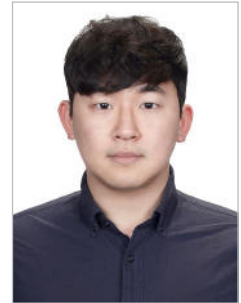
2) 경제적 기대 효과

육안분석의 한계를 AI로 극복하여 적기 적소에 방제가 가능하고, 궁극적으로 산림병해충의 확산을 막아, 정부의 방제비용 지출을 최소화할 것으로 기대된다.

효율적인 산림 학습데이터 구축 기술 및 시스템을 개발 및 활용함으로써 산림병해충 인공지능 탐지 기술의 성능을 효과적으로 높일 수 있을 것으로 기대되며, 다양한 산림병해충 학습데이터 구축에 활용 가능할 것으로 예상된다.

본 원고는 과학기술정보통신부 소관의 기금사업인 'AI기반 산림해충 방제지원 시스템 구축'의 결과를 바탕으로 작성하였습니다.

산림공간정보 품질관리



김 기 남

1. 개요

가. 필요성

산림탄소 흡수 증진, 디지털 산림경영, 국토이용을 위한 산지개발 및 보전을 위해서 정확한 산림공간정보 제공의 요구가 증대됨에 따라 전문기업과의 품질검증 체계 구성으로 고품질의 산림공간정보를 확보하고자 하였다.

나. 범위

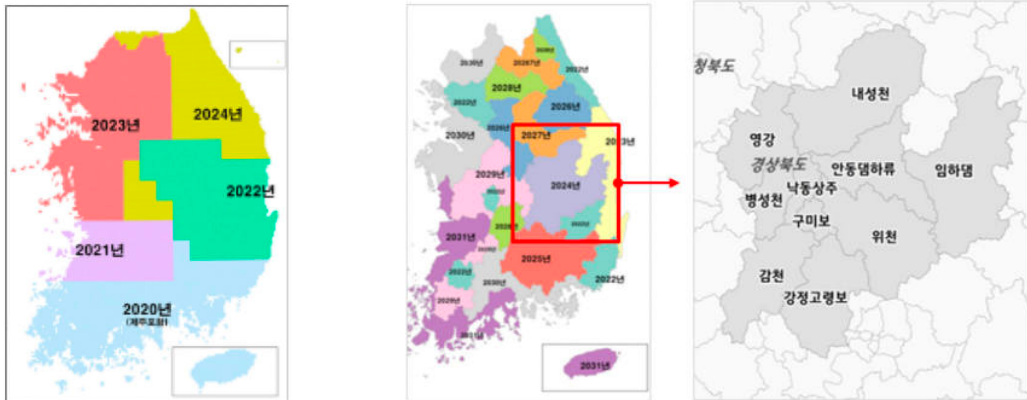
해당 사업은 한국임업진흥원에서 제작하는 임상도, 산림물지도를 대상으로 품질을 관리하고 각 산림공간정보에 대한 사업관리, DB·현장점검, 시스템 구축으로 구성되어 있으나 본 글에서는 임상도 현장점검과 산림물지도 DB·현장점검에 대해서 다루고자 한다.

1. 시간적 범위

사업의 기간은 2024년 6월 28일부터 12월 9일까지로 진행했다.

2. 공간적 범위

임상도는 강원, 대전, 세종, 충청 일부지역을 대상으로 진행하며 산림물지도는 동해안 연접한 10개 유역을 대상으로 실시했다.



【임상도 대상지역(2024년)】

【산림물지도 대상지역(2024년)】

그림 1. 산림공간정보 품질관리 공간적범위

3. 내용적 범위

앞서 말했듯 산림공간정보의 품질관리는 사업관리, 각 공간정보에 대한 DB 및 현장점검, 시스템 구축 등으로 구성되어 있으나 본 글에서는 임상도 현장점검 및 산림물지도 DB 및 현장점검만을 다루고자 한다.

2. 수행 내용

가. 임상도 현행화 품질관리

임상도는 전국을 대상으로 국토의 산림정보를 담은 지도로 1972년 백도의 형태로 최초 제작되어 2024년 2차 현행화까지 진행하였다. 임상도는 산림의 전반적인 정보(임종, 임상, 수종, 경급, 영급 등)을 포함한 지도로 정사항공사진을 판독하고 현장 조사를 통해 제작하게 된다. 이러한 임상도의 품질관리를 위해 각 공정별로 품질점검을 수행하였다.

임상도 제작 공정은 기초자료 수집, 임상판독 및 구획, 현지임상 확인 및 수정, 임상 구획 수정 및 편집, 임상도 제작으로 이루어져 있으며 품질점검 또한 각 공정에 맞춰 점검을 실시하였다. 본 글에서는 앞서 말했듯 현지임상 확인 및 수정 공정에 현장점검에 대한 내용을 다루고자 한다.

현지임상 확인 및 수정은 수집한 기초자료와 정사항공사진을 토대로 판독하여 구획한 임상도를 현장 정밀조사를 통해 일치하는지 확인 및 수정하는 단계이다. 사전에 정밀조사지점(우세목에 대해 흉고직경, 수고, 수령을 조사하는 지점)을 선정하고 대상지 내에 그 외의 지점은 조사자가 육안 조사를 실시하였다. 조사자는 판독한 임상도를 현장에서 확인함으로써 실내 작업자와 눈높이를 맞추고 속성정보를 확인하거나 수정하였다. 품질점검자는 동일한 임상도 제작 매뉴얼에 기반한 조사방법론을 바탕으로 현장점검을 진행하고 현장조사가 정확하게 이루어졌는지 평가한다. 해당 공정의 품질관리는 1.점검 대상지 선정 2.현장점검 3.점검결과 피드백으로 이루어졌다.

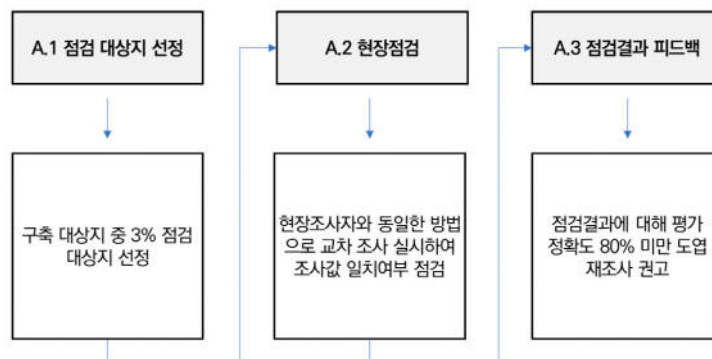


그림 2. 임상도 현장점검 프로세스

1. 점검 대상지 선정

점검대상지는 구축 대상지의 3%를 대상으로 표본선정을 진행하고, 구축 대상지 내에 인접하지 않고 골고루 분포하도록 선정하였다. 또한 선정 때 표본이 물리지 않도록 주의하도록 하며 되도록 도심지역은 임상폴리곤이 다른 지역에 비해 현저히 적기 때문에 선정하지 않도록 하였다.

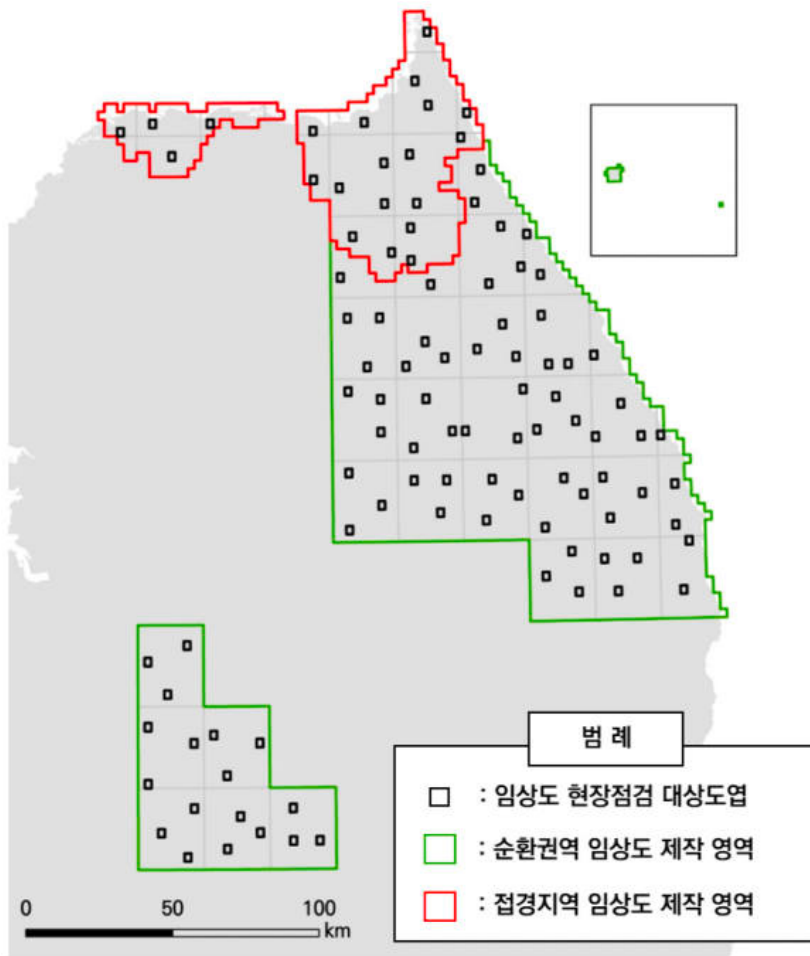


그림 3. 임상도 현장점검 프로세스

2. 현장점검

현장점검은 앞서 선정한 점검대상지의 조사자가 수행한 도면, 해당 도면으로 수정한 자료를 수집하고 조사자와 동일한 방법으로 교차조사를 진행하였다.

교차조사는 임상도의 구획, 속성정보가 현실임분과 일치하는지를 조사하며 조사자가 수행한 정밀 조사지점을 한 곳 이상 방문하여 선정한 우세목의 수종과 측정된 연륜이 적절하게 조사 되어있는지를 확인하였다.

또한 대상지 내에 조사자가 확인하지 않은 폴리곤이라도 점검을 진행하며 조사결과가 적절하게 수행되었는지 또는 자료가 맞게 수정되어있는지를 점검하도록 하였다.



그림 4. 경급오류유형(예시 임상도: 자작나무 치수림, 현실: 자작나무 소경목)

3. 점검결과 피드백

현장교차조사 완료 후 구획, 임종/임상/수종, 경급/영급, 수관밀도로 오류 유형을 구분하여 점검 대상지 내에 폴리곤 단위로 채점을 실시하였다. 오류폴리곤÷점검 폴리곤으로 도엽을 채점하여 정확도 80% 이하의 대상지는 조사자에게 재조사를 권고하였다.

또한 대상지 내에 동일한 유형의 오류가 빈번하게 발생하면 이를 조사자와 공유하여 향후 조사에는 해당 부분을 주의하여 반영 및 수정할 수 있도록 하였다.

01 도엽별 중점사항

I

도엽명	중점 사항
영역	① 소나무재선충병과 열악한 토양특성으로 인해 임분 특성이 균일하지 못함 ② 현지실측 표준목 선정시 전체 폴리곤 임분 특성을 감안한 선정 필요 ③ 현지실측 수고값이 다소 낮게 측정된 경향을 보임
포함	① 임연부의 수목만 보고 전체를 판단한 오류가 발생 ② 임지로 구획해야 할 부분의 누락이 발생 ③ 소나무 3영급 폴리곤은 주변 임목의 영급을 감안하여 상향 필요
기계	① 미립목지(N)로 되어 있던 부분에 활엽수가 침입한 지역이 나타남 ② 대규모 미립목지(N)의 경우 조림대장 확인이 필요함 ③ 마을 인근 죽림(NBB) 구획이 누락됨
단양	① 현지조사 도면에 라벨 표기 할 때 오판독 되지 않도록 정확히 기재 ② 인공림 낙림의 경우 소면적이라도 누락되지 않도록 구획 필요 ③ 도로 사면의 소면적은 신규 구획하지 않도록 함 ④ 낙엽송 조림지의 생육불량으로 인해, 고사한 곳이 다수 발생함

그림 5. 점검결과 피드백(예시)

나. 산림물지도 품질관리

산림물지도는 물관리기본법 시행 및 국가물관리위원회 출범 이후 물관리의 본격화에 따라 산림이 가지고 있는 수원함양기능의 과학적 평가를 통해 산림탄소 흡수력을 극대화를 목적으로 만들어진 산림공간정보이다.

2021년 국립산림과학원 시범 조사를 통해 방법론 및 AI 알고리즘을 개발하였고, 2031년까지 전국을 조사 완료할 계획을 수립하였다. 산림물지도는 유역별 조사를 통해 총 7종의 산림물지도가 도출된다.

7종의 주제도는 산림의 수원함양 기능분포, 수원함양 우수산림분포, 수원함양 숲가꾸기 적지지도, 산림토양 유효수분량분포, 산림토양 수분특성 변화지도, 산림토양 투수계수 분포지도, 토양수분포화 취약성 지도로 구성되어 있다.

산림물지도 제작 공정은 1.조사지 확인 2.현장조사 및 토양시료 채취 3.토양시료 분석 4.분석데이터셋 구축 5.산림물지도 제작으로 구성 되어있으며 수행 공정별로 품질점검을 진행하였다.

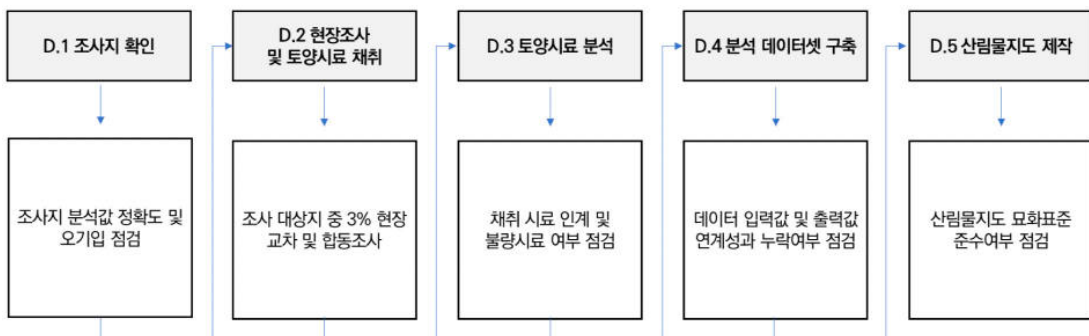


그림 6. 산림물지도 공정별 점검 프로세스

1. 조사지 확인

조사지 확인은 지리정보시스템(GIS)소프트웨어를 활용하여 사전에 정의된 조사지점의 위치를 확인하고 현장접근을 사전분석하는 단계이다. 본 공정에서는 사전에 정의된 조사지점의 지형 분석값(표고, 경사, 방위, 좌표 등)이 정확하게 들어갔는지 검토하고, 자료에 오기입 등이 없는지 확인하였다.

2. 현장조사 및 토양시료 채취

현장조사 및 토양시료 채취는 앞서 사전에 정의된 조사지점에서 입지, 토양, 임분환경조사를 실시하고 토양시료를 채취하는 단계이다. 해당 공정에서는 현장점검과 DB 점검으로 나누어 진행하며 현장점검의 경우 대상지점 중 3%에 대해서 교차 및 합동 조사를 통해서 조사의 정확도를 검증하도록 하였다.

교차조사의 경우, 조사자가 기 수행한 조사지에 대해서 조사 값의 이상치가 발견되는 특이 지점을 위주로 선정하고 조사자가 수행한 방법과 동일하게 조사를 진행하여 조사치가 일치하는지에 대한 여부를 점검하였다.

합동 조사의 경우 입지의 특성이 다른 조사지점을 대상으로 조사자가 수행하지 않은 지점에 대해서 점검자가 합동 조사를 시행하고 조사 시 현장에서 유의할 사항 또는 이상치나 오류가 발생할 사항에 대해 교육을 시행하였다.

DB 점검의 경우 조사자가 조사한 DB와 사진 등을 점검하며 조사한 DB의 오기입, 이상치 여부, 조사인자가 논리성 등을 검토하며 사진 자료의 경우 사진 수량, 좌표정보의 누락, 명명 규칙 이상, 자료의 훼손 등을 점검하였다.



그림 7. 합동현장조사

3. 토양시료 분석

토양시료 분석은 앞서 조사지점에서 채취한 토양시료를 분석기관에 인계하는 과정으로 해당 공정에서는 인계하는 토양시료의 수량 및 채취한 시료의 품질에 대해 점검하였다.



그림 8. 인계한 시료 중 불량시료(예시)

4. 분석데이터셋 제작

분석데이터셋 제작은 참조자료, 조사한 값 및 토양시료 분석값을 산림물지도 구축을 위한 데이터 형태로 통합하는 과정으로 해당 공정에서는 통합한 분석결과가 입력값과 출력값이 일치하는지, 참조데이터의 공간적 오류는 없는지 점검하였다.



그림 9. 분석데이터셋 구축 모식도

5. 산림물지도 제작

산림물지도 제작은 Random Forest 모델을 통해 제작된 7종의 주제도를 사전에 정의된 묘화기준에 맞추어 제작하는 과정으로 해당 공정에서는 제작된 산림물지도의 최소값, 최대값, 공간정의, 묘화표준에 맞춰 작성되었는지를 점검하였다.

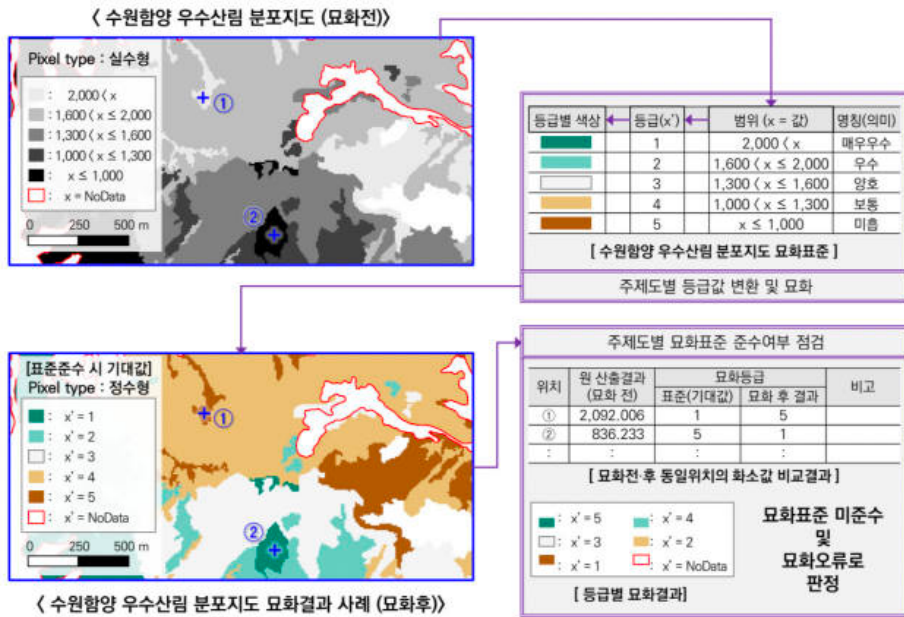


그림 10. 산림물지도 묘화 결과 점검(예시)

3. 수행 성과 및 고찰

가. 임상도 현행화 품질관리

임상도 현행화 품질점검 중 현장점검에 대해서 2024년 기준 3,038개의 폴리곤을 점검하였고 이 중 276개의 폴리곤을 오류로 확인하였다. 평균 오류율은 약 9%로 나타나며 그 중 구획, 임종, 경급 순으로 나타났다.

오류는 현장조사 시 짧은 시간내에 육안으로 전체 구획에 대한 확인이 어려워 가급적 현장 조사자가 실내 판독결과를 수정하지 않으려는 경향이 있기에 나타나는 것으로 추정된다.

이러한 문제는 현장조사 시 파악이 어려운 지역에 대해서 근거리 탐사뿐만 아니라 무인항공기를 촬영하거나 활용하여 전체 임분을 파악함으로써 해당 오류 형태를 낮출 수 있을 것으로 보인다.

나. 산림물지도 품질관리

산림물지도 품질점검결과(현장점검 및 DB 점검) 오류율은 약 0.18%로 나타났다. 총 5차례에 걸쳐 DB 및 현장점검을 종합했을 때 사업이 시작한 7월을 기준으로 약 0.16%인 오류율이 11월을 기준으로 0.086%로 시기가 지남에 따라 오류율이 감소하는 것으로 나타났다.

이는 품질관리팀의 교차조사 교육이 조사자의 업무능력 상승시켜 조사 시 발생한 이상치나 오류가 줄어든 것으로 보이며 마찬가지로 품질점검을 통해 확인된 오류 또는 이상치를 환류함으로써 동일한 내용 오류가 줄어들어 나타난 것으로 보인다.

다. 종합고찰

현재 고품질의 산림공간정보에 대한 요구가 늘어남에 따라 이러한 요구를 충족하기 위해 품질관리를 진행하고 있는 상황이다.

앞서 결과에서 알 수 있듯 시간이 지남에 따라 오류율은 대체적으로 감소하는 경향을 보인다. 이는 작업자의 숙련도가 상승하고 품질관리를 통해 발견된 오류가 환류 과정을 통해서 감소하기 때문으로 파악되는데 향후 진행될 임상도 3차 현행화에서도 변경된 작업공정에 대해 품질점검에 대한 절차 및 기준을 세워 수행하는 인원과 품질관리 인원의 환류 과정을 통해 오류율을 줄여나가는 것이 필요할 것으로 보인다.

