

탄소흡수원 ‘이끼’, 충남의 클러스터 기반 현황분석

사공정희

충남연구원 공간환경연구실 책임연구원
sun-road@cni.re.kr

홍 원 표

충남연구원 산업경제연구실 연구위원
wonpio@cni.re.kr

이 민 정

충남연구원 산업경제연구실 연구위원
minjoung1006@cni.re.kr

탄소흡수원으로서의 이끼를 재조명하고, 충남의 이끼 수요 발생 여건, 이끼 연구 및 산업화를 위한 기반 여건 등을 파악하여 일명, ‘국내 최대 이끼클러스터’가 왜 충남에 적합한지에 대한 근거를 마련하는 데 목적이 있음

CONTENTS

1. 연구 배경 및 목적
2. 충남의 이끼 수요 발생 기반 현황
3. 충남의 이끼 산업·연구 기반 현황
4. 충남의 이끼숲 조성 기반 현황
5. 결론 : 이끼클러스터, 왜 충남인가?

요약

- 이끼는 자체적인 탄소흡수기능도 높으며, 토양개선 및 공기정화를 통해 주변 식물의 성장뿐 아니라 초기 식물 도입에 유리한 환경을 제공함으로써 식물 탄소흡수원 유지 및 확대에 기여하는 것으로 판단됨
- 또한, 충남의 이끼 수요발생 여건과 산업 및 연구 기반 등의 현황을 파악하여 향후 정부 지원요청에 필요한 ‘왜 충남인가?’에 대한 근거를 마련하고자 하였음
- 충남의 기반 여건을 파악한 결과, 이끼 도입이 필요한 수요 발생지로는 간척지, 채광지, 축사, 영농시설도입지 등 다양한 수요발생 여건을 가지고 있었음
- 이끼산업과 전후방연계산업군의 시각에서 보면, 충남의 잠재적 이끼산업군은 전국 3위 수준이며, 인구당 조사자수로는 전국 1위로 산업 잠재력이 있음
- 따라서 수도권에 인접한 지리적 특성을 고려하여 대도시 시장을 목표로 하는 이끼 활용 분야 및 관련 기술을 적극 육성할 필요가 있음
- 또한, 장기적으로는 지역 특성을 고려하여 염습지, 채석장, 절개지 등의 생태복원을 위한 품종 개발, 착근 기술 등에 주력하거나 축사 등의 환경오염 저감 관련 품종 개발이나 착근 기술 등을 집중적으로 추진할 필요가 있음

01

연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

1) 탄소흡수원 감소 추세

① 산림 감소

- 산림임업통계(산림청, 2024)에 따르면, 충남 산림면적은 2020년 기준 404,097.0ha로서 충남 전체면적의 49.0%에 해당하여 전국 대비 매우 낮은 수치라 할 수 있음
 - 우리나라 산림면적은 2020년 기준 6,298,134.0ha로서 전 국토 대비 62.7%에 해당함
- 국립산림과학원(2023)은 2020년 기준 산림의 공익적 가치를 259조 원으로 제시하였으며, 이 중 온실가스 흡수·저장 기능이 97.6조 원(37.8%)으로 가장 높게 나타났음
 - 산림경관제공기능 31.8조 원(12.3%), 산림휴양기능 28.4조 원(11.0%), 토사유출방지기능 26.1조 원(10.1%), 산림정수기능 15.2조 원(5.9%), 수원함양기능 12.1조 원(4.7%), 산소생산기능 11.6조 원(4.5%), 생물다양성보전기능 11.6조 원(4.5%) 등의 순으로 제시하였음¹⁾
- 이러한 산림은 지난 6년간²⁾ 전국적으로 41,289ha가 감소, 매년 평균 0.1%씩 총 0.7%의 감소율을 보이는 것으로 나타났음
- 충남의 산림은 더욱 심각하여 지난 6년간³⁾ 9,143ha 감소, 총 2.2%의 감소율을 보였으며, 이는 전국 산림면적 감소율(0.7%)에 비해 현저히 높은 수준이라 할 수 있음

1) 출처 : 한국건설신문, <http://www.conslove.co.kr>

2) 전국산림면적 : 2014년 6,339,423ha, 2020년 6,298,134ha → 41,289ha 감소

3) 충남산림면적 : 2014년 413,240ha(전국 산림의 6.5%), 2020년 404,097ha(전국 산림의 6.4%) → 9,143ha 감소

② 염습지 감소

- 한국의 갯벌은 주로 하구와 해침에 의해 형성된 만입지에 대규모로 발달하였으며, 특히 거대한 내만의 형태를 띠고 있는 서해안 갯벌의 발달이 탁월함
 - 충남의 서천갯벌은 2008년 국내 습지보호지역으로 지정, 2009년 세계 람사르습지로 등록, 2021년 유네스코 세계자연유산 등재되었음
- 그러나 지난 40여 년 동안의 간척사업으로 1987년 3,204km²의 갯벌이 2018년 2,482km²로 감소하였으며, 특히 염습지는 대부분 사라져 국내 갯벌의 1.4% 수준만 남아 있음⁴⁾
 - 염습지란 바닷물이 드나들어 염분변화가 크고, 염생식물이 발달한 상부 조간대 갯벌임
 - 조선총독부지형도(1:50,000)에 따르면, 충남 해안선 길이는(일부 도서 제외) 2,036.8km로 2015년 760.1km에 비해 약 1,250km가 길었고, 충남 내륙 깊이 발달한 만입지에는 넓은 갯벌과 염습지가 발달해 있었음⁵⁾
- 한편, IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체)는 맹그로브, 잘피림, 염습지가 흡수·저장하는 탄소만을 블루카본(해양생태계가 흡수하는 탄소)으로 인정하고 있음
 - 해양환경공단·한국해양과학기술원 등 10개 기관의 '블루카본' 연구 결과(2021), 염습지의 탄소흡수량이 갯벌보다 최소 1.7배에서 최대 4.7배 많고⁶⁾, 탄소흡수속도는 육상생태계보다 최대 50배 이상 빠름⁷⁾