본 원고는 한국임업진흥원의 ‘2024년 산림공간정보 품질관리’
사업의 결과를 바탕으로 작성하였습니다.

임상도 정보변경 (현장조사 방법)



김 기 남

1. 개요

가. 추진 목적

산주(토지주)가 보유한 산림의 효율적인 이용 및 산림경영계획 수립 등을 위해서 보유하고 있는 산림이 어떻게 분포하고 있는가를 파악하는 것은 필수적이다.

이러한 요구사항에 맞춰 현재 산림청은 우리나라의 산림이 어떻게 보유하고 있는가를 보여주는 산림지도로 임상도를 전국단위로 제작하고 배포하고 있다.

임상도는 산림의 임종·임상·수종·경급·영급·수관밀도 등 다양한 정보를 포함하고 항공사진 판독과 일부 현장 조사를 통해서 제작되는 산림지도이다.

산림청에서 전국단위 임상도를 제공하고 있지만 항공사진의 촬영시기와 현장조사의 시작 시점의 차이 등으로 일부 속성정보가 현실과 일치하지 않는 현상이 나타나고 있다. 이러한 문제점을 해소하고자 한국임업진흥원(이하 진흥원)에서는 임상

도가 불일치하는 지역에 대해서 산주(토지주)가 임상도의 정보를 변경신청하는 과정을 진행하고 있다.

하지만 개인이 산림 현황조사를 통해 임상도 정보변경을 신청하는 과정에 어려움이 있어, 본 글을 통해 자세한 절차를 설명하고자 한다.

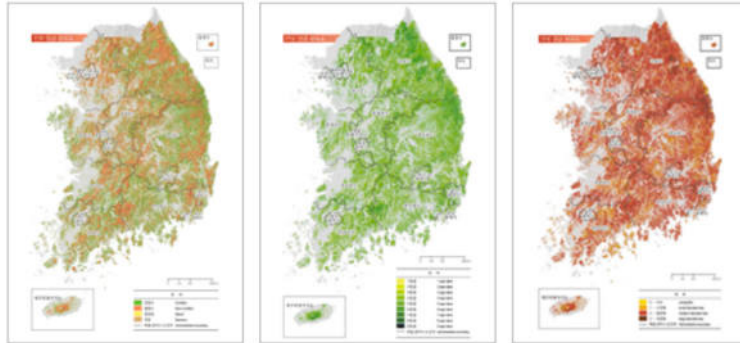


그림 1. 임상도 분포도(예시)

나. 추진 범위

1. 공간적 범위

임상도 정보변경의 대상지는 산주가 보유한 토지 중 현재 산림청(FGIS)이 제공하는 임상도와 현실임분이 다른 지역을 대상으로 하였다.

2. 시간적 범위

임상도 정보변경은 진흥원에서 별도로 공시한 공고 기간 내로 신청함을 원칙으로 하였다.

3. 내용적 범위

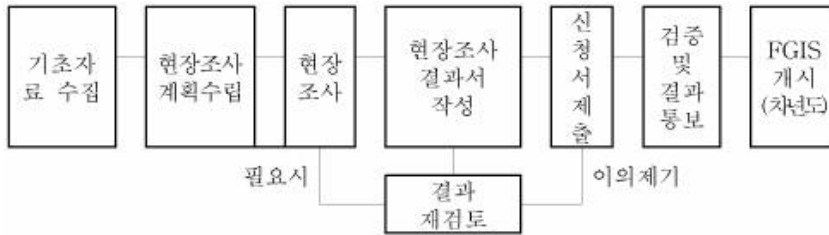
산림현황조사는 산주가 보유한 산림 중 산림청에서 제공하는 임상도와 다른 지역에 대해 표준지 선정, 표준지 매목조사, 현장조사 결과서 작성을 수행하였다.

2. 수행 내용

가. 임상도 정보변경 신청 절차

임상도 정보변경은 진흥원에서 별도로 공고를 개시한 이후부터 신청 가능하며, 산지를 소유한자 또는 권리 대행자가 신청하는 것을 원칙으로 한다. 신청자는 산림청(FGIS)에서 제공하는 임상도와 현실임분이 다른 지역에 대해서 정밀조사를 실시하여 자료를 제출하고, 한국임업진흥원은 이 조사결과에 대해서 현장 교차검증을 실시한다. 그 후 교차검증 결과에 대해 통보하고 이를 차년도 산림청(FGIS)에 반영하게 된다.

표 1. 정보변경 신청과정



신청자는 공문, 우편, 방문, 이메일등을 통해 신청서를 제출하고 신청서, 현장조사 결과서 등을 제출하였다.

나. 현장조사 세부내용

신청자는 현실임분과 임상도가 다른 지역에 대해서 직접 조사를 수행하고 그 결과를 현장조사 결과서를 통해 제출하고 한국임업진흥원으로부터 검증받는다.

현장조사 결과서는 산림기술자(고급)이상의 유자격자가 현실임분에 대해 표준지별 매목조사 및 산림조사결과를 요약하여 작성하며 임상도 속성정보에 대한 정합성을 증명할 수 있도록 하였다.

현장조사는 한국임업진흥원에서 제공하는 요령에 준하여 실시하도록 하며, 1.표준지 선정 2.표준지 매목조사 3.현장 조사야장 작성 4.현장조사 결과서 작성으로 수행하였다.

1. 표준지 선정

효율적인 수행을 위해서 표준지 조사법을 이용하여 대상지의 임상 구획 현황을 파악할 수 있도록 표준지를 선정하였다. 표준지는 0.04ha로 하며 표준지는 아래 방법에 따라 선정하였다. 또한 대상지가 지형적으로 연속되지 않고 격리되어 분리되어있는 경우 대상지별로 구분하여 적용하고 비산림과 죽림은 표준지에서 제외하였다.

가). 표준지 개수 산정

대상지 면적의 5%를 표준지 면적으로 산정하여, 표준지 개수를 구했다. 이때 표준지 수는 반올림하여 산정하고, 만약 대상지내에 표준지가 배치되지 않은 임상 폴리곤 있는 경우에는 추가로 표준지를 배치하였다.

예시) 대상지 면적이 10.5ha인 경우 13개 표준지를 산정($10.5 \times 0.05(5\%) / 0.04(\text{표준지 면적}) = 13.1 \approx 13\text{개}$)

나). 격자 생성

대상지의 좌하단을 기준으로 가로 20m, 세로 20m의 격자를 생성하고, 격자의 크기가 5% 이상 대상지를 벗어나는 경우에는 제외하였다.

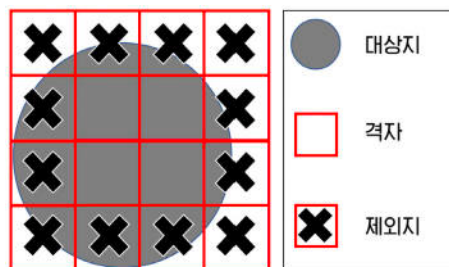


그림 2. 격자 생성(예시)

다). 표준지 배치

대상지 중심점을 기준으로 1번 표준지를 선정하고, 1번 표준지로부터 오른쪽 수평 방향으로 20번째 위치에 2번 표준지를 선정하며, 선정한 표준지가 임상도 폴리곤의 경계, 우선 배치된 표준지와 인접한 경우는 제외하였다.

오른쪽으로 끝까지 진행되었을 때 하단의 왼쪽부터 진행하였다. 대상지의 마지막 행까지 진행되면 왼쪽 상단 첫 행으로 이동하여 진행하였다. 앞서 산정한 표준지의 개수만큼 계속 진행하고 배치가 완료된 이후 표준지가 없는 임상 폴리곤은 중심에 표준지를 추가 배치하도록 하였다.

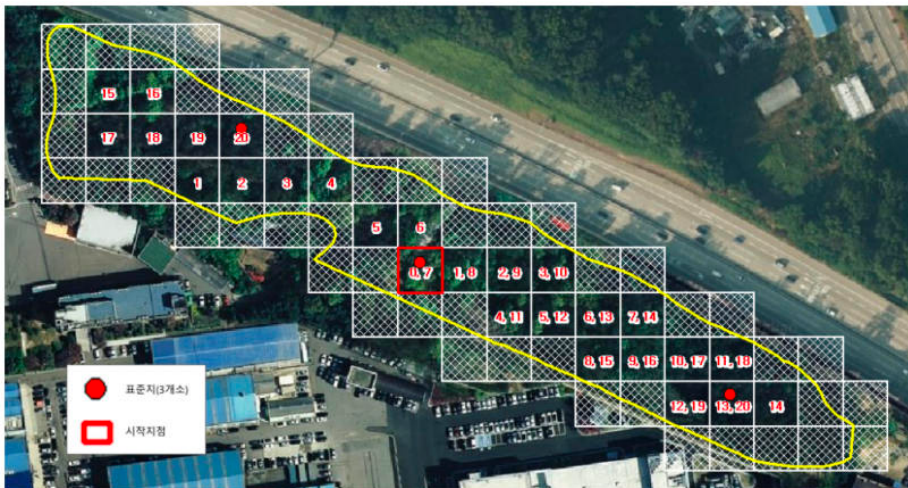


그림 3. 표준지 선정결과(예시)

2. 표준지 매목조사

표준지는 0.04ha 중 흉고직경 6cm 이상의 수목을 대상으로 전수조사를 실시하였다. 이때 모든 수목을 대상으로 흉고직경을 측정하며, 표준지 당 우세목 4분에 대해서만 수고 및 수령을 측정하였다. 표준지의 임상도 폴리곤의 상층을 점유하고 있는 우세목이 포함되는지 판단하고, 표준지가 폴리곤을 대표하지 않는다고 판단될 경우 동일 폴리곤 내로 표준지를 이동하여 조사하였다.

3. 현장 조사야장 작성

표준지 번호, 조사일자, 면적, 조사자 등을 양식에 맞춰 기입하고, 중심점의 좌표를 GRS80 UTM-K 좌표를 사용하여 기록하였다. 수목별로 일련번호를 부여하고, 수종은 임상도 수종코드표를 참조하여 세세분류를 기준으로 기입하며, 흉고직경은 cm단위, 수고는 m단위로 작성하였다.

표준지 번호 :		1	조 사 일 자 :		2020.00.00
표준지 면적 :		0.04ha	조 사 자 :		홍길동
좌표(X,Y) :		1000000, 2000000	임 종 :		인공림

번호	수종	흉고 직경	수고	수령	우세 목 여부	번호	수종	흉고 직경	수고	수령	우세 목 여부
1	소나무	20				1	소나무	20			
2	소나무	25	20	35	○	2	소나무	27	21	35	○
3	소나무	20				3	소나무	2			
4	코참나무	24	22	35	○	4	코참나무	22	20	35	○
5	무	15				5	무	15			
6	소나무	19				6	소나무	19			
7	신갈나무	10				7	신갈나무	10			
8	무	8				8	무	8			
9	솔참나무	8				9	솔참나무	7			
	무						무				
	잣나무						잣나무				

그림 4. 현장 조사야장 작성(예시)

4. 현장조사 결과서 작성

앞서 진행한 표준지 배치도, 대상지에 대한 현황, 신청목적, 현장조사 결과를 요약한 변경사항 기록표, 현장조사 세부 조사결과를 양식에 맞춰 작성하여 제출하였다.

신청인	성명 홍길동	전화번호	
	주소	이 메 일	
	해당 산지에 대한 권리관계 현장 대지주인		
대상지 현황	주소	대상지번	면적(ha)
	서울시 00구 00동	산123	
	서울시 00구 00동	산123-4	
	서울시 00구 00동	산123-6	
조사결과			
표준지 번호	기존 속성	변경 속성	비고
1	NPD-25C	ACA-01A	밤나무 신규 조림지를 확인하였음
2	NPD-25C	APR-25C	리기다소나무가 표준지내에 우점함
		ACA-01A	밤나무 신규 조림지를 확인하였음

그림 5. 현장조사 결과서(예시)

표준지 번호 : 1						
업종	수종	흉고직경	수고	수령	소멸도	
천	소나무	30	14	47	소	
천	소나무	34	14	52	소	
천	소나무	23	14	35	소	
천	소나무	26	13	37	소	

임내전경 사진			
			
흉고직경 사진			
			
목편채취 사진			
			
			
			
			

그림 6. 표준지 우세목 조사 결과(예시)

번호	수종	흉고 직경	수고	수령	우세목 여부	번호	수종	흉고 직경	수고	수령	우세목 여부
1	소나무	30	14	47	□	21					
2	리기다	30				22					
3	소나무	34	14	52	□	23					
4	소나무	26				24					
5	소나무	23	14	35	□	25					
6	소나무	26	13	37	□	26					
7	소나무	21				27					
8	소나무	33				28					
9						29					
10						30					
11						31					
12						32					
13						33					
14						34					
15						35					
16						36					
17						37					
18						38					
19						39					
20						40					

그림 7. 현장조사 야장 작성 결과(예시)

3. 수행 성과 및 고찰

본회는 산림기술자(고급)를 보유한 단체로 연간 1회 이상의 산림 현황조사를 실시하고 있으며 이를 통해 정보변경 현장조사 결과서를 작성하고 있다. 앞서 말했듯 현실임분과 임상도의 차이는 대부분 항공영상의 촬영시기에 따라 발생하는데, 향후 이를 보완하기 위해서는 현장 표준지 매목조사와 더불어 무인항공기를 통해 대상을 촬영, 영상 제작함으로써 더욱 정밀한 현황 조사자료를 확보 가능할 것으로 보인다.

본 원고는 한국임업진흥원의 ‘2024년 임상도 정보변경 신청 안내’ 공고 및 담양군청의 ‘담양 제2일반산업단지 정밀 산림·토양조사 용역’의 결과를 바탕으로 작성하였습니다.

조림 시험지 관리 및 조림목 생육특성 조사



안 호 진

1. 서론

가. 추진 배경

최근 기후변화 및 국지성 기상이변으로 식재 초기 조림지 피해가 발생하고 있으며, 이를 적기에 대응할 수 있는 주요 조림수종에 대한 입지별 조림기술 개발 및 임업현장 보급이 시급하다. 또한 (재)조림지의 변화된 입지환경이 반영된 수종 선정 및 조림기술 개선 미흡으로 조림성과가 저하되고 있는 실정이다.

이에 국립산림과학원에서는 조림목 초기 생육특성 결과에 근거한 수종별 생육에 측 모델 및 조림 적지 기준 마련을 목표로 전국 단위 빅데이터 기반 자료 분석을 위하여 2020년부터 전국 360개소 조림 시험지를 조성하였다.

이를 통해 조림목 초기 생육 영향 유효인자 분석 및 입지환경에 대한 권역분류 연구를 추진하였다. 이와 관련하여 연차별 조림 적지 기준 개발을 위해 기초성된 시험지 관리 및 조림목 생육특성 조사가 필요한 상황이다.

나. 추진 목적 및 범위

2024년 06월 17일 ~ 2024년 11월 30일까지 사업을 수행하였고, 전국으로 조성된 낙엽송, 상수리, 편백 조림지 185개소(낙엽송 70개소, 상수리 47개소, 편백 68개소)에 대한 시험지 관리 및 생육특성 조사, 시험지 환경자료 수집을 통한 빅데이터 자료구축을 수행하였다.

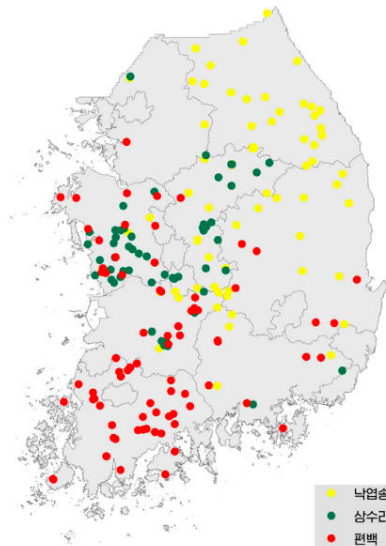


그림 1. 조사대상지 내 수종분포

2. 수행 내용

현황자료의 수집은 빅데이터 분석을 위한 기초자료와 효율적인 현지조사를 위한 사전현황 자료로 나뉜다. 특히 전국적으로 분포 되어있는 조사지 위치와 이동경로를 파악하는 것이 무엇보다 중요하므로 전년도 현지조사 시 특이사항 등을 확인하여 전반적인 조사 방향을 설정하였다.

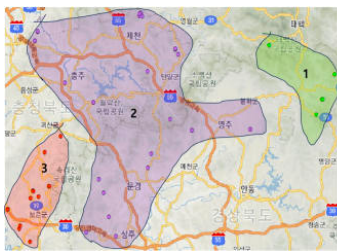
현지조사를 위한 기초자료에 3종류의 공간자료와 영상자료 등을 포함하였다. 특히 시험지가 전국 단위로 분포하기 때문에 정보의 누락이 없는 효율적인 수집과 분석이 요구된다.

이에 따른, 사전현황조사 시에는 산악지, 준 산악지, 구릉지 등 조림 시험지의 입지환경을 분석하여 조사의 난이도를 설정하였다.

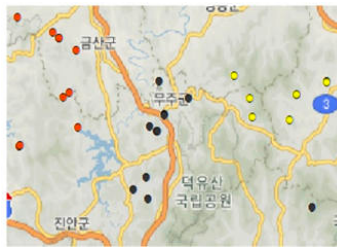
또한, 지속적인 현지조사를 통해 축적된(2020 ~ 2023년) 트랙로그(이동경로)를 활용하여 접근로 및 조사방향에 대한 실내 사전점검을 실시하고, 조사대상지의 신속한 위치 확인으로 현지조사 시 효율적인 조사가 될 수 있도록 하였다.

사업수행에 차질 없는 효율적인 현지조사가 요구되므로 다년간의 산림조사 경험이 있는 기술자 및 전차기 수행 경험자를 투입하여 팀을 구성하였다.

현지조사 전 실내에서 조사 대상지의 도면을 작성하고, 조사장비의 정상작동 유무를 확인한 후에 현지조사를 실시하였다.



a. 조사지를 고려한 팀운영



b. 팀별 분배

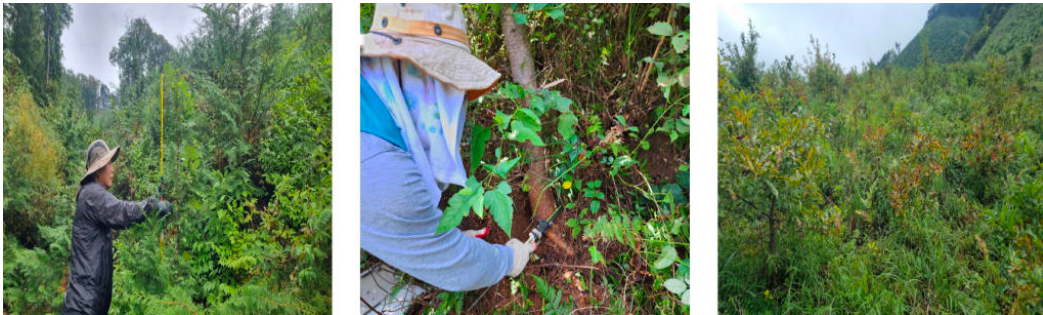


c. 트랙을 활용한 위치 파악

그림 2. 사전현황조사 준비사항

안전하고 신속한 현지조사를 위해서는 올바른 경로를 따라 표준지에 접근하는 것이 중요하므로, 현장도면은 현장에서 사용이 편리하도록 위치정보가 들어간 GeoPDF형태로 준비하였다. GeoPDF의 형태로 도면을 제작하면, 스마트폰 어플리케이션(Avenza Maps)을 이용하여 조사자의 실시간 위치 및 도면에 좌표가 표시되어 효율적인 경로 파악이 가능하기 때문이다.

조림된 묘목의 종류와 생존율, 근원경, 수고 등 생육 특성을 조사하였다. 근원경은 전자식 버니어캘리퍼스를 이용하여 mm단위로 측정하여 기록하고, 수고는 측고봉을 이용하여 측정하며, cm단위로 측정하고 기록하였다. 또한 하층식생 피복도 측정을 위해 시험지를 4등분 평균화하여 10% 단위를 기준으로 하여 판단하였다.



a. 수고 측정

b. 근원경 측정

c. 하층식생 피복도 측정

그림 3. 생육특성 조사 및 하층식생 피복도 측정

생존율, 근원경, 수고 등의 조사내용을 야장에 기입하고, 특히 진입로의 유실이나 보식, 재조림 유무 등 전차기와 상이한 부분은 특이사항에 상세하게 기록하였다.

사진은 시험지의 전반적인 특성이 보이도록 전경(front view)과 특이사항을 촬영하며, 균일한 품질의 색감과 화소가 표현되도록 동일 장비를 사용한다. 해상도는 1200×1600 pixel 이상으로 설정하고, 사진 파일에 위치정보가 기록되도록 하였다.

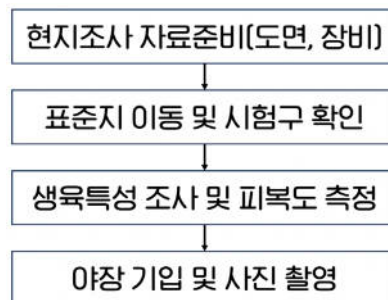


그림 4. 현지조사 프로세스

환경자료 분석을 위하여 기상청에서 제공하는 관측소별 제공데이터를 분석하였다. 기상청에서 제공하는 기상데이터는 3종류(방재기상관측, 농업기상관측, 종관기상관측)로 구분되어 있다. 방재기상 관측소는 전국에 517개소의 측정소가 분포하고 있으며, 필요항목인 대기온도, 습도, 강수량 등의 자료를 제공하고 있기에 환경자료 분석에 이용하였다. 데이터 공간정보화는 타 자료와의 결합 분석 및 효율적인 자료보관을 위한 기본적인 단계이다.

자료의 공간정보화는 ArcGIS 10.1을 이용하였다.

조사 시 기입했던 좌표를 수집하고 전국 250개소 조림지의 위치정보를 추출한 후, 기상청 기상자료개방포털을 이용하여 전국 517개의 AWS 좌표를 수집하고, 수집된 좌표를 공간정보화 하였다.

기상청 기상자료개방포털을 이용하여 필요항목인 대기온도, 습도, 강수량 등의 월/일/시간별 자료를 수집한다. 방대한 자료량으로 인해 누락이 생길 수 있으므로 시, 군별로 나누어 작업하였다.

표 1. 관측소별 제공데이터 종류

항 목	방재기상관측(AWS)	농업기상관측(AAOS)	종합기상관측(ASOS)
대기온도	○		○
대기습도	○		○
지면온도		○	○
지중온도(5cm)			
지중온도(10cm)		○	
지표수분(습도)			
토양수분(5cm)			
토양수분(10cm)		○	
강수량	○		○
풍량			
풍속	○		○
일조			○
한랭지수	○		○
온량지수	○		○
전국지점수	517	10	95

※ AWS(Automatic Weather System)

※ AAOS(Automatic Agriculture Observation System)

※ ASOS(Automated Synoptic Observing System)

3. 수행 결과

1차년도(2020년)와 2차년도(2021년)에는 256개소를 수행하였고, 3차년도(2022년)와 4차년도(2023년)에는 246개소를 수행하였다. 5차년도(2024년)도에는 총 185개소를 수행하였고 국립산림과학원 산림생산기술연구소에서 수행한 65개소에 대한 자료를 취합하여 총 250개소에 대해 자료 구축을 수행하였다.

표준지 내 조림목 대규모 고사지역과 풀베기작업으로 인해 조림목이 절단되거나 유실된 표준지는 현장조사에서 제외하였다.

가. 생산방식에 따른 수종별 시험지 개소수 및 묘목 조림본수

전국 250개소의 시험지에 대해 조사를 실시 하였으며, 수종별 시험지로는 낙엽송(L) 조림지 95개소, 편백(C) 조림지 85개소, 상수리(Q) 조림지는 70개소이다. 생산방식에 따른 수종별 시험지 개소수는 다음 표와 같다.

표 2. 생산방식에 따른 수종별 시험지 개소수 단위 : 개소수

수종	용기묘			용기묘 합계	노지묘			노지묘 합계	총합계
	1-0	1-1	2-0		1-0	1-1	2-0		
낙엽송 (L)		10	68	78		17		17	95
편백 (C)	1		73	74		10	1	11	85
상수리 (Q)	57			57	13			13	70
총합계	58	10	141	209	13	27	1	41	250

전국 250개소의 시험지에서 16,751본의 묘목이 조림되었고, 연구시험지 1개소에 서 평균 67본을 조사하였다. 수종별 시험지의 묘목 조림본수는 낙엽송이 6,613본으로 가장 많았고, 편백, 상수리 순이었다. 생산방식에 따른 수종별 묘목 조림본수는 다음 표와 같다.

표 3. 생산방식에 따른 수종별 묘목 조립본수

단위 : 본수

수종	용기묘			용기묘 합계	노지묘			노지묘 합계	총합계
	1-0	1-1	2-0		1-0	1-1	2-0		
낙엽송 (L)		680	4,825	5,505		1,108		1,108	6,613
편백 (C)	57		4,921	4,978		650	70	720	5,698
상수리 (Q)	3,620			3,620	820			820	4,440
총합계	3,677	680	9,746	14,103	820	1,758	70	2,648	16,751

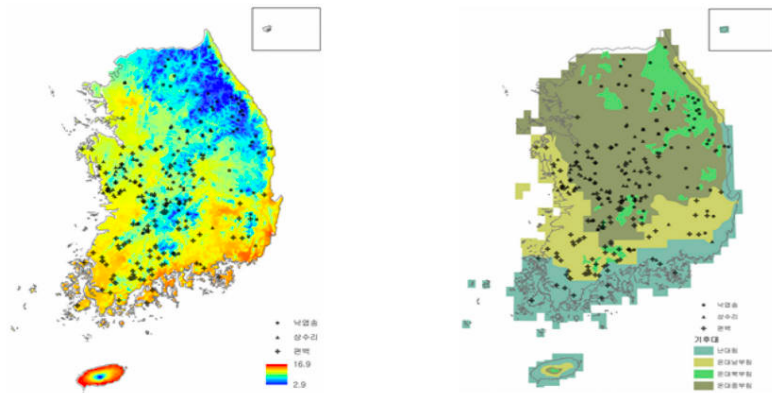
나. 수종별 기상 특성

수종별 기상 특성 분석을 위해 기상청 방재기상관측(AWS) 자료의 강수량과 전국단위 연평균 기온 데이터를 이용하였다. 분석결과, 연평균기온은 상수리 조림지, 연강수량은 편백 조림지가 가장 높았으며, 낙엽송 조림지가 다른 수종에 비하여 연평균기온, 연강수량이 낮았다.

표 4. 수종별 기상 특성

수종	연평균기온(°C)	연강수량(mm)
낙엽송(L)	14.5	1,266
편 백(C)	16.2	1,418
상수리(Q)	15.6	1,384

수종별 기후대의 분포특성을 분석한 결과, 온대중부림이 132개소로 가장 많았고, 온대남부림>온대북부림>난대림 순이었다. 온대중부림에는 낙엽송, 온대남부림에는 편백, 온대북부림에는 낙엽송, 난대림에는 편백이 가장 많이 분포하였다.



a. 시험지 연평균 기온 분포도(예시) b. 시험지 산림기후대 분포도

그림 5. 시험지 기후특성

표 5. 수종별 산림기후대별 조사지 분포

단위 : 개소수

수종	온대중부림	온대남부림	온대북부림	난대림	총합계
낙엽송(L)	54	8	33		95
편 백(C)	25	41	6	13	85
상수리(Q)	53	10	5	2	70
계	132	59	44	15	250

※ 연평균 기온에 따라 온대북부림(5~9°C), 온대중부(9~12°C), 온대남부(12~14°C), 난대림(14°C)으로 구분

표 6. 수종별 산림기후대별 조사지 분포

단위 : 개소수

수종	온대중부림	온대남부림	온대북부림	난대림	총합계
낙엽송(L)	54	8	33		95
편 백(C)	25	41	6	13	85
상수리(Q)	53	10	5	2	70
계	132	59	44	15	250

다. 수종별 조림목 생장 특성

전국 250개소의 연구시험지에서 조사 된 전체 16,751본의 묘목 중 교란되지 않은 10,273본이 생육하였으며, 교란으로 인하여 2,316본이 고사, 653본이 절단 고사, 1,684본이 유실, 1,810본이 절단생존하였다. 교란되지 않은 조림목 본수는 10,273본이며, 교란된 조림목 본수는 6,478본이다. 교란된 조림목 중에는 조사가 불가능하여 조사누락된 7본이 포함되어있다.

표 7. 조림목 생장 특성

단위 : 본수

2024년	미교란	교란						총합계
	정상 생육	고사	정아 고사	절단 고사	유실	절단 생존	기타	
낙엽송(L)	4,405	915	7	146	630	510		6,613
편 백(C)	3,776	908	1	128	360	523	2	5,698
상수리(Q)	2,092	493		379	694	777	5	4,440
계	10,273	2,316	8	653	1,684	1,810	7	16,751

가) 낙엽송(L)

전체 6,613본 중 4,405본이 생육하였고 915본이 고사하였으며, 146본이 절단고사, 630본이 유실, 510본이 절단생존하였다.

표 8. 낙엽송 생장 특성

단위 : 본수

2024년	미교란	교란						총합계
	정상 생육	고사	정아 고사	절단 고사	유실	절단 생존	기타	
본수	4,405	915	7	146	630	510		6,613
비율	66.6	13.8	0.1	2.2	9.5	7.7	0.0	100

나) 편백(C)

전체 5,698본 중 3,776본이 생육하였고 908본이 고사하였으며, 128본이 절단고사, 360본이 유실, 523본이 절단생존하였다.

표 9. 편백 생장 특성

단위 : 본수

2024년	미교란	교란						총합계
	정상 생육	고사	정아 고사	절단 고사	유실	절단 생존	기타	
본수	3,776	908	1	128	360	523	2	5,698
비율	66.3	15.9	0.0	2.2	6.3	9.2	0.0	100

다) 상수리(Q)

전체 4,440본 중 2,092본이 생육하였고 493본이 고사하였으며, 694본이 유실, 777본이 절단생존하였다.

표 10. 상수리 생장 특성

단위 : 본수

2024년	미교란	교란						총합계
	정상 생육	고사	정아 고사	절단 고사	유실	절단 생존	기타	
본수	2,092	493		379	694	777	5	4,440
비율	47.1	11.1	0.0	8.5	15.6	17.5	0.1	100

라) 근원경 생장

근원경 생장은 편백이 19.30mm로 가장 높았고, 낙엽송(11.93mm), 상수리(11.21mm) 순으로 분석되었다.

표 11. 수종별 근원경 생장

수종	23년 근원경(mm)	24년 근원경(mm)	근원경 생장(mm)
낙엽송(L)	42.31	54.24	11.93
편 백(C)	40.21	59.51	19.30
상수리(Q)	35.32	46.54	11.21

마) 수고 생장

수고 생장은 낙엽송이 98.12cm로 가장 높았고, 편백(85.26cm), 상수리(62.88cm) 순으로 분석되었다.

표 12. 수종별 수고 생장

수종	23년 수고(cm)	24년 수고(cm)	수고 생장(cm)
낙엽송(L)	275.20	373.32	98.12
편 백(C)	220.61	305.87	85.26
상수리(Q)	174.37	237.25	62.88

바) H/D율

H/D율 분석 결과, 낙엽송이 7.04%로 가장 높았고, 편백(5.53%), 상수리(5.20%) 순으로 분석되었다.

표 13. 수종별 H/D율 단위 : 비율(%)

수종	2020년 봄	2020년 가을	2021년	2022년	2023년	2024년
낙엽송(L)	9.73	7.60	7.44	6.94	6.74	7.04
편 백(C)	8.26	7.80	7.01	6.56	5.92	5.53
상수리(Q)	10.78	8.28	6.59	5.31	5.11	5.20

사) 생존율

수종별 생존율 분석 결과, 편백이 75.4%로 가장 높은 생존율을 보였고, 낙엽송(74.3%), 상수리(64.6%) 순으로 분석되었다.

표 14. 수종별 생존율 단위 : 비율(%)

수종	미교란	교란	총합계	생존율
낙엽송(L)	4,405	2,208	6,613	74.3
편백(C)	3,776	1,922	5,698	75.4
상수리(Q)	2,092	2,348	4,440	64.6

아) 하층식생 피복도

분석 결과, 낙엽송 조림지가 92.1%로 가장 높았고, 편백(89.5%), 상수리(89.1%) 순으로 분석되었다.

표 15. 수종별 하층식생 피복도 단위 : 비율(%)

수종	시험지 개소수	하층식생 피복도		
		2022년	2023년	2024년
낙엽송(L)	70	81.3	84.2	92.1
편 백(C)	68	72.3	82.7	89.5
상수리(Q)	47	83.6	81.0	89.1

4. 고찰

2020년도부터 2024년도까지 사업을 수행하고 돌아봤을 때, 이와 같은 연차 사업을 진행할 경우 조림목 표준지 내 표토가 불안정한 경우 표토가 붕괴되어 라벨 표기용 코인이 땅속에 묻혀 있는 경우가 많았으며, 근원경 측정시 오차가 발생할 수 있다는 단점이 있었다.

이에 따라 묘목의 하단부가 아닌 상단부에 라벨 표기용 코인 또는 표식끈을 설치하는 것이 묘목을 식별함에 있어 효과적이라 판단이 된다.

조림지 관리 여부(풀베기 등)에 따라 생육의 차이가 나타났으며 관리가 전체적으로 균일하게 진행되어야 하며 수목식재에 적합 요소를 찾는 것과 더불어 대규모 고사지역의 경우 대량 고사 원인에 대한 분석도 추가적으로 필요할 것으로 보인다.

또한, 표준지 내 조림목이 대규모로 고사된 지역도 발생하였고 풀베기 등에 의해 조림목이 유실되거나 절단되는 상황도 발생하였다.

이에 따라 표준지를 꾸준히 관리할 수 있는 방안도 필요할 것으로 보인다.

본 원고는 국립산림과학원의 ‘주요 용재수종의 가치 제고를 위한 산림관리 기술 개발’ 사업의 결과를 바탕으로 작성하였습니다.

국유양묘장 토양조사



최 인 규

1. 서론

가. 추진 배경

최근 기후변화로 인해 산불, 산사태, 병충해 등의 산림재해가 증가하고 있고 이러한 훼손된 산림은 국가 차원의 묘목 생산(양묘) 없이는 복구가 불가하다.

하지만, 양묘장은 오랜 기간 연작 및 운영으로 인해 토양의 질(quality)이 악화되어왔다. 이에따라 지속가능한 양묘장 운영을 위해 토양조사와 분석을 통한 묘포 토양에 대한 관리 기술의 고도화가 요구되고 있다.

나. 추진 목적

국유양묘장 토양조사는 묘목 생산의 고품질화를 위해서 토양조사 및 토양 물리화학적 분석을 통해 신속한 토양관리방안을 제시하고, 토양 개량이 필요한 포지에 대한 맞춤형 시비 처방과 생산 적합 수종 제시를 목적으로 하고 있다.

다. 기대효과

주기적인 토양조사를 통해 급변하는 기후변화에 대응하여 보다 안정적인 묘목을 생산할 수 있는 토양 기반이 마련될 것으로 보이며, 이는 증가하고 있는 산림재해의 대응 기반으로 작용 될 것으로 생각된다.

2. 수행 방법

가. 수행 절차

국유양묘장 토양조사는 큰 틀에서 ①입지환경조사 ②토양단면 조사 및 시료채취 ③토양 물리화학적 분석으로 구분된다.

먼저 입지환경조사는 묘목 생산을 위한 양묘장의 토양 이외의 환경적 요인을 조사하는 것으로 배수로 및 배수구의 상태, 경사 및 방위, 방풍책 등에 대한 조사를 포함한다.

토양단면조사는 토양을 굴착한 뒤 토양 단면에서 나타나는 형태적 특성을 조사한다. 토양 물리화학적 분석은 앞선 토양단면조사에서 채취한 토양시료의 토성, 토양 삼상 등의 물리성과 산도, 치환성 양이온, 전기전도도 등의 화학적 특성을 분석한다.

나. 사업수행 방법

1) 입지환경조사

입지환경은 표고, 경사, 기후대, 토양배수 모암 및 배구수에 대해 조사한다. 먼저 표고는 GPS 고도계 및 실내 DEM분석을 통하여 정확히 측정하며, 경사는 클리노미터를 사용하여 현장에서 평균경사를 측정한다. 기후대는 한국표준산림대를 이용하여 구분하며, 모암은 퇴적양식과 함께 지질도를 이용하되, 현지에 분포하고 있는 암석을 토대로 세부적으로 관입된 모암은 없는지 살펴본다. 토양배수는 지하수위, 경사, 토성을 고려하여 추정하며 배수로의 정비 상태를 종합적으로 판단하여 구분하고, 포지별 배수로 및 배수구의 상태를 정확히 파악하여 기록하는 것이 중요하다.

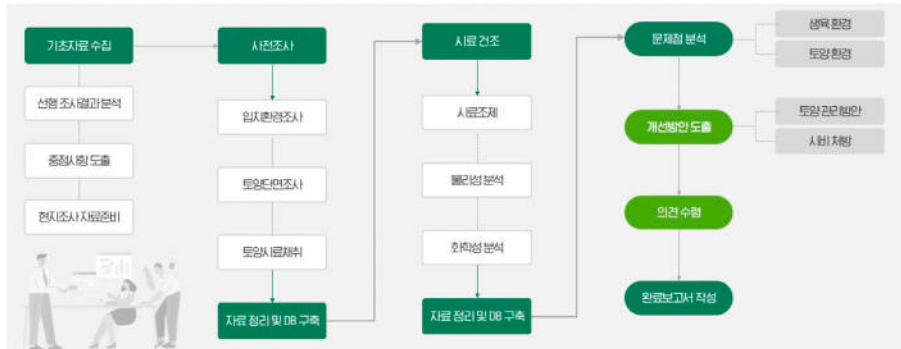


그림 1. 국유양묘장 토양조사 수행절차

2) 토양 단면조사

토양단면 특성을 파악하기 위하여 토양 단면을 1.0~2.0m 깊이로 판 후 단면 조사를 수행하고, 토양분석을 위한 시료를 채취한다. 토양 단면조사는 포지의 대표 지점을 선정, GPS를 이용하여 좌표를 기록하고 지면과 직각으로 토양 단면을 굴착한다. 굴착된 토양 단면에 토양 층위가 구분되는 경우 구분선을 표시한다. 토양 단면상의 토색은 표준 토색첩을 이용해 구분하고, 견밀도는 산중식(山中式, Yamanaka) 견도계를 이용하여 층위별 5회 이상 반복 측정하여 평균 값을 mm단위로 기록한다. 토양구조와 건습도는 국립산림과학원 ‘산림입지조사 및 토양조사 매뉴얼’에 의거 조사한다.



a. 토색첩



b. 견밀도 측정



c. 토양단면조사 야장

그림 2. 토양단면조사(예시)

3) 토양 시료채취

토양시료 채취는 대표성을 나타내는 지점에서 토양시료를 정확히 채취하는 것이 중요하다. 토양시료 채취는 목적에 따라 채취지점이나 채취량, 채취 방법을 달리해야 하며, 시료채취 후에 취급이나 분석을 정확히 하더라도 시료채취 오차는 분석측정 오차보다 항상 크기 때문에 토양시료 채취할 때는 세심한 주의가 필요하다

토양시료는 두개 층위(10cm, 40cm)에서 채취하며, 토양삼상 분석시료와 물리·화학적 분석시료로 구분한다. 토양삼상 분석시료는 100cc캔을 이용하고, 물리·화학적 분석시료는 비닐 시료봉투에 1kg 채취 후 지점번호와 층위를 기입하여 교란 없이 분석실로 운반하도록 한다.



그림 3. 토양단면 굴착 및 토양시료 채취

3) 토양 물리·화학적 분석

(1) 입도분석

입도분석을 위해 채취된 토양시료는 2mm 이상의 자갈을 제거한 후 나머지 토양시료를 사용한다. 이후 분산제를 넣고 교반기로 토양입자를 분산시킨 후 점토와 모래의 함량을 측정한다.

토성은 점토, 미사, 모래의 함량의 구성 비율에 따라 미농무성(USDA) 삼각도표를 참고하여 결정한다.



그림 4. 분산제 투입 및 시료교반

(2) 토양삼상 분석

100cc캔은 실험실로 운반한 직후 100cc캔 샘플러와 덮개의 무게를 정량하고, 증발 접시의 무게(A)를 정량한다. 100cc캔 안에 들어 있는 모든 토양을 증발 접시에 옮겨 담고 무게(B)를 정량하고, 105°C에서 18시간 건조한 후 증발접시의 무게(C)를 정량하여 각각의 무게를 이용하여 측정된 시료의 토양삼상을 분석한다.

$$\begin{aligned}
 \text{전용적 밀도 (g/ml)} &= \text{건조토양의 중량(g)} / \text{토양 전체의 부피(ml)} \\
 &= (C-A) / 100\text{ml} \\
 &= (1-\text{고상의 비율}) \times 100 \\
 &= (1-\text{전용적 밀도} / \text{입자 밀도}) \times 100
 \end{aligned}$$

※ 입자밀도 대표값: 2.65g/ml

$$\begin{aligned}
 \text{용적 수분 함량 (\%)} &= (\text{수분 무게(g)} \times \text{물의 밀도(g/ml)}) / 100\text{ml} \times 100 \\
 &= B-C \\
 \text{기상률 (\%)} &= \text{공극률(\%)} - \text{용적 수분 함량(\%)}
 \end{aligned}$$

(3) 산 도(pH)

토양시료의 산성 혹은 알칼리성의 범위를 알아내기 위하여 수소이온농도의 지수를 나타내는 pH를 측정하며 분석 방법은 다음과 같다.