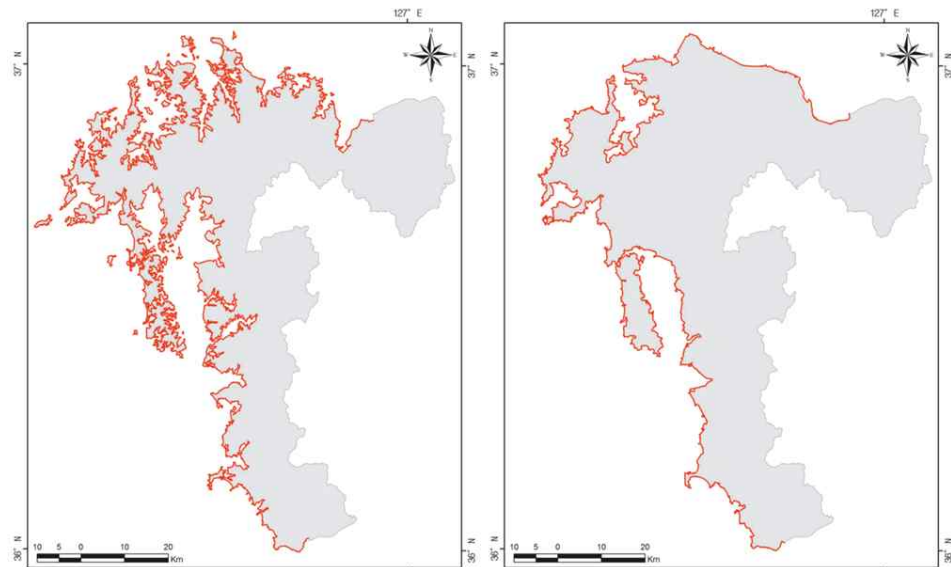


그림 1. 1917년 충남지역 해안선(좌) 및 2015년 충남지역 해안선(우)
출처 : 장동호, 이상진(2016) 충남 폐염전·폐양어장생태복원과 활용방안, 충남연구원.

4)6) 경향신문(2021.04.20.) 탄소 흡수능력 뛰어난 염습지...‘조림 경제효과’ 일반 땅의 5배.
(<https://www.khan.co.kr/environment/environment-general/article/202104200600005>)

5) 장동호, 이상진(2016) 충남 폐염전·폐양어장생태복원과 활용방안, 충남연구원.

7) 한국해양수산개발원(2023) [海 이야기] 염습지·해초지 복원의 놀라운 힘! '블루카본'과 돌아온 국내 해양 생물들.

③ 초지 감소

- 미래 기후변화 속에서 육상생태계 내 주요 탄소저장소로 초지의 중요성이 증가하고 있음
 - 초지 내 탄소 저장량은 육상탄소저장량의 최대 34%를 차지하는 것으로 추정되며, 그 중 90%는 지하부의 뿌리 생물량과 토양유기탄소(soil organic carbon; SOC)로 구성됨⁸⁾
 - 전 세계에서 진행되고 있는 토지개발로 인한 초지 면적의 감소는 결과적으로 육상생태계 내 토양유기물 탄소 저장량 감소로 이어지고 있음⁹⁾
 - 특히, 가뭄과 자연화재 발생빈도가 증가하는 가운데 초지생태계는 가뭄에 대한 저항성이 강하며, 불 적응성이 높다는 특징이 있어 기후변화에서 초지의 탄소저장기능의 중요도가 높아질 것으로 예상됨¹⁰⁾

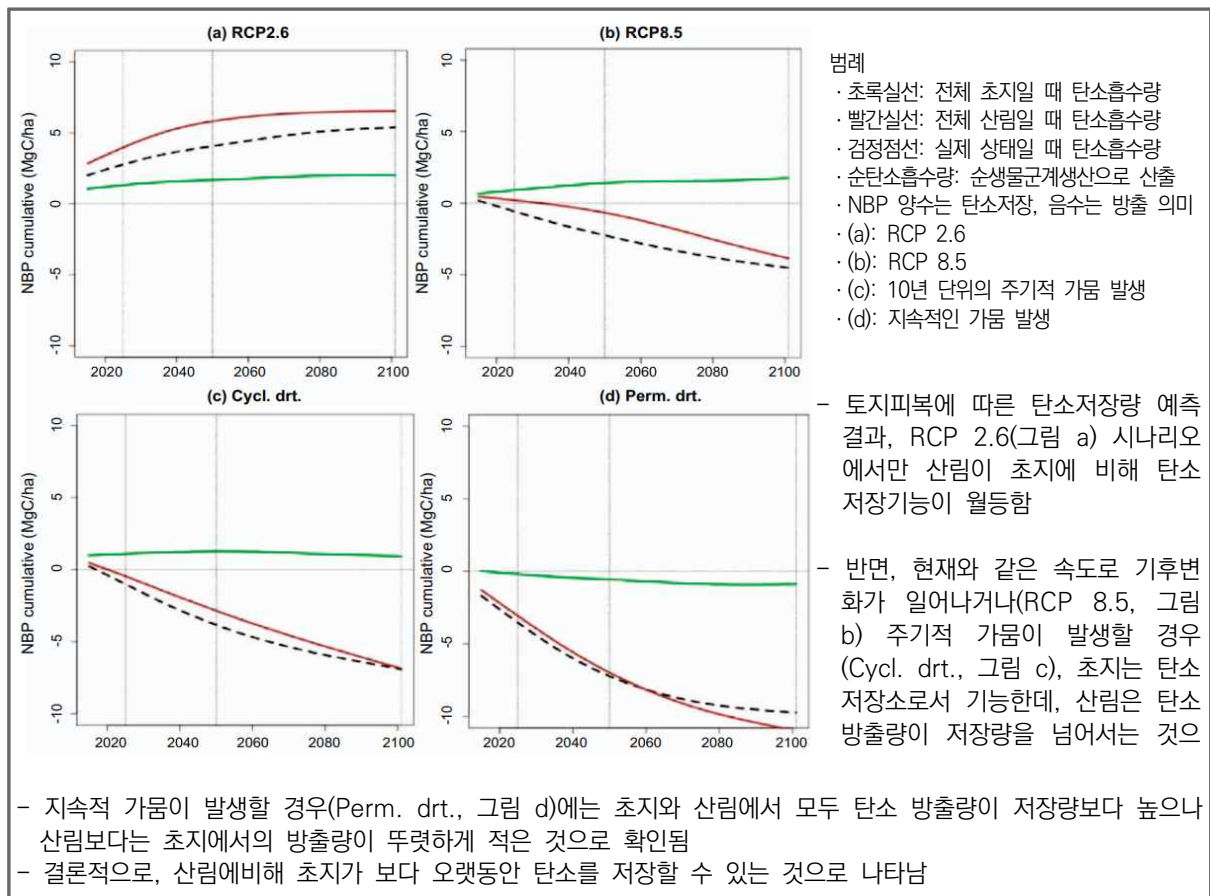


그림 2. 네 가지 기후 시나리오에서 2100년까지 미국 캘리포니아주에서의 순탄소저장량 변화량 예측도

- 8) White, R. P., Murray, S., Rohweder, M., Prince, S. D., & Thompson, K. M. (2000). Grassland ecosystems. World Resources Institute, Washington, DC, 81.
- 9) Bardgett, R. D., Bullock, J. M., Lavorel, S., Manning, P., Schaffner, U., Ostle, N., ... & Shi, H. (2021). Combatting global grassland degradation. Nature Reviews Earth & Environment, 2(10), 720-735.
- 10) Craine, J. M., Ocheltree, T. W., Nippert, J. B., Towne, E. G., Skibbe, A. M., Kembel, S. W., & Fargione, J. E. (2013). Global diversity of drought tolerance and grassland climate-change resilience. Nature Climate Change, 3(1), 63-67.