① 시 약

pH buffer용액(표준용액) : pH 4.00 및 6.86 또는 7.00

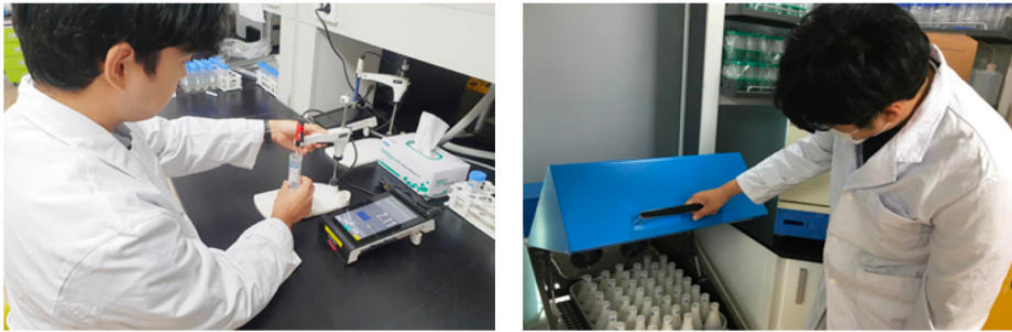


그림 5. 토양산도(pH) 분석

② 조 작

pH meter를 표준용액으로 맞추고, 풍건토양 5g을 50ml 비커에 취하고 증류수 (distilled water) 25ml를 가한 뒤 때때로 유리봉으로 저어 주면서 1시간 방치 후 60초 이내에 측정한다.

(4) 양이온치환용량(CEC, Brown법)

토양 중 양이온치환용량은 H^+ 이온과 타 양이온을 합해서 알 수 있다. H^+ 이온은 NH_4OAC (pH 7.0)을 토양에 가하면 토양교질에 흡착되어 있는 H^+ 이온이 NH_4^+ 과 치환되어 용액중 pH를 하강시키는데 이 차이로서 H^+ 당량을 계산할 수 있다.

이외의 양이온은 토양교질에 흡착된 양이온과 H^+ 이온이 치환되어 용액 중의 pH를 상승시키는데 이 차이로서 토양의 타 양이온 총량을 계산할 수 있다. 이 분석법을 Brown법이라 하며 1N 초산 침출법과 1N 초산암모늄 침출법이 있다.

(5) 치환성 양이온(Exch. K, Na, Ca, Mg)

토양교질(Colloid) 표면에 전기적으로 붙어 있는 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 를 다른 양이온으로 치환시켜 추출되어 나오는 방법을 말하며 pH 조건마다 토양의 치환할 수 있는 양이온이 다르기 때문에 기준을 중성인 pH 7.0에서 NH_4^+ 이온으로 토양의 양이온을 침출한다. 분석에는 ICP(Inductively Coupled Plasma)를 이용한다.

ICP(Inductively Coupled Plasma)기기는 원자 형태의 원소가 플라즈마에 도입되면 플라즈마 내에서 이온화되며, 원자 또는 이온이 플라즈마 내에서 들뜬상태(excited state)가 되면 전자가 낮은 에너지 준위에서 높은 곳으로 이동하게 된다. 다시 전자가 초기 바닥상태(ground state)로 이완되면 에너지가 광자의 형태로 방출되는데, 방출된 광자는 각 원소의 특징적인 파장을 가지고 있어 방출선을 검출하면 시료 중 미량 원소를 정량할 수 있다.

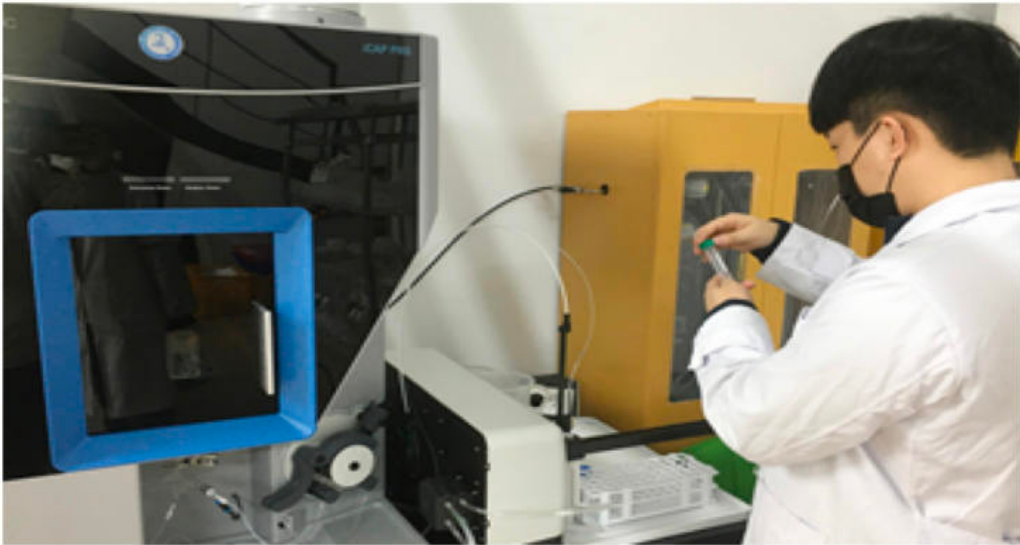


그림 6. 치환성 양이온 측정

(6) 전기전도도(EC, Electric Conductivity)

토양용액에 염류가 많으면 많을수록 전기가 잘 통하게 되는데, 전기전도도는 이러한 전기가 잘 통하는 정도를 나타내며, 이를 통해 토양의 염류집적 정도를 판단하는 기준이 된다. 전기전도도는 EC meter의 두 전극사이의 전류의 흐름을 저항으로 측정한 후 전기전도도로 환산하여 계산한다.

3. 조사 결과의 판독

가. 토양 물리성

1) 토성(Soil texture)

토성은 토양 광물질 입자인 모래(Sand), 미사(Silt), 점토(Clay)의 함유 비율에 따라 토양의 성질을 구분하며 입경 분포는 토양의 제반 물리적 성질 즉 보수력, 통기성, 투수성, 염기치환 능력 및 양분 보유능력 등에 밀접한 영향을 미치는 인자이다.

모래 함량이 높은 양질사토 또는 사토의 경우 토양배수는 양호하나 유기물 또는 수분을 보유할 수 있는 능력이 매우 적어 한발의 피해를 받을 우려가 높고, 보수력이 약하여 적절한 관수가 되지 않을 경우 건조 피해를 받을 가능성이 높다.

또한, 시비를 하여도 양분을 보유할 수 있는 능력이 매우 낮아 비료의 유실이 많은 토양의 특성을 가지고 있다. 반면에 점토나 미사 함량이 높은 미사질양토, 미사토, 미사질식양토 등은 토양공기의 유통 즉 통기성과 토양배수가 불량하고 병충해가 잘 발생하며 강우량이 많은 장마철에는 습지화 되어 뿌리의 생육환경에 좋지 않은 영향을 준다.

2) 토양삼상(Three Phase of Soil)

토양삼상은 자연 상태의 토양을 100cc Core에 채취하여 건조기에 건조 시켜 측정하거나 토양삼상 측정기에 의해 측정한다. 토양삼상은 고상(토양입자와 유기물), 액상(토양용액), 기상(토양공기)의 용적비율을 말하며 이들이 적당한 비율로 조합되어야 식물생육에 좋은 영향을 미치는데 토양 삼상의 이상적인 비율은 고상 45%, 액상 25%, 기상 30% 정도이다. 토양삼상 중 고상은 답압이 되었거나 통기성이 나쁜 토양의 경우 높게 나타나는 경향이 있고, 배수가 안되는 토양은 액상 비율이 높게 나타나는 반면 기상의 비율이 낮게 나타나며, 통기성이 양호한 토양은 기상 비율이 높게 나타난다.

3) 가비중(Bulk Density, 용적밀도)

토양입자나 입단 사이에 생긴 공극을 포함한 용적을 기준으로 측정하는 비중을 가비중(용적밀도)이라고 한다. 자연 상태의 토양을 파괴하지 않고 시료를 채취하여 토양의 건조 중량을 측정하여 그 중량을 토양 전체 용적으로 나눈 것 값이다. 대부분의 묘포 토양과 조경수목 식재지는 가비중(용적밀도)이 높게 나타나는 경향을 보이고 있다. 이는 묘포 토양은 경운 할 때 트랙터나 경운기가 포지에 들어가거나 생산된 묘목을 운반하기 위하여 트럭이나 포크레인 및 트랙터가 진입하여 토양 공극이 파괴되고 토양 답압이 이루어지기 때문이다. 이와 같은 답압은 가뭄이나 많은 강우시 수분의 과부족 현상을 쉽게 발생시키는 주원인으로 작용할 우려가 높으며, 특히 토양의 견밀화는 유묘 생장시 뿌리 발달에 지장을 초래할 뿐만 아니라 토양 산성화 및 토양 미생물의 번식을 제한하는 요인으로도 작용한다.

나. 토양 화학성

1) 토양산도(pH)

토양산도는 토양 중에 있는 물질의 성질이나 행동에 주요한 영향 인자로, 토양 미생물의 활동이나 식물의 생육을 좌우하는 인자이다. pH는 용액 중에 유리 상태로 있는 수소이온 활동도의 역대수를 의미하며 용액 중의 수소이온 농도를 표시하는 지수이다.

- 토양산도는 중성(pH 6.5~7.0)에 가까울 때 양분의 유효도가 가장 높다. 토양산도가 pH 5.5 이하로 산성이 강하면, 토양 양분 중 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 붕소 등이 불용화되어 유효도가 낮아지고, 철, 알루미늄, 망간 등은 과잉 용해되어 뿌리의 생장을 억제하는 등 생리 장애를 일으키게 될 뿐만 아니라 유효한 토양 미생물의 번식과 활동을 억제할 수 있다. 반대로 알칼리성인 경우 인산, 가리, 붕소, 철, 아연, 구리와 같은 원소들의 용해도가 매우 낮아져 식물이 이들 원소를 충분히 흡수하지 못해 결핍하게 되고 칼슘, 마그네슘 등은 과잉되어 원소의 불균형으로 길항작용을 일으키므로 정상적인 생장이 어렵게 됨.

2) 유기물(Organic matter)

유기물은 ①토양의 이화학적 성질(보수력, 통기성, 투수성, 토양구조의 변화) 개선 ② 미생물 활동의 기반 요소 ③식물체 영양공급 및 저장 기능이 있어, 수목의 양분 공급 면에서 매우 중요하다. 유기물은 동물, 식물, 미생물 등의 유체가 부패되어 집적된 것으로 모든 양분의 공급원이며 유기물이 많으면 질소, 인산 등의 양분이 증가하고 양이온치환용량도 높아진다.

3) 전질소(Total Nitrogen)

질소는 광합성에 필요한 엽록소, 생리작용을 촉진하는 물질을 공급하는 원소로서 식물에 가장 많이 필요로 하다. 식물은 질소가 부족하면 생육이 극히 불량하고 잎이 작아지며 세포막이 두꺼워져 광택이 없고 섬유질이 많은 옅은 색으로 된다. 활력이 부족한 식물에 질소비료를 시비하면 엽색을 진하게 하고 활력을 주며 엽면적이 증가한다.

4) 유효인산(Available Phosphorous: Av. P_2O_5)

인산은 광합성과 호흡작용에 관여하는 식물생장과 가장 밀접한 관계를 가지고 토양과 임목간의 순환계에 작용하는 중요한 인자로 유효인산은 식물이 쉽게 이용할 수 있는 형태이다. 인산은 토양 중에서의 이동이 적어 타 성분에 비하여 토양의 흡착 또는 고정되는 양이 많으므로 묘포에서 매년 시비 때마다 인산을 시비할 필요가 없으나 우리나라 산림 토양은 대부분 인산이 매우 부족하다. 인산이 결핍되면 외관상 뚜렷한 증상이 나타나지는 않으나 결핍이 계속되면 뿌리의 발육이 빈약해지고 지상부 생장도 억제되어 왜소해지며 잎은 작아지고 회녹색이 된다.

5) 양이온치환용량(Cation Exchange Capacity: CEC)

양이온치환용량은 일정량의 토양이 가지고 있는 치환성 양이온(K, Na, Ca, Mg)들과 같은 양이온을 교환할 수 있는 능력으로서 일반 토양 100g이 가지고 있는 치환성 양이온을 당량(me/100g)으로 표시한 것이며 최근에는 cmol⁺/kg로 표시한다.

양이온 치환용량을 측정하는 중요한 의미는 식물생육에 필요한 무기영양 성분인 NH_4 , K, Na, Ca, Mg 등이 양이온치환용량이 큰 토양일수록 많으므로 비옥한 토양은 양이온치환용량이 크다.

6) 치환성 칼륨(K^+)

칼륨은 식물의 탄수화물 생산을 촉진하는 작용을 하며 식물은 다량의 탄수화물을 생산하므로 칼륨을 많이 요구한다. 식물체 내에 칼륨이 부족하면 식물체의 생육이 크게 저해하여 잎이 작고 회록색을 띠게 되며 성숙 전에 잎의 침단부위에서부터 고사하여 잎의 가장자리에 따라 번져가고 과실이나 종자의 수, 용적 및 중량이 모두 감소한다.

칼륨은 서리의 해, 한해, 병해에 대한 식물의 저항성에 있어 원형질 교질의 수화도를 높여 탈수를 어렵게 하고 동시에 삼투압을 높이는 등 질소에 의한 장애를 예방하는 작용을 한다.

7) 치환성 나트륨(Na^+)

나트륨은 토양입자의 분산을 일으켜 입단구조 형성을 어렵게 하고 투수속도가 낮아 지므로 배수가 불량해지는 등 토양물리성이 악화된다. 치환성 나트륨에 의한 토양구조의 파괴는 토양 내 수리전도도를 낮춘다. 또한 나트륨은 수화도가 큰 이온이고 토양 내 나트륨이 많이 존재하면 식물의 칼슘흡수가 현저히 억제된다. 치환성 나트륨은 토양의 알칼리성을 증가시키는 주된 원인이 되어 식물생육에 큰 저해 요인이 되는데, 토양용액 내 Na^+ 이온농도가 증가하면 치환성염기 중 Ca^{2+} 가 Na^+ 로 치환·흡착되므로 토양에 과다하게 축적된 나트륨은 결국에는 수목이 흡수하게 되어 피해를 일으키게 된다.

8) 치환성 칼슘(Ca^{2+})

칼슘은 식물세포막 중간층 구성성분 하나로 ①분열조직 생장 ②뿌리 끝의 정상 발육과 기능 ③산성토양의 교정 및 물리성 개량 ④토양미생물의 활동 촉진 및 독성물질의 완화 ⑤기타 미량원소를 쉽게 흡수할 수 있도록 하는 효과가 있다. 강산성 토양과 나트륨이 과다한 알칼리성 토양에서는 전형적인 칼슘 결핍증이 나타나는데, 칼슘 결핍 시에는 뿌리가 작아지고 잎이 쇠약해진다.

칼슘이 너무 많으면 원소간 길항작용에 의하여 K와 Mg, 인, 철, 망간 등을 흡수하지 못하게 하므로 수목 생육에 나쁜 영향을 준다.

9) 치환성 마그네슘(Mg^{2+})

마그네슘은 엽록소의 구성성분이고 탄소동화작용에 관계하는 것으로 알려져 있다. 토양에는 마그네슘이 많이 있으나 식물이 가끔 결핍증상을 보여 잎은 황색으로 되고 녹색의 반점이 생기는 백화현상이 나타난다. 마그네슘의 시비효과는 산성토양일 때

현저히 나타나며 마그네슘이 적은 토양에 칼륨비료를 많이 주면 마그네슘과 칼륨이 길항작용으로 인하여 묘목에 Mg 결핍증이 나타나기 쉬움. 따라서 Mg 결핍 토양에 칼륨비료를 시비 할 때에는 동시에 Mg 비료를 주는 것이 좋으며 Mg:K의 비율은 2:1로 하는 것이 좋다.

10) 전기전도도(Electrical Conductivity: EC)

전기전도도는 토양의 염류집적을 나타내는 지표이다. 전기전도도가 높은 토양 즉, 토양에 염류가 집적된 토양에서는 삼투압이 증가하여 물의 흡수를 저해하고 식물의 양분흡수를 방해하여 길항작용을 일으키므로 식물 생장이 제한된다. 전기전도도가 0.2dS/m 이하이면 수목 식재가 가능하다고 하며, 0.4dS/m 이상이면 식물생육에 유해하다고 알려져 있다.

4. 발전방안

자연적인 산림과 달리 인위적인 생산활동이 지속적으로 이루어지는 양묘장의 경우, 무엇보다 토양관리를 위한 주기적인 모니터링이 필수적이다. 매년 관행에 의해 동일 양의 비료를 시비하게 된다면, 토양 내에 과다한 양분이 축적 될 수 있으며, 이는 길항 작용에 의해 묘목의 양분 흡수가 저해 될수 있다.

무엇보다 과잉 축적된 양분은 염류화 되어, 묘목의 광합성에 필수적인 수분흡수를 저해한다.

앞으로 산불, 산사태, 산림병해충은 기후변화로 인해 증가할 것으로 보이며, 이러한 재해에 대한 복구를 위한 묘목 수급을 어느때 보다 그 중요성이 강조될 것으로 생각된다.

양묘장 토양조사를 통해 주기적으로 토양을 모니터링하고, 관리하여 묘목 생산의 근간이 토양의 건강성을 지속적으로 유지, 관리할 필요가 있다.

본 원고는 북부지방산림청의 ‘2024년 국유양묘장토양조사’
사업의 결과를 바탕으로 작성하였습니다.

도시숲 물관리를 위한 포화투수계수



이 찬 규

1. 서론

현대 도시 환경은 급격한 도시화와 인구 밀집으로 인해 불투수면적이 증가하고, 도시의 물 순환 체계에 심각한 영향을 미치고 있다.

도시 지역의 불투수성 표면은 강우 시 지하로 스며드는 침투량을 감소시키고, 표면 유출(surface runoff)을 증가시켜 도심 홍수, 도심 열섬현상, 지하수 고갈 등의 문제를 초래한다.

이러한 문제를 해결하기 위한 지속 가능한 대안으로 도시숲(urban forest)의 조성이 주목받고 있다. 도시숲은 물리적, 생태적, 사회적 이점을 제공한다.

도시숲은 자연적인 침투 환경을 회복시키고 강우의 침투율을 증가시켜 표면 유출을 줄이는 데 중요한 역할을 한다. 이 과정에서 포화투수계수는 도시숲의 물관리 기능을 정량적으로 평가하는 핵심 지표로 사용할 수 있다.

포화투수계수는 토양이 물을 얼마나 빠르게 투과할 수 있는지를 나타내는 물리적 인자로, 이는 토양의 입도 분포, 밀도, 공극 구조 및 유기물 함량 등에 의해 영향을 받는다.

도시숲에서 토양의 포화투수계수를 분석하면 해당 지역의 강우 침투 능력과 홍수 저감 효과를 구체적으로 평가할 수 있다.

도시숲 물관리에서 포화투수계수를 측정하는 주요 이유는 다음과 같다.

첫째, 강우 침투 및 지하수 함양 가능성을 평가하여 도시 물 순환의 복원을 지원한다.

둘째, 도시숲 설계 및 관리의 효율성을 높이고, 장기적으로 지속 가능한 도시 환경을 조성하는 데 기여한다. 특히 기후변화로 인한 강수 패턴의 변화와 도시 홍수 위험성이 증가하는 상황에서, 이러한 데이터는 과학적이고 실질적인 물관리 정책의 근거를 제공한다.

포화투수계수 측정은 단순히 물리적 데이터 수집에 그치지 않는다. 이를 기반으로 한 분석은 도시숲 내 물 흐름의 동역학을 이해하고, 도시 토양 복원 및 녹지 조성을 위한 구체적인 지침을 마련하는 데 필수적이다.

또한, 도시숲이 생태계 서비스로서 제공하는 조절 기능, 예컨대 기후 완화, 대기질 개선, 그늘제공, 생물 다양성 증진 등의 혜택을 극대화하는 데에도 기여한다.

따라서 포화투수계수의 측정 및 분석은 도시숲 물관리의 핵심적 기반이며, 이를 통해 지속 가능하고 회복력 있는 도시 환경을 구현할 수 있다.

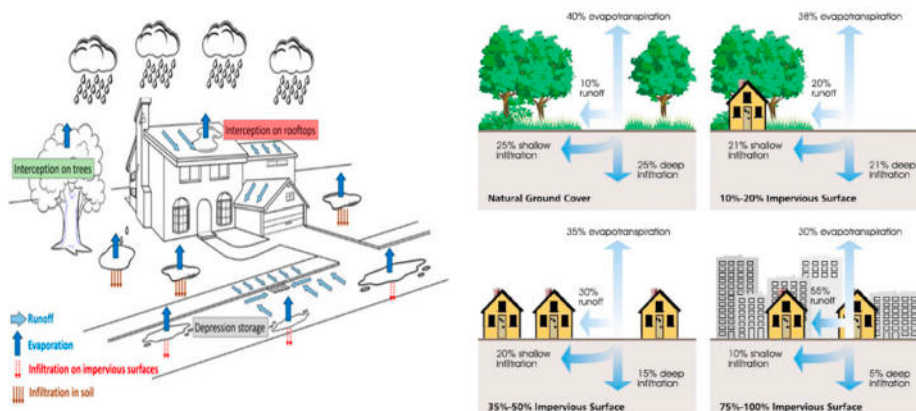


그림 1. 도심 지역에서 불투수면적 증가에 따른 빗물 유출 흐름도

2. 재료 및 방법

가. 현장 토양 샘플 채취

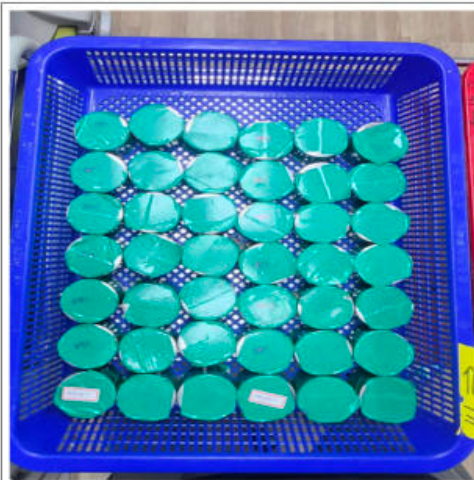
- 현장 토양 채취 시 도시숲 등의 관리지표 및 측정·평가 실무 매뉴얼을 숙지한 후 매뉴얼을 참고하여 채취한다.
- 토양 샘플 채취 시 겉 표면을 정리하여 자갈, 잡초와 같은 유기물등을 제거한 후 코어를 평평하게 둔 후 코어 샘플러를 이용하여 시료를 채취한다.
- 삽을 이용하여 겉토양을 걷어낸 후 교란되지 않도록 코어를 꺼낸 후 토양이 교란되지 않도록 주의하며 코어 단면을 정리한 후 뚜껑을 닫고 테이핑하여 밀봉한다.
- 차량 이동시 흔들림을 최소화하기 위해 에어캡 등을 넣어 충격을 받지 않도록 한다.
- 분석기관 의뢰 시 택배를 이용하거나 직접 방문하여 제출하는 것을 권한다.



그림 2. 현장 토양 샘플 채취

나. 실험실 포화투수계수 분석

- 분석 의뢰가 접수된 후 샘플이 도착하면 의뢰기관의 시료 이름에 따라 정리 후 조심스럽게 테이프를 제거한다.
- 코어에 물이 통과할 수 있는 천을 덧 씌운 후 고무줄로 고정시키고 물이 담겨 있는 용기에 담군 후 반나절 이상 포화시킨다.
*샘플의 윗 표면을 터치하였을 때 물이 묻어 나와야 완전히 포화된 것으로 본다.
- 완전히 포화된 시료를 투수계수 분석기기에 둔 후 몸통을 끼우고 표시되어 있는 높이까지 증류수 바틀을 이용하여 물을 넣은 후 분석을 진행한다



분석 의뢰 도착



포화투수계수 분석 전처리



포화투수계수 분석



포화투수계수 분석 결과 해석

다. 실내용 투수속도측정기

- 실험실에서 사용하는 투수속도측정기의 구성 및 사용 방법에 대한 설명은 아래 그림 3과 같다.
- 그림 4와 같이 실내용투수속도측정기의 분석원리는 그림 4와 같으며, 변수위법을 기반으로 분석한다.

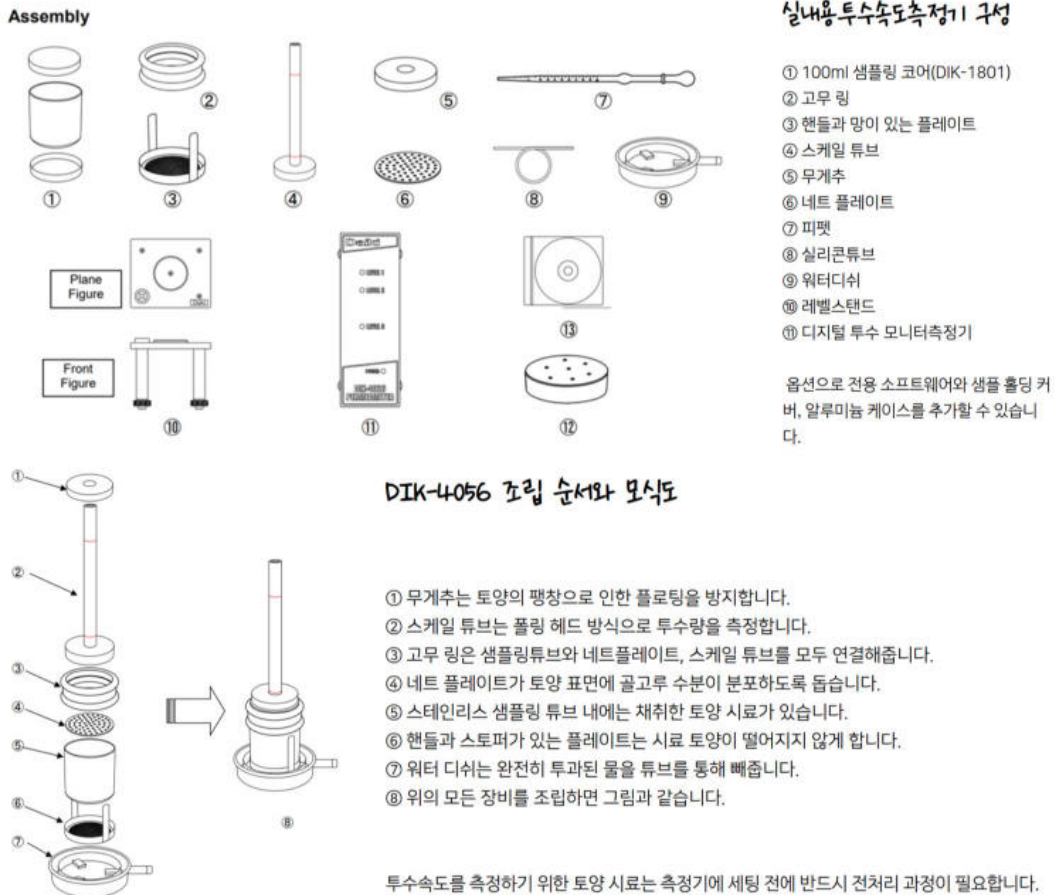
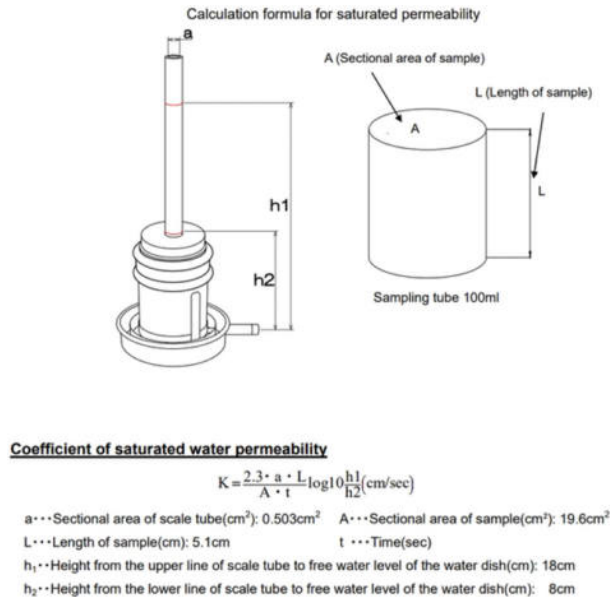


그림 3. Daiki사의 실내용투수속도측정기 사용 설명



포화투수계수(K)는 투수시간을 위의 식에 대입하여 계산합니다. (변수위법) 단위는 cm/sec.

- a = 0.503 cm² (투명관의 단면적)
- A = 19.6 cm² (시료의 단면적)
- L = 5.1 cm (시료의 높이)
- H₁ = 18 cm (투명관 상부 빨간 선에서 원통하부 수면까지의 높이)
- H₂ = 8 cm (투명관 하부에서 원통하부수면까지의 높이)

그림 4. Daiki사의 실내용투수속도측정기 분석 원리

3. 결론

(사)한국산지환경연구회 토양 분석실은 2024년 인력 교체를 통해 새로운 토양 전문 인력을 영입함으로써 토양 환경 분야에서의 전문성을 한층 강화하였습니다. 이와 같은 변화는 분석 속도의 향상뿐만 아니라 정밀성과 신뢰성을 기반으로 한 분석 결과를 도출하는 데 기여하고 있습니다. 특히 투수계수 뿐만이 아닌 토양의 물리·화학적 분석을 체계적으로 수행함으로써 보다 신뢰도 높은 결과를 신속히 제공하고 있으며, 이를 통해 의뢰 기관에 높은 수준의 토양 환경 연구 및 분석 서비스를 지원하고 있습니다.

간벌과 수확벌채가 산림탄소 저장에 미치는 영향 평가 및 예측 모형 개발



안 호 진

1. 연구 개요

가. 추진 배경

산림은 탄소흡수원이자 생태계서비스를 제공하는 자산이다. 전 지구 산림은 매년 약 156억 톤의 이산화탄소를 흡수하며(2001년부터 2019년까지의 추산; Harris et al., 2021), 이는 2019년에 화석연료 사용으로 인해 배출된 이산화탄소(약 360억 톤)의 약 45%에 해당한다(Friedlingstein et al., 2020). 아울러 전 지구 육상생태계의 탄소 중 50% 이상이 산림의 임목과 토양에 저장되어 있으며, 이 때문에 산불, 산사태, 병해충 등의 재해와 자원획득을 위한 무분별한 산림파괴는 산림에서 많은 양의 이산화탄소(약 81억 톤)를 배출시킨다(Friedlingstein et al., 2020). 이러한 산림탄소 저장에 대한 관심은 1992년에 유엔기후변화협약이 채택되어 각국이 산림의 이산화탄소 흡수를 정량화하여 보고하게 됨에 따라 더욱 증가하고 있다.

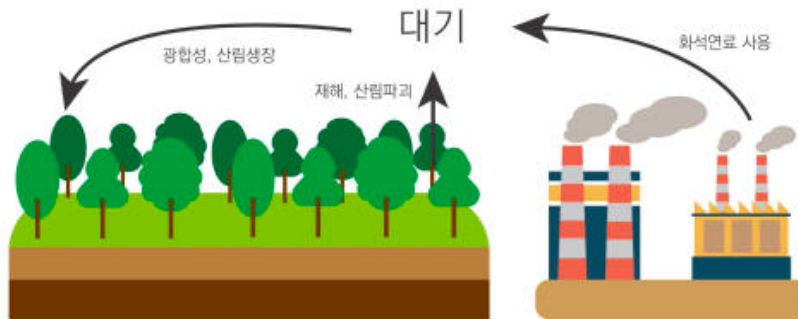


그림 1. 산림의 이산화탄소 흡수 및 배출

나. 추진 목적

간벌은 임분 내 임목의 밀도를 줄여 수확가치가 높은 임목이 더 잘 자라게 하는 것을 목표로 한다. 간벌이 산림탄소 저장에 미치는 영향은 산림경영활동이 수행된 지역의 임분 특성(수종, 임령, 임분 밀도 등)과 환경적 요인(광선, 토양 양분, 토심, 연평균기온, 연강수량 등)에 따라 다양하게 나타난다(Lippke et al., 2011).

그러나 일반적으로 임분 밀도가 낮은 산림은 임분 밀도가 높은 산림보다 임분 생장과 재적이 낮게 나타나기 때문에(그림 2a), 간벌에 의한 임분 밀도 조절이 임분 생장과 임분 재적을 낮추어 산림의 임목 탄소 저장을 감소시킬 수 있다는 우려가 있다(그림 2b; Binkely, 2021).

산림은 임목 외에도 하층식생, 낙엽층, 고사목, 토양 등 산림의 다른 구성 요소를 통해 탄소를 저장할 수 있기 때문에, 간벌이 임목 탄소 저장을 감소시켰다고 하여 간벌이 산림 전체의 탄소 저장을 감소시킨다고 속단할 수 없다. 이와 관련하여 간벌은 임분 밀도를 낮추어 임목의 고사를 감소시키는 효과가 있으며, 임분에서 제거된 임목 때문에 낙엽 생산이 일시적으로 감소하는 것으로 알려져 있다(Zhang et al., 2018).

그러나 지난 수십 년간의 축적된 연구결과가 있음에도 불구하고 간벌이 토양의 탄소 저장에 미치는 영향은 일관된 경향을 보이지 않고, 간벌에 따라 탄소 저장이 증가하거나(Shabaga et al., 2015), 감소하거나(Son et al., 2004a), 또는 간벌의 영향을 받지 않는(Campbell et al., 2009) 등 다양한 양상을 보여왔다(Zhang et al., 2018).

하지만 국내에는 간벌 및 수확벌채와 같은 산림경영활동이 산림탄소 저장에 미치는 영향을 구명한 현지조사 연구가 부족하며, 산림경영활동이 오히려 산림탄소 저장을 감소시킬 수도 있다는 국민의 우려가 존재한다.

따라서 현지조사를 통해 간벌과 수확벌채가 산림탄소 저장에 미치는 영향을 연구할 필요가 있다.

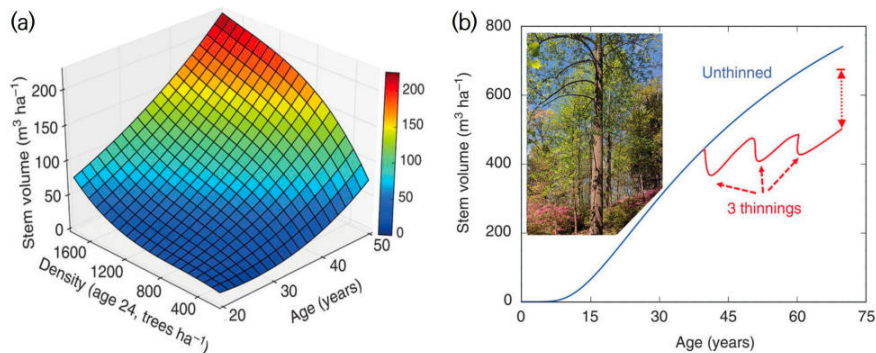


그림 2. 임분 밀도(Density) 및 임령(Age)에 따른 임분 재적(Stem volume) 변화(a)와 간벌이 임령에 따른 임분 재적 변화에 미치는 영향(b; Binkley, 2021)

2. 연구 수행 방법

국유림 및 사유림 경영정보시스템의 산림경영활동 내역을 토대로 간벌이 수행된 조사 대상지에서 현지조사를 수행하였다. 이때 조사 대상지의 위치는 전국적으로 고르게 분포하도록 선정하며, 국내에서 현재 시행되는 산림경영의 표준 방법이 적용된 곳, 그리고 시업 기록이 잘 보존된 곳으로 하였다.

조사 대상지에 크기 20m x 20m의 조사구를 설치하고 임목, 고사목, 낙엽층(유기물), 토양을 조사하였다.

임목 조사 방법으로는 조사구 내에 존재하는 직경 6cm 이상인 모든 임목의 수종과 흉고직경을 측정하고, 우세목의 흉고직경과 수고를 측정하였다. 흉고직경은 직경 테이프를 이용하여 0.1cm 단위까지 기록하며, 수고는 수고측정기를 이용하여 10cm 단위까지 기록하였다.

임목의 흉고직경을 2014년에 국립산림과학원이 공표한 “한국 주요 수종별 탄소 배출계수 및 바이오매스 상대생장식”의 수종별 바이오매스 상대생장식에 대입하여 임목의 바이오매스를 계산하였다.

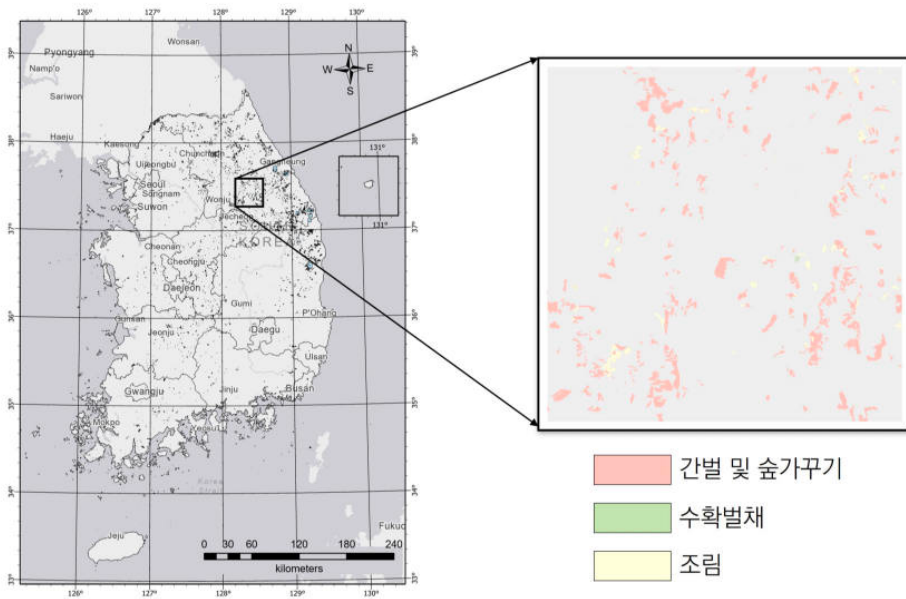


그림 3. 국유림 및 사유림 경영정보 시스템 상의 산림경영활동 수행 지역(예시)

고사목 조사 방법으로는 표준지 내 고사목을 전수 조사하였다. 원구, 중구, 말구직경 소수점 한자리(cm)까지 측정하며, 고사목 길이는 중간에 끊어진 부분이 있으면 직경 6cm인 부분까지 이어서 측정하였다.

또한, 고사목은 1~4등급으로 고사목의 부후등급을 구분하였고, 중구직경 6cm 이상인 지점에서 고사목 원판 시료를 채취하며 같은 수종, 같은 부후등급은 1개만 채취하였다.

낙엽층(유기물) 조사 방법으로는 세부 조사구 내 임의의 3개 지점에서 30cm × 30cm 정방형틀을 설치하고, 정방형틀 내에 있는 모든 낙엽과 직경이 6cm 미만인 가지틀 토양이 드러날 때까지 채취하였다.

채취한 낙엽층 시료는 종이봉투에 넣어 65°C에서 향량이 될 때까지 건조시킨 후 건중량을 측정하였다. 이후 건조된 시료를 곱게 분쇄하여 탄소 함량비 분석에 이용하였다.

낙엽층 시료의 건중량에 탄소 함량비를 곱하여 낙엽층의 탄소 저장량을 계산하였다.

토양 조사 방법으로는 세부 조사구 내 임의의 3개 지점에서 간이토양채취기(400cc)를 이용하여 0-10cm, 10-20cm, 20-30cm의 깊이별로 토양 시료를 채취하였다(낙엽층 조사를 진행한 곳 바로 아래에서 토양 시료를 채취한다).

채취 토양 시료를 105°C에서 항량이 될 때까지 건조한 후 2mm체(US standard No. 10)로 거르고, 걸러진 토양의 건중량, 용적밀도, 석력함량을 측정하였다.

그리고 체로 걸러진 토양 시료 일부를 곱게 분쇄하여 탄소 함량비 분석에 이용하였다. 토심과 토양의 용적밀도, 석력함량, 탄소 함량비를 이용하여 토양의 탄소 저장량을 계산하였다.



a. 매목조사

b. 고사목 조사

c. 낙엽층 조사

d. 토양 조사

그림 4. 현장조사 매뉴얼

3. 연구결과 활용 방안 및 기대효과

2050 탄소중립 시나리오 달성을 위해서는 우리나라 산림의 탄소 저장 역할이 필요하며, 간벌 및 수확벌채와 같은 산림경영활동을 통해 산림탄소 저장을 증진할 수 있을 것으로 기대된다. 이때 우리나라 산림의 탄소 저장과 산림경영활동에 따른 산림탄소 저장 역할 변화를 추정할 필요가 있으며, 본 연구개발과제의 성과로 개발되는 산림탄소 저장 예측 모형을 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

아울러 이러한 산림탄소 저장 예측 모형은 국유림 관리소의 산림경영 담당자, 지방자치단체의 사유림 경영 관리자, 사유림 소유자 등이 2050 탄소중립 시나리오에 대응하여 산림경영활동 계획 수립 시에 쉽게 활용할 수 있도록 개발될 것으로 보인다.

산림탄소 저장 예측 모형 개발을 통해 2050 탄소중립 시나리오에 대응하여 산림경영활동 계획 수립에 필요한 과학적 근거자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

현지조사를 통해 획득한 간벌 및 수확벌채가 산림탄소 저장에 미치는 영향에 대한 자료는 지속가능한 산림경영활동을 위한 국가 또는 지자체 단위의 정책수립 및 집행의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

또한, 간벌과 수확벌채가 하층식생의 종다양성과 생물량에 미치는 영향을 연구한 자료를 활용하여 산림경영활동과 산림의 생물다양성간의 관계를 파악함으로써 산림경영에 대한 일부 국민들의 부정적 인식에 과학적 근거를 바탕으로 적절히 대응할 수 있을 것이다.

본 원고는 산림청의 ‘산림부문 탄소중립 추진기반 및 실증기술 연구(R&D) 연구개발과제’를 바탕으로 작성하였습니다.