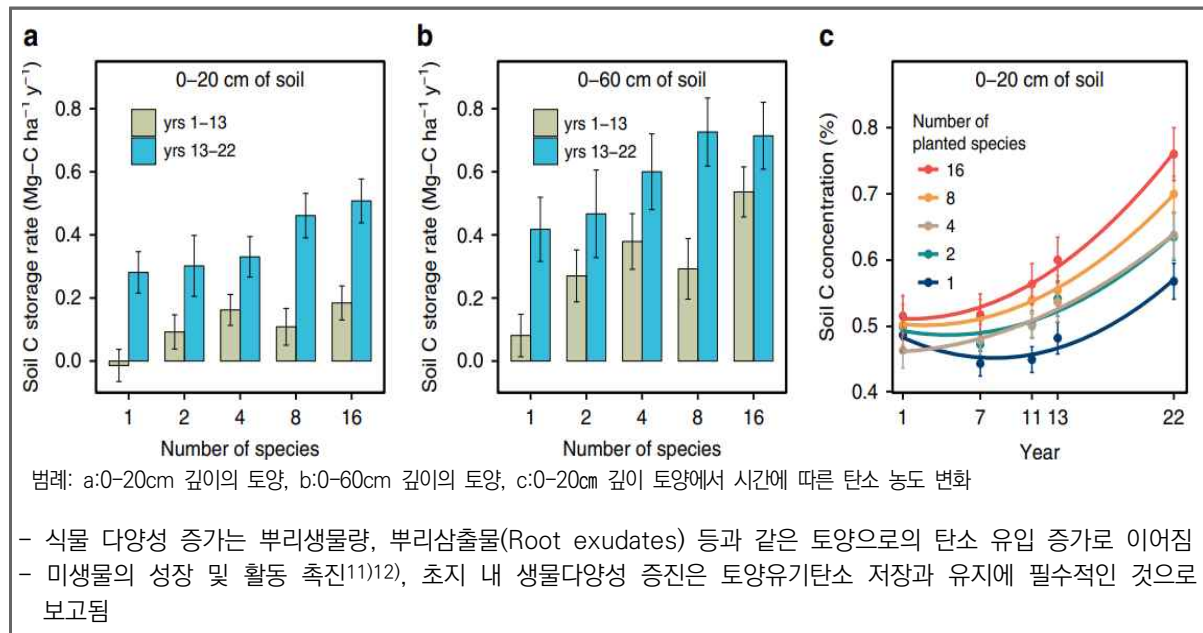


그림 3. 다년생 초본 종수에 따른 22년 동안의 토양탄소 변화

출처 : Yang, Y., Tilman, D., Furey, G., & Lehman, C. (2019). Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. *Nature communications*, 10(1), 718.

- 농림축산식품부(2023)에 따르면, 탄소흡수원인 초지는 2022년 전국 32,012ha(전국 면적의 약 0.3%)로서 전년 대비 1.2%(376ha) 감소한 것으로 나타났다¹³⁾
 - ('95) 66,301ha → ('19) 32,788 → ('20) 32,556 → ('21) 32,388 → ('22) 32,012
 - 초지 활용 감소로 인해 산림 환원·전용 등이 증가하는 상황이라고 발표함
- 2022년 초지에서 제외된 면적을 분석해 본 결과(농림축산식품부, 2023), 초지전용 면적은 211ha로, 대부분 농업용 목적으로 전용(132ha)되었으며, 도시계획시설과 도로 목적으로도 전용된 것으로 나타났다
 - 산림 환원, 초지 기능 상실, 관리 부재 등으로 인한 초지 해제 면적도 227ha로 조사되었음¹⁴⁾
- 충남 역시 2021년 2,487.7ha에서 2022년 2,402.0ha로 감소하였고, 특히 전국 초지 면적 대비 충남의 초지는 2021년 7.7%에서 2022년 7.5%로 감소하여 타지역에 비해 더 많이 감소한 것으로 분석됨

11) Lange, M., Eisenhauer, N., Sierra, C. A., Bessler, H., Engels, C., Griffiths, R. I., ... & Gleixner, G. (2015). Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nature communications*, 6(1), 6707.
 12) Chen, S., Wang, W., Xu, W., Wang, Y., Wan, H., Chen, D., ... & Bai, Y. (2018). Plant diversity enhances productivity and soil carbon storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(16), 4027-4032.
 13) 농식품부(2023.03.09.) 보도자료, 2022년도 초지관리 실태조사 결과 발표-전국 초지 면적은 32,012ha로 전년 대비 1.2% 감소-
 14) '초지'의 법적 정의('초지법' 제2조제1호): 초지란 다년생개량목초의 재배에 이용되는 토지 및 사료작물재배지와 목장도로, 진입도로, 축사 및 농림축산식품부령으로 정하는 부대시설을 위한 토지를 의미함

2) 이끼의 탄소흡수원 가치에 주목

① 이끼 자체의 탄소 흡수

- 정권 등(2023)¹⁵⁾은 낮은서리이끼의 탄소흡수원 가능성을 확인한 바 있음(재인용)¹⁶⁾
- 서예빈 등(2023)¹⁷⁾은 이끼 옥상녹화를 통한 이산화탄소 제거 효과를 제시하였음
- 이끼 서식지는 지구에서 3%에 불과하지만 식물 전체 산소 배출량의 30%를 차지함¹⁸⁾

③ 공기정화를 통한 주변 식물(탄소흡수원) 성장 환경 개선

- 안도현 등(2022)¹⁹⁾은 이끼 종류 관계없이 미세먼지 감소 효과가 있음을 확인하였음
- 이끼는 온몸으로 미세먼지를 흡착하기에 용이하여 실내 공기정화에 효과에 있고, 특히 독성 저항력이 높아 금속류 오염물질 흡수가 가능함(김준영·김정재, 2023)²⁰⁾

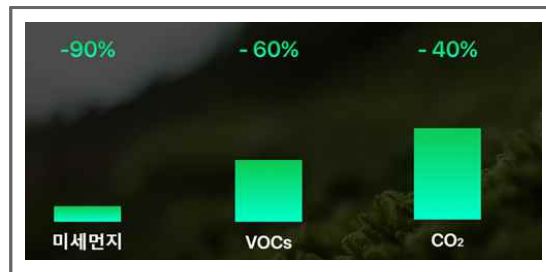


그림 4. 이끼 공기정화 테스트 2시간 경과 후 결과도
출처 : 타이가모스랩(<https://www.mosslab.com/ko/product>)



그림 5. 이끼에 흡수된 82%의 미세먼지(오염물질) 처리 개념도
출처 : 주식회사 타비오(2024) 내부자료.

15) 정 권, 김조천(2023) “기후위기시대의 탄소중립해결을 위한 이끼 활용 연구”. 한국대기환경학회 연구보고서.

16) 이양주, 정권(2024) 이끼를 활용한 도시 탄소중립 기여 방안, 경기연구원.

17) 서예빈, 딘브영, 이상우, 박병규, 백다현, 박재형, 최인영, 김승재, 최은정, 정권, 김조천(2023) 도시지역의 이끼 옥상녹화가 CO₂ 제거 및 BVOCs 배출에 미치는 영향에 관한 연구, 한국대기환경학회 학술대회논문집, 313-313.

18) <https://nanse.tistory.com/entry/한국이끼산업협회-출범...탄소저감-효과-큰-이끼로-기후위기-대응>, [아름다운난세상:티스토리]

19) 안도현, 최현우, 이종민, 하성필(2022) 이끼를 활용한 공기정화 시스템 개발 및 이끼별 공기정화 능력 평가, 한국산업정보학회지, 27(3):21-28.

20) 김준영, 김정재(2023) 서리이끼의 미세먼지 제거 효과 및 메커니즘 연구, 대한기계학회지B, 47(11):567-573.

② 토양 및 수질 개선을 통한 식물(탄소흡수원) 유입 가능성 증진

- 이끼는 척박한 토양에 정착하여 다른 식물의 초기 활착에 영향을 미치는 생태계 필수 존재로 인식됨(Decker & Reski, 2020)²¹⁾(재인용)²²⁾
- 이끼의 빠른 생장률과 포자번식을 통한 토양복원은 물리화학적 방법에 비해 경제적·효과적이며, PH조절, 유효인산증가, 유기물증가, 유기탄소증가(탄소중립에도 기여)등으로 식물 생육조건 개선 가능성을 확인하였음(박재홍, 2023)²³⁾
- 최용규(1992)²⁴⁾는 이끼 수증 중금속 정화능력을 보여주었으며, 최윤선(2003)²⁵⁾은 오염된 호소의 주요오염물질인 질소와 인의 정화능력이 있음을 주장하였음
- 이끼는 미세먼지와 유해가스를 포함한 대기오염을 완화하는데 도움을 준다는 연구결과도 있음(타이가모스랩, 2024)

2. 연구 목적

- 최근 탄소흡수원으로 주목받는 ‘이끼’는 탄소흡수 이외에도 공기정화, 토양환경개선 등으로 재조명되고 있으며, 이에 대한 과학적 근거가 지속적으로 제시되고 있음
- 또한, 이에 근거하여 공기정화가 필요한 시가지에 설치하거나 공기정화기 필터에 도입하는 등 실제 활용 사례가 점차 증가하고 있는 추세임
- 이러한 이끼가 현재 감소하고 있는 산림, 갯벌 등의 탄소흡수원을 대체할 수 있다는 측면에서 충남은 이끼 소재의 탄소흡수원 확대 및 이끼 관련 산업을 주도하고자 함
- 즉, 이끼를 주제로 한 ‘국내 유일, 국내 최대 이끼클러스터’를 조성하여 탄소흡수원인 산림과 습지 조성이 어려운 공간에 이끼를 도입한 탄소흡수원 확대에 기여하고자 함
- 이를 위해 충남의 ‘이끼 수요 발생 여건’과 ‘산업 및 연구 기반’ 등의 현황을 파악하여 향후 정부 지원요청에 필요한 ‘이끼클러스터, 왜 충남인가?’에 대한 근거를 마련하고자 함

21) Eva L Decker, Ralf Reski.(2023) Mosses in biotechnology. Current Opinion in Biotechnology, Volume 61, 21-27. ISSN 0958-1669. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2019.09.021>.

22) 이양주, 정권(2024) 이끼를 활용한 도시 탄소중립 기여 방안, 경기연구원.

23) 박재홍(2023) 선택식물에 의한 토양복원 효과 연구-제주도 도너리오름을 대상으로-, 서울대학교 석사학위논문.

24) 최용규(1992) 금강의 수질, 어패류, 이끼 및 토양중의 중금속 함량 조사, 공주대학교 석사학위논문.

25) 최윤선(2003) 이끼의 수질정화능력에 관한 연구, 한경대학교 석사학위논문.

1. 축사

1) 충남 축사 현황

- 충남은 전국 최대 가축 사육지이며, 축사는 다양한 악취 유발 오염물질을 배출하므로 축사가 많은 충남은 제조업 중심의 타지역과 다른 미세먼지가 발생할 수 있음
- 축사 발생 황화수소, 암모니아는 2차 생성 미세먼지 발생 전구물질로서 특히, 암모니아로 인한 미세먼지는 총 미세먼지 발생량의 26~35% 수준임(김종범 등, 2019)

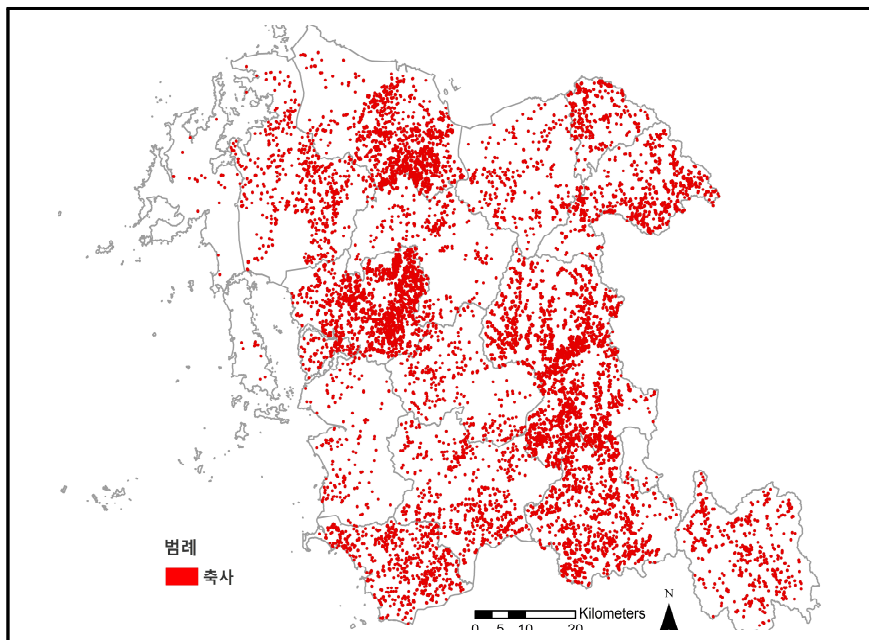


그림 6. 충남 축사 분포도

출처 : 사공정희 외(2020)