참고문헌

- Binkley, D. (2021). *Forest Ecology: An Evidence-Based Approach*. John Wiley & Sons.
- Campbell, J., Alberti, G., Martin, J., & Law, B. E. (2009). Carbon dynamics of a ponderosa pine plantation following a thinning treatment in the northern Sierra Nevada. *Forest Ecology and Management*, 257(2), 453-463.
- Friedlingstein, P., O'sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., ... & Zaehle, S. (2020). Global carbon budget 2020. *Earth System Science Data*, 12(4), 3269-3340.
- Harris, N. L., Gibbs, D. A., Baccini, A., Birdsey, R. A., De Bruin, S., Farina, M., ... & Tyukavina, A. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*, 11(3), 234-240.
- Lippke, B., Oneil, E., Harrison, R., Skog, K., Gustavsson, L., & Sathre, R. (2011). Life cycle impacts of forest management and wood utilization on carbon mitigation: knowns and unknowns. *Carbon Management*, 2(3), 303-333.
- Shabaga, J. A., Basiliko, N., Caspersen, J. P., & Jones, T. A. (2015). Seasonal controls on patterns of soil respiration and temperature sensitivity in a northern mixed deciduous forest following partial-harvesting. *Forest Ecology and Management*, 348, 208-219.
- Son Y, Jun YC, Lee YY, Kim RH, Yang SY. (2004a). Soil carbon dioxide evolution, litter decomposition, and nitrogen availability four years after thinning in a Japanese larch plantation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 35(7-8):1111-1122.
- Zhang, X., Guan, D., Li, W., Sun, D., Jin, C., Yuan, F., ... & Wu, J. (2018). The effects of forest thinning on soil carbon stocks and dynamics: A meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 429, 36-43.

부록

1	정관	105
2	한국산지환경연구회 소개	116
3	주요활동	118
4	수상 및 대외행사	124
5	연도별 회지목록	127

부 록

정 관

1996. 8. 9 허가
1998. 4. 28 개정
1999. 11. 13 개정
2001. 3. 26 개정
2005. 12. 6 전문개정
2009. 10. 1 개정
2017. 8. 14 개정
2019. 3. 29 개정
2020. 3. 31 개정
2020. 11. 23 개정
2021. 4. 9 개정
2022. 4. 11 개정
2023. 5. 9 개정
2024. 2. 27 개정

제 1장 총 칙

제1조 (명칭) 본 회는 사단법인 한국산지환경연구회(이하“본회”)라 한다.

제2조 (목적) 본 회는 산림환경에 관련된 종합적인 조사·연구와 과학적인 산림자원 관리 및 산림정책 수립에 필요한 산림자원 통계의 생산 및 정보 제공으로 임업 발전에 기여하며 사업을 통하여 취약계층에게 일자리를 제공하고 사회서비스를 확충하며 사회에 공헌함을 목적으로 한다.

제3조 (사무소) 본 회의 주 사무소는 경기도 남양주시에 두고 필요에 따라 특, 광역시 및 각도에 지회를 둘 수 있다.

제4조 (사업) 본회는 제2조의 목적을 달성하기 위하여 다음 각 호의 사업을 행한다.

- ① 다음 각 호의 사업에 대하여 조사 및 연구·개발한다.
 - 1. 산림자원조사 및 모니터링
 - 2. 산림입지환경조사 및 산지이용구분조사
 - 3. 산림자원의 가치 및 지속가능성 평가
 - 4. 산림생태환경의 조사 및 영향평가
 - 5. 산림경영계획의 작성
 - 6. 산림재해 방지 및 수자원 보존을 위한 오염실태조사
 - 7. 원격탐사기법 등 산림측정 기술개발 연구
 - 8. 산림지리정보 시스템개발 및 DB구축
 - 9. 산림토양의 이화학성 분석 및 평가
 - 10. 임업소득 향상을 위한 교육, 임산물의 조사 및 생산단지 조성지에 대한 컨설팅
 - 11. 수목의 피해원인 조사, 진단 및 평가
 - 12. 기타 임업에 관련한 자문 및 컨설팅
- ② 임업기술과 관련된 해외 기술협력 및 정보교환
- ③ 본회 목적과 관련된 정보수집, 교류, 세미나, 기술교육 및 간행물 발간
- ④ 본회 목적과 관련된 사업의 수탁 및 용역

제 2장 회 원

제5조(회원의 구성) 본회의 회원은 정회원 및 일반회원으로 한다.

제6조(회원의 자격)

- ① 정회원은 본회의 목적에 동의하고 회원가입을 원하는 개인 또는 단체
- ② 일반회원은 본회 및 임업발전에 기여한 자

제7조(회원의 가입) 본 회의 회원으로 가입하고자 하는 자는 소정의 가입신청서를 제출하고 이사회에 승인을 얻어야 한다.

제8조(회원의 권리)

- ① 정회원은 임원에 대한 선거권, 피선거권(단체회원 제외) 및 총회에서의 발언권과 의결권을 가진다.
- ② 일반회원은 발언권만 가진다.

제9조(회원의 의무) 본 회의 회원은 정관규정을 준수하고 이에 따른 규정과 총회 및 제반업무 수행에 적극 협조 하여야 한다.

제10조(회원의 탈퇴, 자격상실, 제명 및 자격정지)

- ① 회원은 임의로 탈퇴할 수 있다.
- ② 금치산, 파산선고, 사망 및 제명 처분을 받았을 때에는 자격을 상실한다.
- ③ 제9조의 의무를 이행하지 않거나 본 회의 목적에 위반 행위를 한 자 또는 본 회의 운영목적에 부합하지 않은 자는 이사회에 의결에 의하여 제명할 수 있다. <개정 2024. 2. 27.>

제 3장 임원 및 조직

제11조(임원의 구성) 본 회의는 다음의 임원을 둔다.

- ① 회 장 : 1인
- ② 부 회 장 : 1인
- ③ 등기이사 : 7인이내(근로자대표 1인 포함)
- ④ 상임이사 : 1인
- ⑤ 감 사 : 1인

제12조(임원의 자격 및 선출)

- ① 임원은 이사회의 제청으로 총회에서 선출한다.
- ② 상임임원은 3인 이내로 하되 회장, 부회장 및 상임이사로 한다.
- ③ 회장 및 부회장은 비상임으로 할 수 있다.

제13조(임원의 임기)

- ① 상임임원의 정년은 만65세 되는 당해년도 말까지로 한다.
- ② 회장의 임기는 3년으로 하고 연임할 수 있으며, 그 임기는 최대 6년으로 하되 상임임원의 정년연한 이내로 한다.
- ③ 회장 취임 후 정년이 도래되어 3년 임기를 채우지 못할 경우 그 임기는 3년으로 한다.
- ④ 보선에 의하여 취임한 임원의 임기는 전임자의 잔여임기로 한다.
- ⑤ 회장을 제외한 임원의 임기 중 궐위 또는 유고 시 이사회의 의결을 거쳐 선임하고 총회에 보고한다.
- ⑥ 감사의 임기는 2년으로 하고 연임할 수 있다.
- ⑦ 등기이사 임기는 3년으로 하고 연임할 수 있다.

제14조(임원의 직무) 임원은 다음의 직무를 행한다.

- ① 회장은 본 회를 대표하여 업무를 총괄하고 총회와 이사회의 의장이 된다.
- ② 부회장은 회장을 보좌하며 본 회의 업무를 수행한다.
<개정 2024. 2. 27.>
- ③ 상임이사는 회장의 명을 받아 본 회의 업무를 수행한다.
<개정 2024. 2. 27.>
- ④ 이사는 이사회에 참석하여 본회의 업무추진에 관한 사항 및 의안을 심의·의결한다.
- ⑤ 감사는 본 회의 재산 및 업무집행 상황을 감사하여 총회에 보고하고 이사회에 참석하여 의견을 진술할 수 있다.
- ⑥ 회장 유고시에는 부회장 또는 등기이사 중에서 이사회의 의결을 거쳐 그 직무를 대행한다. <신설 2024. 2. 27.>

제15조(임원의 보수)

- ① 상임임원은 유급으로 한다.
- ② 비상임임원은 근무기간을 정하거나 출장 등 외부에서 업무수행 시 보수 또는 수당을 지급할 수 있다.

제16조(임원의 해임) 임원은 다음 각 호의 1에 해당하는 경우 총회의 결의로 해임할 수 있다.

- ① 본 회의 명예를 훼손하였을 때
- ② 본 회의 부정행위가 있을 때
- ③ 고의 또는 중대한 과실로 본 회의에 중대한 손실을 초래한 때
- ④ 재적회원 3분의 1이상이 해임 요구가 있을 때

제17조(고문, 자문위원 및 전문위원)

- ① 본 회의 연구발전과 조사기술개발에 대한 자문을 받기위하여 고문, 자문위원 및 전문위원을 둘 수 있다.
- ② 자문이나 회의참석 시 소정의 수당을 지급할 수 있으며, 업무수행을 위해 기간을 정하여 근무할 경우 보수는 별도의 기준으로 지급할 수 있다.
- ③ 고문, 자문위원 및 전문위원은 이사회회의 의결을 거쳐 회장이 위촉한다.

제18조(조직) 본 회의 업무를 원활하게 수행하기 위하여 필요한 조직 및 업무분장 등에 관한 사항은 내규로 정한다.

제 4 장 회 의

제19조(회의 종류) 본 회의 회의는 총회 및 이사회로 한다.

제20조(총 회)

- ① 총회는 정기총회와 임시총회로 한다.
- ② 정기총회는 매년 2월 말 이내에 개최하고 회장이 소집한다. <개정 2024. 2. 27.>
- ③ 임시총회는 회장이 필요하다고 인정할 때, 재적이사 3분의 1이상의 요청이 있을 때, 재적회원 3분의 1이상의 요청이 있을 때, 또는 감사가 긴급을 요하는 중요한 사유를 발견 할 때 회장이 소집한다.
- ④ 총회는 다음 각 호의 사항을 심의 결의한다.
 1. 사업계획, 예산 및 결산에 관한사항
 2. 정관개정 및 법인의 해산에 관한사항
 3. 임원선출 및 해임에 관한 사항
 4. 사업계획 및 사업보고에 관한 사항
 5. 기타 중요한 사항
- ⑤ 총회는 재적회원 과반수의 출석으로 개최하고 출석회원 과반수의 찬성으로 의결한다.
- ⑥ 총회의 의사결정을 과정 등을 명확히 하기 위하여 의사록을 작성하고 의장과 출석한 이사는 기명 날인 또는 서명한다.

제21조(이사회)

- ① 본 회의는 회장, 부회장, 이사, 상임이사로 구성되는 이사회를 둔다.
- ② 이사 중 1인은 근로자 대표로 선임하며, 서비스 수혜자 또는 관련단체나 연계기업 대표 등 다양한 이해관계자를 이사로 선임한다.

제22조(이사회 개최)

- ① 이사회는 회장이 필요하다고 인정하거나 재적이사 과반수이상의 요구가 있을 때에는 회장이 이를 소집하여야 한다.
- ② 회장이 이사회를 개최하고자 할 때 예는 회의개최 7일 이전에 목적, 일시, 장소를 정하여 이사에게 통지하여야 한다.

제23조(이사회 의결사항) 이사회 의결사항은 다음과 같다.

- ① 업무의 집행에 관한 사항
- ② 사업계획의 운영에 관한 사항
- ③ 예산, 결산서 작성
- ④ 총회에서 위임 받은 사항
- ⑤ 정관에 의하여 그 권한에 속하는 사항
- ⑥ 기타 회장이 필요하다고 인정하는 사항

제24조(의결정족수) 이사회는 구성원 과반수의 출석으로 개최하고 출석인원 과반수로 의결하되 가부동수일 때에는 의장이 이를 결정하고 필요에 따라 서면으로 결의할 수 있다.

제 5장 재산 및 회계

제25조(재산 및 재정) 본 회의 재산과 재정은 다음 수입으로 충당한다.

- ① 사업수익금
- ② 찬조금, 기부금
- ③ 기타 수입금

제26조(회계연도) 본 회의 회계연도는 정부의 회계연도에 준한다.

제27조(예산의 편성) 회장은 사업연도 초에 사업계획서와 예산을 편성하여 이사회
의 의결을 거쳐 총회의 승인을 받아야 한다.

제28조(예산의 결산) 회장은 매 회계연도 종료 후 2개월 이내에 회계연도 말 현재
감사의 의견서를 첨부하여 사업보고서와 세입·세출결산서를 이사회 의결을 거
쳐 총회의 승인을 받아야 한다.

제29조(잉여금의 처분) 회계연도 말에 잉여금이 생긴 때에는 총회의 결의에 따라
그 전부 또는 일부를 재산으로 적립하거나 다음 회계연도에 이월시켜야 한다.

제 6장 지 회

제30조(설치) 본회는 제3조의 규정에 의하여 필요한 지역에 지회를 둘 수 있다.

제31조(운영) 각 지회는 본회의 정관에 준하여 운영한다.

제32조(지회장 선출) 각 지회는 지회장, 총무를 선출하고 선출 즉시 임원명단, 회
의록 및 취임 승낙서를 첨부하여 본회 대표에게 보고하고 인준을 받아야 한다.

제 7장 보 칙

제33조(감사) 본회의 감사는 정관 제14조 제5항의 규정에 따라 회의 업무 및 재무
에 관한 사항을 연 1회 이상 감사하여 총회에 보고해야 한다.

제34조(해산) 본 회의 해산은 이사회 의결을 거쳐 총회에서 회원의 3분의 2이상의 출석과 3분의 2이상의 찬성으로 의결하여 산림청장에게 신고하여야 한다.

제35조(청산 재산의 처리) 본 회의 청산 잔여재산은 산림청장이 지정하는 국가, 지방자치단체 또는 유사목적을 가진 다른 비영리 법인에 귀속한다.

제36조(정관의 개정)

- ① 정관의 개정은 재적회원의 과반 수 이상의 출석과 출석회원 3분의 2 이상의 찬성으로 의결한다.
- ② 전항의 정관개정은 주무부처의 승인을 받아야 한다.

부 칙 (1996. 8. 9)

- ① (시행일) 본 정관은 산림청장의 허가 날로 부터 효력을 발생한다.
- ② (경과조치) 허가당시 창립총회에서 선출된 임원은 본 정관에 의하여 선출된 것으로 본다.
- ③ 본 정관에 없는 사항은 법령 및 관례에 따른다.

부 칙 (1998. 4. 28)

- ① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (1999. 11. 13)

- ① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (2001. 3. 26)

- ① (시행일) 이 정관은 산림청장의 승인 날로부터 시행한다.

부 칙 (2005. 12. 6.)

- ① (효력발생) 이 정관은 산림청장의 허가를 받아 등기한 날로부터 그 효력을 발생한다.
- ② (준용) 이 정관에 규정되지 아니한 사항은 민법의 규정에 의한다.
- ③ (경과규정) 이 정관 개정당시 재임중인 임원의 임기는 2007년 2월 말일까지로 한다.

부 칙 (2009. 10. 1.)

- ① (효력발생) 이 정관은 산림청장의 허가를 받아 등기한 날로부터 그 효력을 발생한다.
- ② (준용) 이 정관에 규정되지 아니한 사항은 민법의 규정에 의한다.
- ③ (경과규정) 이 정관 개정당시 재임중인 임원의 임기는 잔여임기 까지로 한다.

부 칙 (2017. 8. 14.)

- ① (효력발생) 이 정관은 산림청장의 허가를 받아 등기한 날로부터 그 효력을 발생한다.
- ② (경과규정) 이 정관 개정 당시 명예회원은 일반회원으로 가입 된 것으로 본다.

부 칙 (2019. 3. 29.)

- ① (효력발생) 이 정관은 산림청장의 허가를 받아 등기한 날로부터 그 효력을 발생한다.
- ② (경과규정) 제13조 ①항에서의 상임임원 임기는 2018년 12월말 현재 근무중인 상임임원에 한하여 1년의 유예기간을 두어 만66세로 한다.

부 칙 (2024. 2. 27.)

- ① (효력발생) 이 정관은 산림청장의 허가를 받아 등기한 날로부터 그 효력을 발생한다.

(사)한국산지환경연구회 소개

설립목적

- 산림환경에 관련된 종합적인 조사·연구와 과학적인 산림자원 관리
- 산림정책 수립에 필요한 산림자원 통계생산 및 기본정보 제공으로 임업발전에 기여하며 사업을 통하여 취약계층에게 일자리를 제공하고 사회서비스를 확충하며 사회에 공헌함을 목적으로 함

주요활동

- 산림입지도양도(1:5000) 제작 사업
- 임상도(1:5000) 제작 및 현행화 구축 사업
- 소나무재선충병 예찰조사 사업
- 산림토양 이화학성 분석
- 양묘장 토양조사 및 관리방안 연구
- 임업관련기술 맞춤형 컨설팅 및 교육 서비스
- 산림경영계획(산림조사) 및 임목축적 조사·분석
- 산림수자원 유역시험지 토양조사 및 주제도 작성
- 산림토양 세분류 공동연구 및 연구시험지 토양조사
- 산지전용을 위한 산림 및 토양조사
- 임산물 재배적지 선정 연구 및 산양삼 생산적합성조사
- 산지재해 방지 및 환경영향 평가
- 산림생태환경조사·분석 및 평가
- 국내·외 임업기술 협력 및 정보교환

일반현황

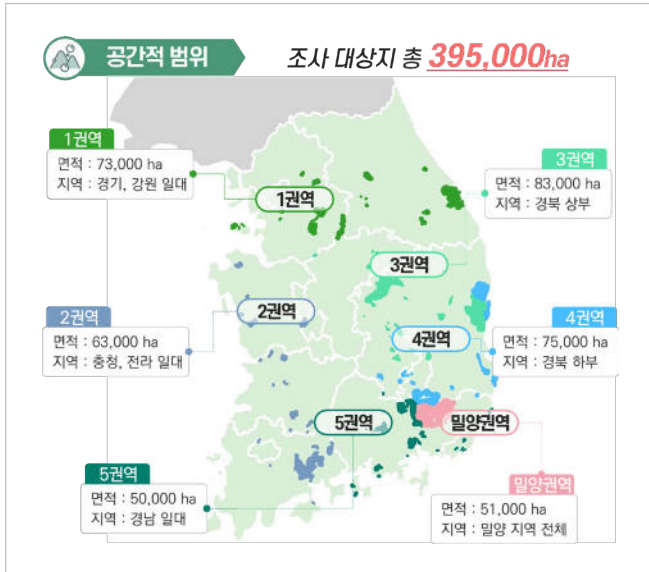
- **기관명** : (사)한국산지환경연구회
- **회장** : 조현국
- **연혁** - 1996. 8. 사단법인설립 산림청장 허가(115221-0001820)
 - 1996. 9. 임업서비스업 사업자등록(132-82-03732)
 - 2001. 3. 산림사업 법인등록(영림계획-산림청2001-5호)
 - 2011. 2. 소프트웨어사업자 신고(신고번호 B18-153360)
 - 2011. 3. 엔지니어링 활동주체 신고(신고번호 E-12-000210)
 - 2018. 7. 시험 검사 및 분석기관 등록
 - 2019. 3. 임업소득분야 전문교육기관 지정(산림청)
 - 2019. 8. 산림형 예비 사회적기업 지정(산림청)
 - 2019. 8. 초경량 비행장치 사용사업등록(서울지방항공청)
 - 2021. 2. 신사옥 이전(경기도 남양주시 별내동 지식산업센터)
 - 2021. 9. 농약 등의 약효·약해 시험연구기관 지정(농촌진흥청)
 - 2021. 12. 대한민국 산림환경대상(사단법인 산림환경포럼)
 - 2022. 9. 사회적기업 인증(고용노동부)
 - 2023. 10. 측량업(지도제작업)등록(국토지리정보원)
 - 2024. 7. 비료 시험연구기관 지정(농촌진흥청)
- **주소** : 경기도 남양주시 순화궁로 272, 동광비즈타워 715호
- **전화번호** : 031)572-1678,0063,0127
- **팩스** : 031)572-7387
- **홈페이지** : <http://www.ksfer.or.kr>
- **E-mail** : ipji7387@hanmail.net