2) 충남 축사 문제점

① 충남 축사 미세먼지(암모니아)와 발전소 대기오염물질의 반응

- 2018년 기준 충남에는 전국 10위권 대기오염 배출업소 중 4곳이 위치하며²⁶⁾, 화력발전소 30기, 국가산업단지가 밀집하여 다량배출사업장 대기오염물질 배출량 전국 1위(23%)임²⁷⁾
- 이로 인해 국내 17개 시·도별 초미세먼지 기여도와 전환율을 분석한 결과, 충남의 경우 자체 기여도가 66%로 전국에서 가장 높은 수준으로 나온 바 있음(KEI, 2018)(재인용)²⁸⁾
- 한편, 화력발전소, 철강단지, 석유화학단지 등의 질소산화물(NO_x), 황산화물(SO_x), 휘발성 유기화합물(VOCs) 등은 대기 중 전구물질로 작용하여 다양한 2차 미세먼지를 생성함
 - 화석연료 연소과정의 황산화물(SO_x)은 수증기 등과 반응해 황산이 되고(Holt, J. *et al.*, 2015)²⁹⁾, 이들은 암모니아와 반응하여 질산암모늄이나 황산암모늄 등 2차 미세먼지 입자를 생성함(환경부, 2016)³⁰⁾

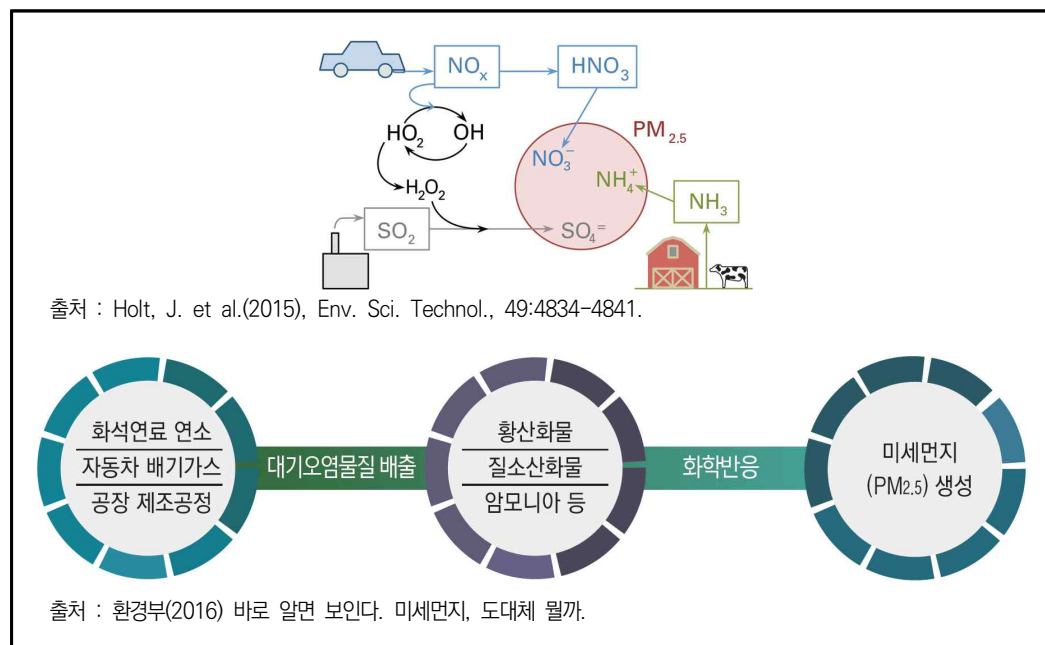


그림 7. 대기 중 화학반응에 의한 2차 미세먼지 생성 과정

26) 충청남도(2019), 화력발전소 주변지역 기후환경영향 연구(II), 충남연구원.

27) 환경부(2019) 2018년 대기환경연보.

28) 사공정희·백승희(2020) 충남형 미세먼지 저감숲 체계 구축을 위한 미세먼지취약지역 우선순위 선정, 충남연구원.

29) Jareth Holt, Noelle E. Selin, Susan Solomon(2015), Changes in inorganic fine particulate matter sensitivities to precursors due to large-scale US emissions reductions, *Environmental Science and Technology* 49(8) : 4834-4841.

30) 환경부(2016) 바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까.

② 편서풍에 의한 축사 미세먼지(암모니아) 합성물의 내륙 정체³¹⁾

- 편서풍으로 인해 중국에서 생성된 오염물질이 서해로 유입될 가능성이 높고, 유입 과정에서 해염입자(다양한 염분성분)와 반응하여 황산나트륨, 황산마그네슘, 황산칼슘, 염화철, 염화알루미늄 등 미세입자를 생성하거나 켤 수 있음
- 염분성분 중 나트륨이온, 마그네슘이온, 칼슘이온, 염화이온, 황산이온은 화력발전소나 축사에서 발생하는 황산이온, 질산이온, 암모늄이온과 반응하여 황산나트륨, 황산마그네슘, 염화암모늄 등의 2차 미세먼지를 발생시킴³²⁾³³⁾
- 이와 같이 다양한 과정의 합성을 통해 생성된 충남의 내륙 미세먼지 및 외부유입 미세먼지는 편서풍으로 인해 해안으로 빠지지 못하고 오히려 내륙으로 유입시키는 결과를 초래함



그림 8. 편서풍에 의한 충남 화력발전소 미세먼지 흐름(2019.03.07.)
출처 : 충청남도(2019) 화력발전소 주변지역 기후환경영향 연구(Ⅱ), 충남연구원.

31) 사공정희·백승희(2020) 충남형 미세먼지 저감숲 체계 구축을 위한 미세먼지취약지역 우선순위 선정, 충남연구원.

32) 천만영, 이영재, 김희강(1994), 서울시 부유분진 중 해염입자에 의한 입자상 nitrate 농도, 한국대기보전학회지 10(3) : 191-196.

33) 국립환경과학원(2019), 2016 대기오염물질 배출량 통계, 2018 대기환경연보.

3) 이끼 벽면녹화로 축사 미세먼지(암모니아) 및 열 저감 필요³⁴⁾³⁵⁾

- 이끼는 수직벽에 생육이 가능하므로 축사 벽면에 이끼를 도입하거나 축사 주변에 이끼벽을 조성하여 암모니아 미세먼지를 정화(흡착)하고 여름철 축사 내부 열을 저감 할 필요가 있음
 - 이끼류에 의해 18~25℃의 실내 온도에서 2.6~3.8℃ 저감 하였음 ³⁶⁾
- 이끼는 저온과 건조에도 강한 생명력을 가지고 있어 겨울철에 말라죽은 듯 보이지만 수분을 제공하면 다시 건강한 상태가 되므로 관리가 용이함
 - 수시로 수분을 제공하는 시설과 함께 설치하여 4계절 공기정화 기능을 기대할 수 있음
- 또한, 이끼는 땅에 정착하는 뿌리가 없어 토양이 필요 없고, 제초 및 관리 등의 유지보수 작업도 필요 없는 이점이 있음(재인용)
- 2021년 서울주택도시공사(SH공사)는 도시 내 미세먼지뿐 아니라 탄소를 저감하는 ‘스마트 이끼타워(서울 마곡지구)’를 개발하였음
 - 이끼를 활용한 타워로 미세먼지 저감 및 도심 열섬현상 완화 등을 위한 용도임
 - 광장이나 미세먼지 발생이 많은 장소에 설치함
 - 수직구조의 이끼매트 배치로 바닥 대비 높은 식재율을 가짐
 - 중앙관제 시스템 및 모바일 원격제어시스템으로 구축함



그림 9. 여름(좌)과 겨울(우) ‘스마트이끼타워’

출처 : 좌) 서울경제(2021.01.04.) 미세먼지 흡수하는 ‘이끼 벽’..SH공사 ‘스마트 모스월’ 개발.
우) 연합뉴스(2021.02.07.) ‘스마트 이끼타워’ 살펴보는 박영선, [국회사진기자단].

34) 과학(Science)/생태계(Ecosystem)(2023.03.10.) 이끼(Moss), <https://surpriser.tistory.com/1403>.

35) 이양주, 정권(2024) 이끼를 활용한 도시 탄소중립 기여 방안, 경기연구원.

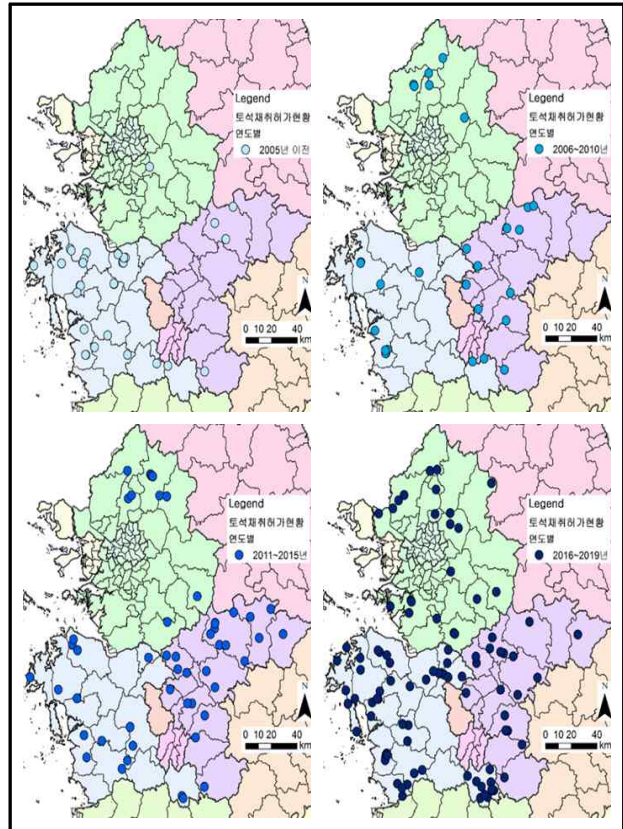
36) 김형숙(2010) 실내조경 설계를 위한 지피용 이끼류의 온열환경성능 평가, 상명대학교 박사학위논문.

2. 채석장

1) 충남 채석장 현황³⁷⁾

- 충남에서는 2006년 이전부터 2019년까지 채석장이 꾸준히 발생하고 있으며, 경기도를 비롯하여 충북과 함께 지속적인 증가추세로 나타나고 있음
- 규모는 0.4ha에서 21.4ha까지 다양하게 형성되었고, 채석장은 쇄골재용과 토목용, 조경용, 공예용, 토사용 등이고 50% 정도가 2가지 이상의 용도임
- 2019년 채석장 분포 형태를 살펴보면, 충남 산지 전반에 걸쳐 분포하며, 규모 별로는 20ha 이상의 대규모가 예산에, 서천과 천안은 소규모 채석장이 분포하는 것으로 나타났음

그림 10. 최근 15년간 충남 채석장 분포 변화
출처:충청남도(2017) 제6차 지역산림계획(2018~2037).



2) 충남 채석장 문제점

① 복원보다는 연접 개발

- 사업이 끝난 후에도 복원은 거의 이루어지지 않고 오히려 연접하여 채석장을 확장하거나 부지 전체를 평지화하여 대규모 산업단지를 조성하고자 하는 실정임
- 이는 복원예치금이 부족하다고 판단하여 해당부지를 포함한 인근 부지에 새로운 사업이 발생하는 것에 대해 부정적이지 않는 분위기도 한몫한다고 판단됨

37) 충청남도(2019) 제2차 충청남도 산지관리지역계획(2018~2027), 충남연구원.

② 단순한 복원 방안

- 복원을 어렵게 하는 현실적 문제점으로는 부족한 복원예치금 이외에도 복원방법이 조림에 국한되어 있다는 한계점을 들 수 있음
- 이로 인해 원상복구를 위한 복원예치금이 부족하다고 판단할 경우 복원보다는 또 다른 사업 확장으로 수익을 내고자 하는 경향이 발생한다고 판단됨
- 따라서 원상복구라는 단순 복원방법 이외 다양한 친환경 사업이 가능하도록 제도를 개선하여 추가 훼손지 발생 가능성을 줄일 필요가 있음

③ 일반적인 문제점(언론 사례)

- 공주시 채석장 결국 ‘불허가’… 1년 넘는 갈등 종지부 찍었다(오마이뉴스, 2020.09.08.)
 - 지적사항 : 대상지는 분지로서 밤에는 (대기오염물질이)사업장에서 골짜기로 불어서 마을로 간다… 등
 - 주민의견 : 주민들이 갈등을 겪으면서 지역공동체는 파괴되고 몸도 마음도 망가진 상태

- 부여은산채석단지, 허가 연장·면적 확대…주민 집단반발 ‘확산’(뉴데일리, 2022.07.13.)