주요 사업실적

소나무재선충병 무인항공기 예찰조사(영상분석)	'20~'24 : 230만ha
산림공간정보 조사구축 품질관리	'22, '24
임상도 정보변경 및 사전 조사	'22
AI기반 산림해충 방제지원 시스템 구축 사업	'22~'24
산림임지토양도(1:5,000) 제작	'08~'21 : 1,962천ha(5,118도엽)
임상도(1:5,000) 현행화 구축 사업	'14~'21 : 자연(4,489도엽), 인위(19,894도엽)
국·사유양묘장 토양조사	'06~'24 : 42지역 (국유 33, 사유 15)
임산물소비촉진사업 임산물재배 전문가과정 교육	'21~'24
소나무재선충병 무인예찰조사 사업 품질평가	'19 : 8.8만ha
산양삼 종자공급단지 조성사업	'17 : 중부권역(충주)
산양삼 생산적합성조사 시료채취 및 생산과정 확인	'14~'18 : 생산적합성조사(1,633건) 및 생산과정확인(3,491건)
산림수자원 유역시험지 정밀산림임지토양도 제작	'16~'19 : 13개 유역시험지
수원함양림 임분 및 토양환경 실태조사	'17~'18 : 309개소
산사태 발생 우려지의 토양 및 환경특성 조사	'21 : 1,028개소
2050 탄소중립 관련 하천변(강천섬) 숲 조성 자원량 용역	'21 : 24개소
우리나라의 주요 모암 및 해발고도별 산지적응이 강한 산양삼 품종 선발 (연구개발과제)	'21~'22
산림공간정보 구축 효율화 및 개선방안 마련(토양시료분석)	'18~'19 : 산도(pH) 16,000점, 토성 10,650점
소나무 재선충병 선단지 무인기 예찰조사	'18 : 경기·강원도
소나무재선충병 무인기 예찰조사 사업 감리 품질평가 용역	'19 : 전국 88,000ha
산림치유자원조사 용역	'19 ~ '20 : 10개소 27개 지점
산지훼손 1차 일제조사 통계 불일치지역 현행화	'19 : 충청북도 673도엽
생활권 수목 생육기반환경 평가를 위한 토양조사	'19 : 서울숲공원
산림임지조사(1:25,000) 및 임지도 제작	'96~'02 : 2,899천ha
산림임지구획(항공사진 판독)	'96~'02 : 1,116천ha
공원지역 토양조사(서울숲, 경남경마공원, 인천송도)	'09~'12 : 3지역
국유림 잡종재산 실태조사	'01~'02 : 2,877필지
국유림경영계획(산림조사)	'00~'13 : 299천ha
임상도(1:5000) 제작	'09~'12 : 1,051도엽
중국북경, 서부, 미얀마 중부지역 산림종합경영 시범사업 및 조림사업 PCM 용역	'00~'07 : 3지역
산림과학원 시험림(광릉, 제주) 토양조사 및 도면제작	'05~'07 : 2지역
DMZ지역 산림토양 및 산지이용실태조사	'05
녹색사업단 숲체험 교육사업	'14
광릉시험림 공간분포 및 산림토양 특성	'14
광릉시험림 정밀산림조사	'15
기타 연구 용역(산림 훼손지 실태 및 건강 모니터링 등)	'09~'12 : 16건

(사)한국산지환경연구회 주요활동

1. 2024년 소나무재선충병 무인항공기 예찰조사 (영상분석)



2. 지역별·수종별 소나무 재선충병 월별고사율 조사



3. 2024년 AI기반 산림해충 방제지원 시스템 구축



4. 2024년 산림공간정보 품질관리



5. 담양 제2일반산업단지 정밀 산림·토양조사 용역



6. 조림시험지 관리 및 조림목 생육특성 조사



7. 국유양묘장(용문, 팔랑) 토양조사 용역



8. 전국 단위 현지조사를 통한 간벌 및 수확벌채가 산림탄소 저장에 미치는 영향 규명



9. 소나무재선충병 특별방제구역 무인항공기 예찰조사



10. 인제군 제2의 자작나무숲 조성대상지 적합성조사 용역



11. 2024년 전문교육기관 예산지원 교육운영사업

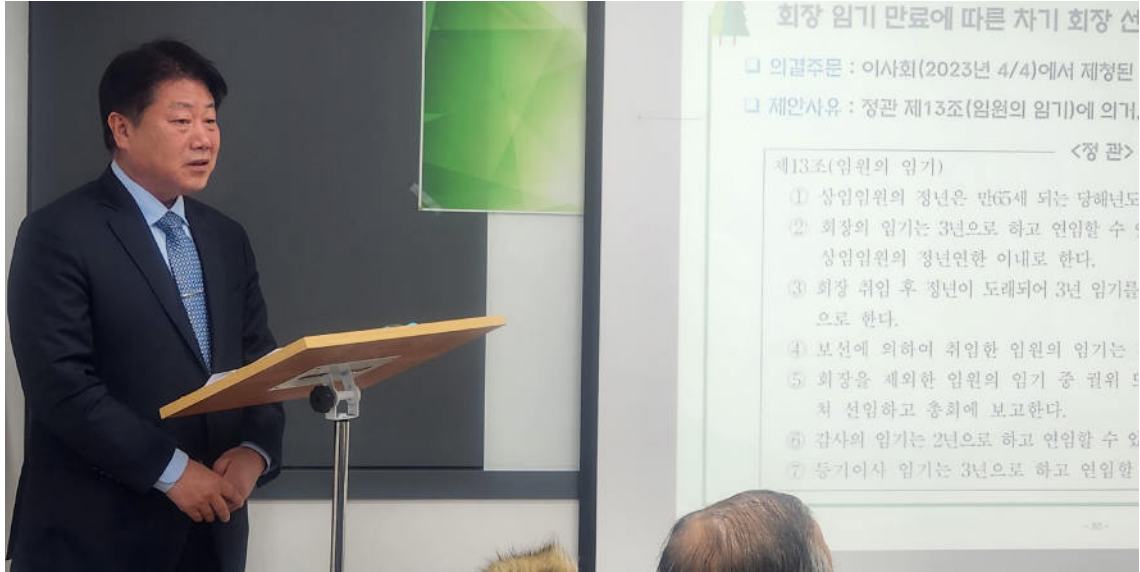


수상 및 대외행사

1. 제28차 정기총회



2. 신입 회장 취임



3. 직원 역량강화 세미나



4. 비료 시험연구기관 지정(농촌진흥청)



비료 제83호

시험연구기관 지정서

1. 시험연구기관의 명칭:	(사)한국산지환경연구회
2. 시험연구기관의 소재지:	경기도 남양주시 순화궁로 272번지, 715, 716, 718호
3. 대표자의 성명:	조현국
4. 시험 분야:	이화학적분석
5. 지정 유효기간:	2028년 5월 19일 까지

「비료관리법」 제4조의2제1항 및 같은 법 시행규칙 제4조의3제2항에 따라
비료 시험연구기관으로 지정합니다.

2024년 7월 16일

농 촌 진 흥 청 장



연도별 회지 목록

창간호 1998

창간사	김태옥
축 사	
산지환경 창간호 발간을 축하하며	이보식
격려사	
전문회지로 발전하기를 기원하며	이여하
산지환경지 창간을 축하하며	김사일
산림경영과 산지환경	
산지환경과 산지활용	류택규 / 9
특별기고	
산림청에서는 이런일을 하고 있다	산림청 공보실 / 16
논 단	
자연친화적 산지개발을 위한 생태학적 고찰	이창석 · 유영한 / 19
숲의 중요성	전영우 / 39
생물다양성과 산림 생태계	조현재 / 50
입지환경	
산림토양조사 약사	정진현 / 63
우리나라의 산림입지조사	안병영 / 76
제 언	
효과적인 산림입지조사 추진방향	김시민 / 104
산림종합 정보망 구축에 의한 우리의 미래상	이광섭 / 106
국내외 기술정보	
독일의 산림입지조사	배상원 / 108
미국의 토양 분류체계	박관수 / 119
국가지리정보 체계의 구축과 산림입지환경조사	마호섭 / 123
부 록	
정관, 회원명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 129

제 2호 1999

머리말

김태옥

논 단

산림기능평가와 산림관리	김현식 / 5
산림과 水 환경	손희만 / 13
산림토양분야연구의 발전과 전망	손요한 / 16
지역개발과 산림	안상남 / 24

특 집

1998산사태 발생특성과 21세기를 대비한 방재대책	최 경 / 31
물 순환과정 조절을 통한 친환경적 산원수자원증대방안	정용호 / 51

입지환경

바람직한 산지 구릉지 개발의 추진방향에 관한 소고	최영국 / 64
지구환경오염을 말한다(I)	이충화 / 84
산림생산력과 임지양분유효도 향상	김춘식 / 88
석회암지역의 임지관리	안병영·김정환 / 92

제 언

산지환경개선을 위한 산림경영방안	이병기 / 98
21세기를 향한 산지환경정책	김동수 / 100

국내외 기술 정보

뉴질랜드 토지이용의 지속가능성의 문제	구창덕 / 102
독일 헛센주의 산림입지조사	배상원 / 113

부 록

회원명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 124
---------------------	-------

제 3호 2000

머리말

김태옥

논 단

산지 관리제도(요약) 해설	전범권 / 5
풍요로운 새 천년을 위한 임업 설계	이원규 / 11
대기오염(산성비)에 의한 산림피해 현상과 대책	유정환 / 17
도시산림, 녹지의 중요성과 식생관리계획	조현재 / 26
토양 중 탄소축적에 대한 산림경영의 영향	박관수 / 32
기후변화와 산림내 탄소	김춘식 / 39

특 집

21세기 임업과학의 전망	심종섭 / 44
영월댐이 하류 수질환경에 미치는 영향	김범철 / 46

입지환경

생태미숲 조성관리(I)	구교상 / 54
송이 증산을 위한 입지환경	김재수 · 구창덕 / 60
자생식물을 이용한 임도비탈면 복원	박완근 / 65
지구환경오염을 말한다(II)	이충화 / 73

국내외 기술 정보

산림입지도의 활용	배상원 / 76
산사태 유형	최 경 / 81
수량 수질확보를 위한 수원함양보안림 확충 및 관리	정용호 / 94

부 록

정관, 회원 명단 및 임원 주소록	/ 108
--------------------	-------

제 4호 2001

머리말

김태옥

논 단

임업경영과 환경보전과의 관계해명	김사일 / 5
제3종 수원함양보안림 실태 및 대책	정용호 / 9
생태학을 응용하는 개념과 경관임업	구창덕 / 16
산림은 깨끗한 에너지의 보고	박순조 / 22

특 집

국토생태통합 네트워크의 구축과 관리방향	김선희 / 24
지속가능한 산림경영을 위한 활용 방안	정진현 / 39

입지환경

산불발생임지의 토양특성 변화	김춘식 / 47
폐탄광지 현황과 복구공법	최 경 / 56
지구환경 오염을 말한다(III)	이충화 / 81

국내외 기술 정보

일본의 환경친화적 계류사방	전근우 / 87
식물을 이용한 오염물질 정화	유정환 / 94
산림유역의 물 순환과 유역시험 결과	김정하 / 102
국내의 흰개미 분포 및 피해	강창호 / 116

제 언

임업계를 대변할 비정부기구(N.G.O)육성	박순조 / 121
-------------------------	-----------

부 록

정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 124
--------------------------	-------

제 5호 2002

머리말

류택규

논 단

- 21세기 국유림 관리 기본방향 김용하 / 5
- 지속가능한 생태를 향한 조림 구창덕 / 20
- 소나무재선충의 피해와 방제방안 신상철 / 26

특 집

- 일본에 있어서 수변지역 관리와 보전(I) 전근우 / 34
- 백록담 분화구의 수리 수문학적 특성 정용호 / 43
- 수변구역 산림의 수원함양 및 수질정화기능 증진을 위한 몇 가지 방안 박재현 / 51

입지환경

- 황사현상과 발원지의 황사방지 방법 이천용 / 92
- 중국의 방호림대와 모래막이 울타리의 사막화 방지기능 최 경 / 99
- 밤 재배지의 토양특성 변화 및 재배적지 구교상 / 113

기 술

- 산불의 대형화와 위험지역 구분 이시영 / 120
- 국립공원 자연자원조사 송인순 / 131
- 자연 친화적 산지기계류 복원기법(I) 김경하 / 138
- 묘포 토양의 특성 및 관리방안 변재경 · 정진현 / 153

제 언

- 광릉숲 보존에 관하여 김도경 / 174

부 록

- 정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지 / 178

제 6호 2003

머리말

류택규

특별기고

산지환경조사연구회에 바란다

조정무 / 5

전국토 완전녹화 기념관 건립을 촉구함

김사일 / 7

논 단

사유림 경영 활성화를 위한 대안

김의경 / 11

새로운 산림조사의 체계 및 방향

이승호 / 16

특 집

일본에 있어서 수변지역 관리와 보전(II)

전근우 / 33

계곡 및 야계에 설치되는 인공구조물의 순기능과 역기능에 관한 고찰

박재현 / 42

입지환경

임지 산성화의 생태적 의미와 회복을 위한 토양개량

이승우 / 61

전국 산림입지조사 및 수치산림입지도 구축 활용 방안

원형규 · 정진현 / 70

국내외 기술 정보

자연 친화적 산지계류 복원기법(II)

김경하 / 82

일본의 오존, 산성비 및 토양산성화에 대한 연구동향

이충화 / 95

중국 서부지역 사방조림 지원사업 현장 정밀조사

안병영 / 105

제 언

우리나라 국유림 경영관리에 대한 제언

최정기 / 123

북한의 식량사정과 사방조림을 통한 지원 필요성

이태수 / 127

부 록

정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지

/ 132

제 7호 2004

머리말

류택규

산림정책

2004년도 산림정책 방향

김남균 / 5

논 단

우리나라 수원함량 보안림제도에 대한 고찰

김사일 / 14

지구규모의 환경파괴와 토양

이원규 / 23

특 집

일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(III)

전근우 / 28

계곡 및 야계에 설치되는 인공구조물의 관리전략

박재현 / 35

입지환경

산림시업관리가 산림토양에 미치는 영향

김춘식 / 68

국내외 기술정보

뉴질랜드 라디아타소나무의 지속가능한 조림

구창덕 / 73

산림경관 보전을 위한 철강재 사방댐의 경관향상 기법개발

안병영 · 최경 · 오종환 · 홍한표 / 89

중국서부지역 사방조림 지원사업 추진방향

최 경 / 119

부 록

정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지 / 132

제 8호 2005

머리말

류택규

산림정책

숲다운 숲을 가꾸어 산림복지 국가를 이룩합시다

조연환 / 3

특별기고

백두대간 보호에 관한 법률의 허와 실

김사일 / 8

경기도 산지전용 현황과 관리대책

황인표 / 12

산불피해지 수토보전기능 실태 및 조기회복 방안

정용호 / 19

전국산림입지조사 성과와 수치산림입지도 구축

정진현 / 31

수치산림입지도의 효율적인 활용방안 제시

안병영 / 42

논 단

일본에 있어서 수변지역의 관리와 보전(IV)

전근우 / 44

중국의 산림피해 및 대기오염 실태

이충화 / 49

중국서부지역 사방조림 지원사업 추진현황과 성과(I)

최 경 · 안병영 / 54

북한의 산림황폐 실태 및 복구 전략

박재현 / 84

연구논문

산사태의 지질학적 원인

박 경 · 임주훈 · 이명보 / 102

산불로 인한 산림토양의 변화

이제한 / 114

해외정보

산림경영을 위한 입지와 임분형 구분

배상원 / 122

제 안

임도시설시 고려하여야 할 사항

윤하공 / 130

부 록

정관,회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지

/ 135

제 9호 2006

머리말	류택규
축 사	서승진
축 사	김성훈
산림정책	
우리나라 산림정책 현안과 과제	김사일 / 7
논 단	
수목을 이용한 환경 오염지 정화기술	이충화 / 14
조사연구	
2005년 중부지역 산림건강 모니터링 조사연구	오종환 / 18
동해광산 복구지역의 생태환경조사연구	최 경 외 / 31
비무장지대에 인접한 민통선지역의 유존군락 및 산림이용실태 조사연구	홍인표 / 47
광릉시험림의 천연림소나무 보존대책	안병영 외 3 / 62
산림경관 보전을 위한 철강재사방댐의 경관향상 기법개발	안병영 외 8 / 73
제주시시험림 서귀포 상호지역 산림입지환경 조사연구	안병영 외 3 / 83
조사용역사업	
전국산림입지조사	한국산지환경조사연구회 / 91
국유림 영림계획 산림조사	한국산지환경조사연구회 / 92
수도권 잡종재산 실태조사	한국산지환경조사연구회 / 94
전곡 선사유적지 토양조사	한국산지환경조사연구회 / 95
해외사업	
중국서부지역 사방조림 지원사업 추진현황과 성과	최 경 외 6 / 103
미얀마중부지역 산림녹화시범단지 조성사업	류택규 외 3 / 118
중국북경지구 산림종합경영 시범사업	최 경 외 2 / 131
부 록	
정관, 회원명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 138

제 10호 2007

머리말 김규현 / 3

특별기고

몽골사막지역에 녹화성공신화 다시 쓴다 윤영균 / 5

지구온난화 방지를 위한 지속가능한 바이오 에너지 개발 김사일 / 8

논 단

국유림경영과 산림경영인증 백을선 / 13

산림경영 인증의 이해와 과제 정세경 / 18

논 문

수변림의 효과적 이용방안 박재현 / 22

대기오염 및 산성비에 의한 산림생태계 변화 이충화 / 44

국유 묘포의 현황 및 토양조사 추진계획 변재경 / 50

조사연구

임진강유역 황폐지 복구방안에 대하여 김정하 외 4인 / 55

2006년 중부지역 산림건강모니터링 조사연구 오종환 외 10인 / 67

비무장지대 인접한 민통선지역의 야생식물 유존자원과 산지이용실태조사연구
홍인표 외 7인 / 87

기술정보

건강한 숲을 만들어가는 국유림 산림조사 장관웅 / 103

합리적인 산림경영을 위한 맞춤형 적지적수프로그램개발 원형규 / 116

세계측지계의 이해와 좌표변환 김철민 / 121

부 록

정관,회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지 / 130

제 11호 2008

머리말	김규현 / 3
제27대 하영제 산림청장 취임사	산림청 / 5
특별기고	
새 정부에 대한 임업계의 기대감	김사일 / 9
산림정책	
도시숲 정책 현황과 추진전략	김경목 / 15
논 단	
우리 임업 발전 방향설정에 대한 소고	박순조 / 31
21세기를 바라본 산림의 기능별 발전방안	이춘택 / 35
산림보전을 위한 산림환경 서비스 지불제의 도입	박경석 / 40
논 문	
탄소 흡수원으로서 산림의 역할	손영모 / 45
조사연구	
2007년 산림건강 모니터링 조사연구	안병영외 6명 / 52
중국북경지구 산림종합경영 시범사업 추진현황	최 경 · 이시영 / 64
기술정보	
국가 재해예방사업으로서의 산림유역관리	정용호 / 81
산불발생 억제를 위한 산불원인 감식 및 산불위험 정보활용	구교상 / 93
부 록	
정관, 회원 명단 및 임원 주소록, 주요일지	/ 104

제 12호 2009

머리말	김규현 / 3
제28대 정광수 산림청장 취임사	산림청 / 5
산림정책	
녹색성장과 산림의 역할	이창재 / 9
산림입지도의 의의 및 활용	황효태 / 12
논 단	
비정부 측면에서 본 산림청 등록단체 소고	박순조 / 16
녹색뉴딜 4대강 살리기 프로젝트와 산림분야 사업	이춘택 / 18
새만금 매립토 확보가 어렵다면 준설토를 활용해야	정용호 / 24
논 문	
과학적인 감식을 통한 산불원인을 밝힌다	구교상 / 32
서울숲 입지환경과 토양관리	안병영 외 5명 / 38
기술정보	
산림기본공간정보로서의 1:5,000 산림입지도	이승우 / 45
1:5,000 임상도 제작사업 소개	조현국 / 60
항공사진 DB구축 및 디지털 영상자료의 활용	류주형 / 67
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 71

제 13호 2010

머리말	김규현 / 3
산림정책	
청정녹색연료, 목재펠릿의 가치와 전망	진선희 / 5
논 단	
저탄소 녹색성장 과제	류택규 / 11
특 집	
해외산림자원 개발 현황 및 가능성	박종호 / 17
지구환경 보전과 목조건축	박문재 / 24
산림의 인간 건강증진 및 질병 치유효과	유리화 / 34
조사연구	
국립수목원 소관 광릉숲 산림조사	안병영 외 6명 / 43
기술정보	
21세기 녹색성장을 위한 산림과학 연구	정진현 / 52
토양조사	최 경 / 60
목재펠릿 현황과 전망	이수민 / 65
기후변화에 따른 수목병 발생동향	김경희 / 81
유비쿼터스와 산림	김경민 / 93
산림토양 산성화가 낙엽분해에 어떤 영향을 미치는가?	이충화 / 104
지속가능한 산림경영을 위한 합리적인 산림토양질 평가 체계	이승우 / 107
기행문	
미국 서부지역 여행에서 받은 인상과 소견	김사일 / 112
칼 럼	
중 심(中心), 중도(中道), 중용(中庸)	박순조 / 119
시	
밀림	박순조 / 42
안개꽃	김청광 / 111
체험수기	
산림입지도 제작사업 조사자로서 우리의 역할	조성철 / 122
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 125
연도별 회지 발간 목록	/ 136

제 14호 2011

머리말	안병영 / 3
산림청장 취임사	이돈구 / 5
논 단	
산림경영을 위한 축적1/5,000 산림입지도	류택규 / 10
산림의 건강 활력도 진단 평가	김석권 / 15
특 집	
산림조사 사업의 품질관리 현황과 과제	신만용 / 18
국가공간정보통합체계구축사업	김경호 / 28
산림자원조사 40년에 즈음하여	김성호 / 39
새로운 임업창출을 위한 일본의 산림정보사 자격제도	정진현 / 50
기술정보(해외)	
일본의 산지계류내 거석의 입경조사법(토석의 최대입경에 관한 타당성 검증)	전근우 / 56
중국의 봄철 황사 발생 특징(2000년~2008년)	박기형 / 63
기술정보(국내)	
항공사진 영상자료의 인터넷 검색 웹서비스 실시	류주형 / 82
산불피해지의 토사재해 대비 사방댐 설치	이창우 외 2인 / 87
산림유역 개발로 인한 부유 토사 유출이 습원환경에 미치는 영향 (일본쿠시로 습원의 연구사례)	이충화 / 92
우리나라 산림식생의 대립종군에 의한 군락유형 분류	윤충원 / 96
새로운 소득자원 꽃송이 버섯	박 현 / 104
녹색성장과 그린홈 목조주택 혼그린	박문재 / 111
소나무류 주요 병해의 진단 및 방제 I	김경희 / 118
기후변화와 산림생태계	박용목 / 126
암석 풍화에 따른 토양 발달	최 경 / 134
시	
동화	김문익 / 151
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 152