- 주민의견 : 발파와 채석과정에서 발생한 분진 및 소음, 교통문제 등으로 27년간 주민들이 피해를 입었음에도 2050년까지 운영하겠다는 것은 자손들 생존권까지 위협하는 것…

그림 11. 부여군 은산면 인스코인터스티리(유) 채석장
사진:김정원 기자



- 채석장 소음·먼지로 삶 파헤…충주 노은면주민들 집단반발(연합뉴스, 2022.06.23.)
 - 주민의견 : A업체가 제출한 토석 채취 허가 연장 신청을 불허할 것을 충주시에 요구,
지난 27년간 발파 과정의 소음과 진동, 비산먼지로파헤한 삶을 살아왔고…
- 대구시 군위군 채석장 확장하면 중금속 비산먼지 경북 칠곡까지(더팩트, 2024.05.20.)
 - 주민의견 : 환경오염과 주거 환경에 악영향이 심각하다…
 - 평가결과 : 채석장과 마을 사이 능선이 사라지면 바람길에 열려 칠곡군과 팔공산까지 비산먼지영향권에…
- 비산먼지 온상이 된 김해도시개발공사 봉림석산(일요신문, 2024.05.19.)
 - 주민의견 : 석산을 쳐다보면 아지랑이가 피어오르는모습이 연상된다. 먹고 살기 위해 매일 출입은 하지만 폐병이라도 걸리까봐 창문을 열지 않는다…

3) 이끼 수시 살포로 채석장 열과 분진 저감 필요

- 전북의 한 채석장은 사업이 다 끝나고 복구하는 경우 발생하는 수십억 원의 비용 부담도 줄이고 민원도 줄이기 위해 중간중간 복구하는 방식을 택했음³⁸⁾

- 따라서 충남도 채석 작업 완료 후 복구작업을 시작하는 것이 아니라 사업 기간 중간중간 나대지에 이끼를 수시로 살포하여 분진과 열 발생을 감소시킬 필요가 있음



그림 12. 녹생토공법으로 복구한 채석장 절개면
출처 : KBS뉴스 뉴스7(광주)(2024.06.18.) 방송화면캡처.

- 이끼는 건조해도 휴면상태로 지낼 수 있으며, 수분이 가해지면 다시 원상태로 돌아가므로 때때로 빗물만 공급된다면 채석장의 열과 먼지 감소를 지속해서 기대할 수 있음
 - 선태식물이 흡수할 수 있는 수분량은 종류에 따라 크게 다르지만 대체로 건조중량의 50~2,000%의 수분을 흡수할 수 있는 것으로 알려져 있음³⁹⁾
- 이끼는 암석 표면의 토양 침식을 방지하고 제어하는 데 중요한 역할을 하는데, 이끼 호흡과 분비물에 의해 형성된 탄산은 암석을 용해하고 원시 토양을 형성할 수 있음(Jackson TA, 2015)(박재홍 2023, 재인용)⁴⁰⁾
 - 이끼에 의해 분비되는 유기물은 미네랄 이온과 복합체를 형성하고 불용성 물질을 형성하는데(Ria LM *et al.*, 2021) 불용성 물질은 이끼 잔류물에 달라붙어 토양 침착을 증가시킬 뿐만 아니라 유기물 축적을 촉진하고 토양 영양소 함량을 증가시킴(Liu TL *et al.*, 2017)(박재홍 2023, 재인용)
- 따라서 나대지 상태에도 충분히 이끼를 수시 살포하여 식생 도입을 기대할 수 있으며, 오히려 지금과 같은 초본류(생태계교란가능) 살포에 비해 더 생태적 복원이라 할 수 있음
- 즉, 채석장의 이끼 복원은 단순 녹화가 아니라 생물다양성 향상을 위한 기본환경 조성이므로 ‘생물다양성기능 개선지역’ 측면에서 OECM 대상지 신청이 가능하다고 판단됨
- 특히, 중요 산림생태축 상에 위치하는 채석장의 경우 ‘산림생태계 연결성 개선지역’ 측면에서도 OECM 지정 신청이 가능하다고 판단됨

38) KBS뉴스 뉴스7(광주)(2024.06.18.) “이렇게 했더니”... 채석장 대안은?(<https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7990625>).

39) Schofield, W. B.(1985) Introduction to Bryology, Macmillan Pub. Co.

40) 박재홍(2023) 선태식물에 의한 토양복원 효과 연구-제주도 도너리오름을 대상으로-, 서울대학교 석사학위논문.

이끼는 ‘뿌리’와 ‘관다발’이 없다.

건조한 곳에 식물이 살기 위해서는 지면에서 물을 빨아올리기 위한 ‘뿌리’, 몸 전체에 수분을 나르는 ‘관다발’이 필요하지만 이끼는 뿌리와 관다발이 없고 ‘헛뿌리’라는 작은 발이 있다. 헛뿌리는 지면이나 돌 등에 달라붙는 역할을 하지만 주위에서 물을 빨아올려 모으는 힘은 없다. 몸 표면에 수분 증산을 막는 구조도 없어 건조하면 곧 수분을 잃어버린다. 이끼는 몸 표면으로 물이 나가는 것을 막을 수 없는 대신 온몸으로 물을 흡수할 수 있다.

가혹한 환경일 때는 ‘죽은 척해서’ 극복한다.

이끼는 일반적으로 축축한 곳에 산다. 하지만 분화 직후의 용암이 식어 굳은 곳에서 최초로 터를 잡고 살아가는 것도 이끼나 지의류이다. 그곳은 건조하기 쉽고 태양광을 막아주는 것도 없으므로 하루 온도 변화가 큰 가혹한 환경이다. 그럼에도 이끼는 살아갈 수 있다. 이것은 이끼가 건조해지기 쉬운 성질과 관계가 있다. 원래 물을 모아 그것을 간직하는 기능이 없는 이끼는 쉽게 물을 잃고 시들고, 광합성도 멈춘다. 그러나 이때 이끼는 ‘죽은 척 하는 것’이다. 빗물 등으로 물이 보급되면 온몸의 세포가 수분을 흡수해 원래의 상태로 돌아가며, 빛이나 온도 등 적절한 조건이 갖춰지면 광합성을 다시 시작한다. 즉, 이끼의 세포는 건조해도 휴면상태로 지낼 수 있다. 이끼는 다른 육상 식물과 달리 생육에 흠이 필요 없으므로 바위 위나 나무줄기 위에서도 살아갈 수 있다.

출처 : 과학(Science)/생태계(Ecosystem)(2023.03.10.) 이끼(Moss), <https://surpriser.tistory.com/1403>.