제 15호 2012

머리말	안병영 / 3
산림정책	
산림청의 산림공간정보 정책 소개	김성택 / 5
논 단	
국토녹화와 임업발전에 기여한 공적(향산 현신규 박사)	김사일 / 12
미래지향적 산림생산기술분야의 전망	김석권 / 18
특 집	
우면산 산사태 발생 원인과 대책	최 경 / 22
평창 동계올림픽 사이언스 오벌을 목조건축물로	박문재 / 48
기술정보	
산림청 활용 프로그램 소개	김찬희 / 56
도시산록 그린벨트지역의 정비공사에 관한 소고(小考)	전근우 / 64
식생(식물군락) 조사방법	유영한 / 72
산림육 피톤치드의 효능 및 활용	이성숙 / 84
소나무류 주요 병해의 진단 및 방제 II	김경희 / 93
소나무류 주요해충의 생태 및 방제	고상현 / 99
	최 경 / 134
시	
두물머리 연가	김청광 / 104
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 105

제 16호 2013

머리말	안병영 / 3
산림청장 취임식	신원섭 / 5
산림정책	
산림정책 여건 변화와 제5차 산림기본계획 변경	박은식 / 11
특 집	
생물다양성과 산림유전자원보호구역 관리	배관호 / 20
기후변화와 목재 이용	최돈하 / 28
생물 분포 정보는 우리나라 생물자원을 지키고 활용하기 위한 필수자료	양종철 · 이유미 / 36
조사·연구	
산림입지도양도(1:5,000)DB자료를 이용한 지역별 주요 산림입지 및 토양환경 분포특성	원형규 / 38
숲 치유센터의 주변시설 조성 연구	이현규 · 박홍수 · 김완석 / 47
산림 내 사찰문화재의 산불피해 특성 분석	이시영 / 65
경상남도 함양군 산양삼재배지 입지환경 특성	김춘식 / 75
기술정보(해외)	
일본의 환경보전 사방사업(1) - 고향사방사업을 중심으로	전근우 / 89
일본의 환경보전 사방사업(2) -safety, Community 모델사업을 중심으로-	서정일 · 전근우 / 99
해외의 Community Forest - 인도네시아를 중심으로-	박관수 / 111
기술정보(국내)	
산림토양 모놀리스의 의의와 작성법 기초	이명종 / 115
독일과 한국의 산림입지조사 방법 비교	배상원 / 121
간벌재를 이용한 생태하천 조성	이동흡 / 128
숲속의 식용버섯	가강현 / 135
산림문화	
파도 속으로 묻고 싶은 것들(시)	권순성 / 147
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 148

제 17호 2014

발간사	안병영 / 3
산지환경 발간 17주년 축하메세지	윤영균 / 5
산림정책	
ICT 기반의 국유림통합관리체계 기반 완성	김찬희 / 7
지속가능한 수자원 확보를 위한 사립유역관리 정책	최형태 / 21
특별기고	
아시아 최고 수목원! 백두대간 수목원 소개	황효태 / 30
논 단	
산사태와 토석류를 알면 피할 수 있다	김경하 / 37
지구촌 물 전쟁, 숲에서 해답을 찾자!	김수진 / 46
기술정보(해외)	
일본의 환경보전사방사업(3) -물과 숲이 울창한 계류사방사업 -	전근우 · 김석우 / 53
일본의 환경보전사방사업(4) - 사방랜드스페이스창출사업 및 사방학습구역모델사업-	서정일 · 전근우 / 62
주요 국가별 토양분류체계 특성	김용석 · 구남인 / 72
미국의 토양분류 체계와 토양 특성	최 경 / 82
기술정보(국내)	
개인 산주 맞춤형 서비스 「산림정보 다드림(林)」 시스템	이승우 / 99
동해안 산불피해지 경관조립	임주훈 / 107
대축척 산림입지도양도(1:5,000) 제작 및 산림공간정보 서비스 고도화사업	원형규 · 김용민 · 손민호 / 115
조사·연구	
사유 양묘장 토양환경 및 관리 방안 - 강릉시 사천면 미노리 -	안병영 · 최인규 / 128
제 언	
소외계층을 위한 나눔 숲 조성과 체험교육 지원 -2015년 녹색자금 공모사업 안내 -	고연섭 / 136
꽃내기 회원의 단상, 한국임우회의 어제와 오늘	박승수 / 138
산림문화	
야호!	박재현 / 141
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	

제 18호 2015

머리말	안병영 / 7
「산지환경」 발간 18주년 축하 메세지	남성현 / 9
특별기고	
북한의 심각한 황폐지 복구 전략에 대한 소고	박재현 / 11
상수원 보호를 위한 세계 주요도시의 산림관리 현황	최형태 / 20
변화하는 환경과 광릉 숲 생물다양성 보전	조용찬 / 31
논 단	
우리나라의 숲과 군락 유형	윤충원 / 48
산림복지 서비스사업의 맞춤형 숲 체험교육	원형규 · 안병영 · 김용민 / 56
기후변화 적응, 위험성 관리를 염두에 둔 산림관리	임종환 / 70
우리나라의 산림건강성 모니터링 현황	성주한 / 74
산림토양과 식생을 연계한 산림입지토양도 제작 필요성	임주훈 · 김용석 / 78
기술정보(일본)	
일본 북해도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성 사업(1)	김석우 · 전근우 / 85
일본 북해도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성 사업(2)	전근우 · 서정일 / 95
기술정보(국내)	
소나무 천연림 관리방안	이경재 / 110
산양삼 재배를 위한 입지토양 정보 활용	이승우 / 121
산양삼 재배지의 산림토양형별 토양이화학 특성	김춘식 / 136
암석의 분류와 풍화산물에 대한 고찰	최 경 / 145
조사 · 연구	
산지은행 제도의 도입방안 연구결과 소개	김종호 / 167
광릉 숲 시험림의 토양속성 및 공간분포 특성	원형규 · 김정환 · 김용민 / 172
낙엽송 노지양묘 활성화를 위한 토양관	안병영 · 최인규 / 185
임산물가격정보 서비스 소개	서수안 / 193
산림문학	
질경이	김청광 / 195
부 록	
정관, 회원명단 및 임 원주소록, 주요일지	/ 196

제 19호 2016

발간사	안병영 / 13
격려사/축하메시지	류광수 · 남성현 · 김남균 / 14
산림정책	
산림공간정보 기반의 산림재해 · 생태 통합관리체계 구축	김찬희 / 17
특별기고	
산지토사재해 연구동향	이창우 / 27
남북 산림자원조사 협력의 필요성과 향후 과제	박경석 / 33
한국의 땅밀림 산사태의 실태와 관리	박재현 / 40
국민행복 실현을 위한 산림복지 - 「산림복지 진흥에 관한 법률」 시행 원년, 현황과 과제	유리화 / 51
기술정보(일본)	
일본 홋카이도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(3)	
-계류정비의 기본방침과 유의사항	전근우 · 김석우 / 57
일본 홋카이도에 있어서 어류가 서식할 수 있는 계류조성사업(4)	
-각 생활환경의 개요, 배려사항 및 정비사례	서정일 · 전근우 / 69
기술정보(국외)	
인도네시아 열대우림에서 희망을 십다	정양수 / 84
기술정보(국내)	
지반침하(地盤沈下)	최 경 / 90
전남 · 경남지역의 주요 산림입지환경 및 산림토양분포 특성	원형규 · 이상수 / 103
1:5,000 임상도 구축 Process 소개	심우범 · 최인규 / 108
사시나무로부터 살리신을 포함한 페놀성 화합물의 대사체 분석	박성범 · 천주현 · 한정연 · 김중윤 · 최용의 / 114
인삼 PgDDS와 CYP716A47가 도입된 담배 형질전환체에서 인삼 사포닌 전구체인 dammarenediol-II 및 protopanaxdiol 생산	박성범 · 천주현 · 한정연 · 김중윤 · 최용의 / 119
조사 · 연구	
2015 산양삼 생산적합성 조사 시료채취 및 생산과정 확인	안병영 · 원현기 · 김준섭 · 김용민 · 이종민 / 122
노지양묘 활성화를 위한 토양관리 - 정선 · 연곡 국유양묘장	안병영 · 최인규 / 130
광릉시험림 연구시험지 관리를 위한 정밀산림자원 조사	심우범 · 최인규 / 137
산림문학	
숲의 영웅(시)	박재현 / 144
부 록	
정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 145

제 20호 2017

발간사	변재경 / 11
취임사	김재현 / 13
취임사	이창재 / 17
격려사	김남균 / 20

기술정보(국외)

일본의 산촌정책과 6차 산업에 의한 산촌진흥의 북해도 사례	안기완 / 22
인도네시아 산림과 탄소배출권	김성환 / 36

기술정보(국내)

사방시설의 환경대응에 관한 소고(小考)	전근우 · 서정일 / 43
땅밀림 산사태지에 대한 예견 및 대응	박재현 / 53
지진이 산지토사재해에 미치는 영향	김석우 · 전근우 / 68
새로운 땅, 간척지 숲 만들기	권진오 · 임주훈 / 78
산림경영계획 수립을 위한 표준지 조사방법	원현규 / 85
임지생산력을 판단하는 척도, 지위지수의 활용	손영모 / 90
산림토양 층위 발달과 유기물 분해	임주훈 / 96
국내 주요 주제도 특징 및 FGIS의 발전방향	최인규 / 102
산림 GIS투영법과 주요 좌표계	도미령 / 111
국내 산양삼과 삼척 장뇌삼 현황 분석	김용민 · 이종민 · 박성범 / 119

조사·연구

양평 산림수자원 구역의 임분별 산림토양특성 및 하층식생	원형규 · 김문겸 / 131
산양삼 종자공급단지 조성사업(중부권역)	변재경 · 김용민 / 149
인삼 CYP716A53y2 유전자의 과발현과 발현 억제를 통한 ginsenoside 조성조절	박성범 · 천주현 · 반용욱 · 한정연 · 최용의 / 154

기행문

한탄강 구역의 산림입지환경 및 산림토양단면 특성	이종명 / 161
가자! 가야로	지성구 / 168

소 개

(주)신일사이언스 양묘용기공장 소개	최종우 / 175
---------------------	-----------

산림문학(시)

너에게 전화를 걸고 싶을때가 있다(시)	박재현 / 181
-----------------------	-----------

부 록

정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지

제 21호 2018

발간사	변재경 / 11
격려사	구길본 / 13

기술정보(국내)

위성영상을 이용한 임진강 유역의 산림황폐지 분석	김경하 · 조현국 / 15
수원함양보호구역 지정 제도 개선을 위한 제언	최형태 / 36
도서산림 현황과 관리방안 소고(小考).	전현선 / 58
한반도 생태계연결을 위한 남북 산림협력방안	오정수 / 64
성공적인 남북산림협력을 위한 제언	김석권 / 91
땅밀림에 대해서 알아보겠습니다	박재현 / 96
한국의 땅밀림지와 지질	최 경 / 108
산양삼 재배적지 토양환경 특성	변재경 · 김용민 · 박성범 / 118
심적산림습원의 강우유출에 따른 소형목재사방댐의 토사유출 억제효과	제갈상규 / 127

기술정보(국외)

일본의 땅밀림방지공사에 있어서 계획의 책정	전근우 · 서정일 / 138
일본의 땅밀림방지사업을 위한 실태조사와 기구조사	김석우 · 전근우 / 148

조사·연구

진주·안동 산림수자원 유역시험지의 산림입지환경 및 토양단면특성	원형규 · 김정환 · 김문겸 / 166
낙엽송 생육환경에 따른 생장변화 연구	최인규 · 정양수 / 182
산양삼 재배지에서 입지 및 토양환경과 생장간의 상관관계 분석	변재경 · 김용민 · 박성범 / 191

부 록

정관, 회원명단 및 임원주소록, 주요일지	/ 196
------------------------	-------

제 22호 2019

발간사	변재경 / 11
신년사	김재현 / 13
격려사	구길본 / 17
취임사	전범권 / 19

남북 공유하천인 임진강의 수해방지를 위한 산림복구계획 수립	김경하 / 23
미국 북서부 워싱턴 주의 산림유역 계안관리기법	최형태 / 52
무인기(드론)의 산림분야 활용방안	우충식 / 73
생활권 수목 생육기반으로서의 토양 관리 정책 동향 - 국내 사례 -	김용석 / 84
계류복원사업을 위한 환경조사(I) - 식물조사를 중심으로 -	김석우 · 전근우 / 93
계류복원사업을 위한 환경조사(II) - 동 · 식물플랑크톤조사를 중심으로 -	서정일 · 전근우 / 102
경제림 육성의 과학적 접근을 위한 장기 모니터링의 필요성	이대성 · 최정기 / 111
산림 빅데이터 플랫폼 및 네트워크 구축	조현국 / 118
암반사면과 지질 위험성	최 경 / 128
시설-노지 연계양묘를 활용한 일본잎갈나무 묘목의 생산효과 시험	정양수 / 145
GIS를 이용한 산림분포와 미세먼지 상관성에 관한 연구	최인규 / 153

부 록

정관 및 주요일지	/ 161
-----------	-------

제 23호 2020

발간사	변재경 / 13
신년사	박종호 / 15
신년사	전범권 / 20
신년사	구길본 / 22

산림토양분류와 Soil Taxonomy 및 World Reference Base for

Soil Resources 분류 연계방안 김춘식 / 24

산림토양탄소모델 김형섭 · 손요환 / 37

세계 혼농임업의 동향과 북한의 임농복합경영 김정하 / 45

생활권 도시숲 토양 관리 지침서 국외 사례 박관수 / 54

땅밀림이 발생하기 용이한 지역에 대한 공부 I 박재현 / 74

독일 바덴 부르템베르크주 산림발달형에 따른 산림사업 배상원 / 87

드론을 활용한 소나무재선충병 관리 선주남 / 98

소나무재선충병의 발생 현황과 주요 방제정책 이승규 / 106

계류복원사업을 위한 환경조사(3) - 저생생물조사를 중심으로 - 전근우 · 김석우 / 117

계류복원사업을 위한 환경조사(4) - 어류조사를 중심으로 - 서정일 · 전근우 / 125

산림용 스마트 양묘 시스템 조민석 / 137

내 산에 어떤 나무를? - 맞춤형 조립지도 활용하기 - 조현국 / 148

수원함양 증진 및 산림유역관리를 위한 산림물지도 제작 및 활용 최형태 / 159

부록

정관 및 주요일지 / 171

제 24호 2021

발간사	변재경 / 10
신년사	박종호 / 12
취임사	박 현 / 14
취임사	이강오 / 16
코로나19와 생태계서비스의 가치	김경하 / 18
국가별 토양분류 현황과 Soil Taxonomy 및 WRB와의 연계성	김춘식 / 29
드론 영상의 품질관리 기준	선주남 / 46
산림일자리, 산촌 지역불균형 바로잡는 무게추	이승우 / 64
산불피해지 산사태 우려지역 긴급진단 및 토사유출 안정화 방안 소개	이광연 · 이진호 / 69
대형산불 피해지의 토사유출 특성 및 과학적 위험성 평가방안	서준표 / 80
고부가 산양삼의 친환경 산지재배로 보물산 만들기	전권석 / 85
계류복원사업을 위한 환경조사(5) - 육상곤충류조사를 중심으로 -	전근우 · 김석우 / 97
계류복원사업을 위한 환경조사(6) - 양서류 · 파충류 · 포유류조사를 중심으로 -	서정일 · 전근우 / 117
산림용 묘목 저온저장 기술	조민석 / 140
산림빅데이터 플랫폼 성과와 향후 발전방안	조현국 / 147
스마트 기술 기반 산림물지도 구축으로 2050 탄소중립 실현 앞당겨야	최형태 / 159
2050 탄소중립과 산림부문의 기여	한 희 / 166
소나무재선충병 영상분석을 위한 재선충병 감염목 발생 위치의 공간정보 분석	박성범 / 170
심토반전에 따른 묘포토양의 물리화학적 변화와 묘목생장 효과	제갈상규 / 179
부 록	
정관 및 주요일지	/ 187

제 25호 2022

발간사	변재경 / 14
신년사	최병암 / 16
신년사	박 현 / 20
신년사	이강오 / 22
산림입지토양도의 활용성에 대한 소고	김춘식 / 26
계류복원사업을 위한 환경조사(7) - 조류조사를 중심으로 -	서정일 · 전근우 / 29
계류복원사업을 위한 환경조사(8) - 서식지조사를 중심으로 -	전근우 · 김석우 / 62
산림물지도를 이용한 산사태 위험지 판정 고도화	최형태 / 74
2050 탄소중립 달성을 위한 산림경영의 도전 과제	한 희 / 86
산림용 온실 냉방시스템	조민석 · 한승현 / 94
산림유역의 토사유출량 산정을 위한 USLE 모델 적용성 검토	이광연 · 이진호 / 103
새로운 수목진료제도의 현황과 과제	이승규 / 114
대축척·소축척 산림입지토양도 제작 의의	정진현 / 129
4대강 유역의 신규 수변림 조성 적지 분석을 통한 2050 탄소중립 기반마련 연구	최인규 · 정양수 / 139
서식지 적합 지수와 네트워크를 통한 도시 생태계 분석	김기남 / 146

부록

정관 및 주요일지	/ 157
-----------	-------

제 26호 2023

발간사	변재경 / 14
신년사	남성현 / 16
취임사	배재수 / 22
신년사	이강오 / 26

계류복원사업을 위한 환경조사(9) -경관조사	서정일 · 전근우 / 30
계류복원사업을 위한 환경조사(10) -계류이용실태조사	전근우 · 김석우 / 43
환경을 살리는 방재	김석우 · 전근우 / 50
산림입지토양 기반 조림목 초기 생육 예측 연구	노남진 · 한승현 / 59
기후위기 적응을 위한 숲의 홍수와 가뭄 완화기능에 대하여	김경하 / 68
산지계류 건천화 실태 및 영향 요인	최형태 / 81
산림유역에서 산불이 계류수질에 미치는 영향	남수연 / 96
도시 국가산림자원조사	전재홍 / 106
산림빅데이터를 활용한 산림의 가치전환과 미래 산림비즈니스	전성기 / 113
소나무류 피목가지마름병 발생의 내생균적 특성	이승규 / 127
산지 태양광 발전시설 점검 체계 개발	이광연 / 142
AI를 이용한 소나무재선충병 예찰기술 개발	문일성 / 149
산림토양 모암 및 표고에 따른 산양삼 생존율 변화	변재경 / 156
산지적응성이 강한 산양삼 품종 선발에 관한 연구	박성범 / 162

부 록

정관 및 주요일지	/ 168
-----------	-------

제 27호 2024

발간사	변재경 / 14
신년사	남성현 / 16
취임사	배재수 / 22
신년사	이강오 / 25

산지계류에 있어서 유목방지대책으로서의 계반림 정비(1)	전근우 김석우 / 28
산지계류에 있어서 유목방지대책으로서의 계반림 정비(2)	전근우 서정일 / 41
산지수변림의 구조와 갱신동태	김석우 / 50
기후위기 시대에 산림생태복원의 중요성	김경하 / 58
탄소중립 및 기후변화 적응을 이루어내기 위한 생태적 전략	이창석 / 75
기후위기 시대, 산지재해 통합관리를 위한 돌발홍수 대응	최형태 / 87
소나무재선충병 방제 총력 대응으로 피해감소 추세로의 전환 발판 마련!	유석봉 / 102
소나무재선충병 관리기술의 스마트한 발전과 적용	황진형 / 108
산림생태복원사업 시공단계와 토양복원의 중요성	임주훈 / 117
생활권 수목 해충 발생동향	문일성 / 127
소나무재선충병 감염의심목의 영상분석 방안	최인규 / 141
AI기술을 활용한 소나무재선충병 예찰조사 시스템 구축과 발전방안	박성범 / 152
인공위성 영상을 활용한 산림변화 모니터링	정양수 / 160

부록

정관 및 주요일지	/ 169
-----------	-------

산지환경 제28호

2025년 2월 인쇄
2025년 2월 발행

발 행 인 : 조현국
편집위원 : 김정환, 박성범

발행처 : (사)한국산지환경연구회
경기도 남양주시 순화궁로 272, 동광비즈타워 715호
TEL : 031-572-1678
FAX : 031-572-7387
E-mail : ipji7387@hanmail.net
홈페이지 : <http://www.ksfer.or.kr>



건강한 숲 토양과 산림환경보전을 위한
맞춤형 산림토양진단은
한국산지환경연구회가 책임집니다.



(사)한국산지환경연구회

주 소 : 경기도 남양주시 순화공로 272, 동광비즈타워 715호
전 화 : (031) 572-1678 FAX : (031) 572-7387

E-mail : ipji7387@hanmail.net
홈페이지 : <http://www.ksfer.or.kr>