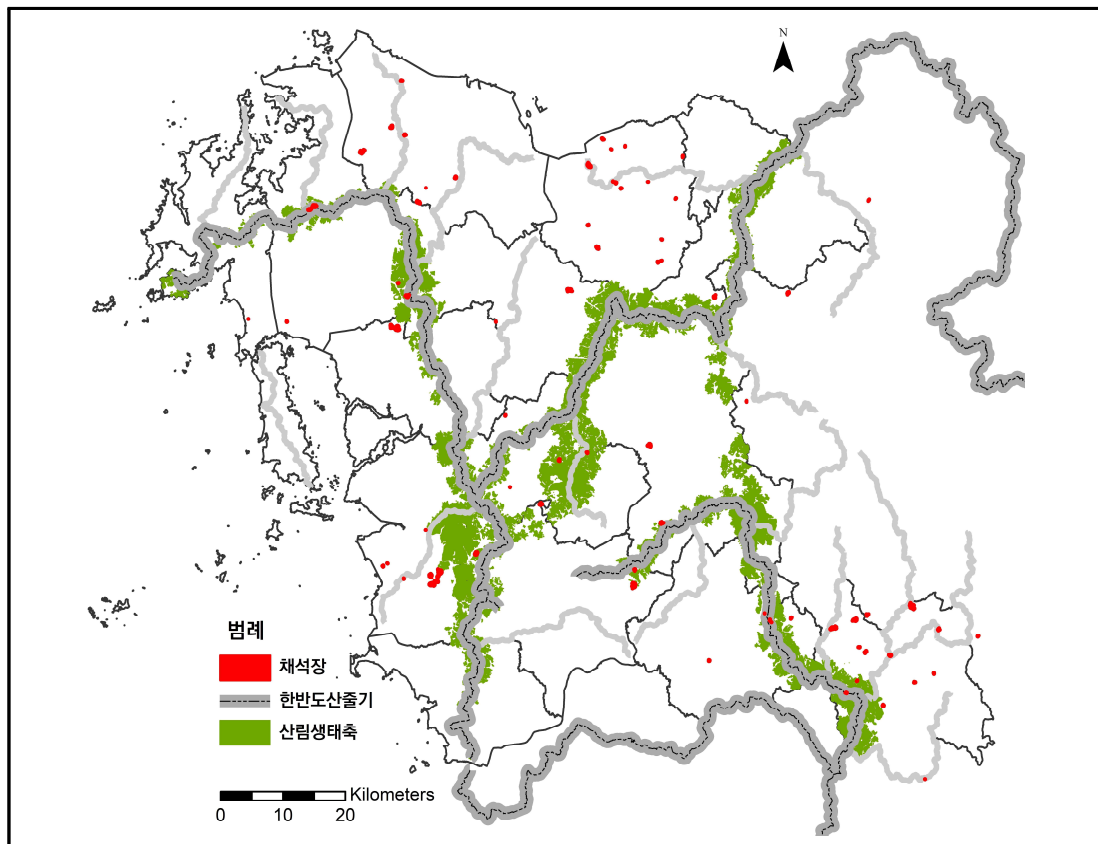


그림 13. 충남 광역산림생태축 및 채석장 분포도

3. 폐염전

1) 충남 폐염전 현황

- 우리나라는 지난 40여 년 동안 서해안의 지형도가 바뀔 정도로 많은 간척사업을 수행하였으며, 대부분은 갯벌에 독을 쌓고 물을 빼내 농경지, 염전을 확보하는 것이 목적이었음
 - 전국에서 가장 많은 간척(갯벌 대비 간척지 비율과 개소 기준)이 이루어진 곳은 충청남도임⁴¹⁾
- 간척으로 얻은 충남의 천일제염업은 1980년대 중반까지 양호하게 운영되었으나 노동력이 많이 필요한 천일제염업 특성으로 1980년대 후반부터 사양화되기 시작했고, 공장의 값싼 소금 생산, 수입산 소금 국내시장 잠식 등으로 국산 천일염 수요가 크게 하락하였음⁴²⁾
- 통계연보상 2013년 충청남도 염전 지목은 17.8km²(전국 100.6km²의 17.7%에 해당)이었으나 2023년 14.1km²(전국 82.6km²의 17.1%에 해당)로 감소하였음⁴³⁾
 - 지난 10년간 전국 염전 감소율 18.9%, 충남 염전 감소율 20.7%로서 충남이 더 큰 감소율로 나타났음
 - 2013년 기준 충남도 염전 지목상 태안군에 가장 많은 7.0km²(39.3%)가 분포하고 있었으며, 다음으로 당진시와 서산시에 전체 약 50%가 분포하고 있었음
 - 당진, 보령, 서산, 서천, 태안, 홍성에서의 염전 지목 면적 변화를 살펴보면, 처음 간척이 시작된 1960년대와 유사한 면적 또는 더 작은 면적으로 모두 감소한 것을 알 수 있음

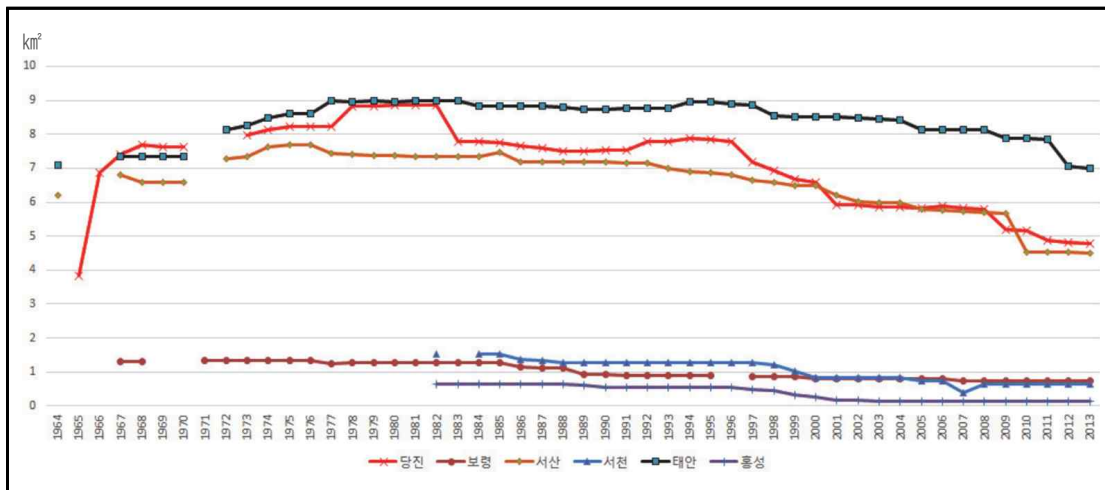


그림 14. 충남 시·군 염전 면적 변화

출처 : 장동호, 이상진(2016) 충남 폐염전·폐양어장생태복원과 활용방안, 충남연구원.

41) 장동호, 이상진(2016) 충남 폐염전·폐양어장생태복원과 활용방안, 충남연구원.

42) 천종호, 2011, 천일염과 염전의 쇠퇴 그리고 부활, 사람과 글, 2호.

43) KOSIS 국가통계포털(<https://kosis.kr/index/index.do>)

2) 충남 폐염전 문제점

① 염습지(블루카본 저장원) 기능 상실

- IPCC는 해양생태계에서 ‘맹그로브’, ‘잘피림’, ‘염습지’를 블루카본 저장원으로 인정하고 있으며, 충남의 ‘비식생 갯벌’은 탁월한 탄소흡수원임에도 그 가치를 인정받지 못하고 있음
 - 김종성(2021) 연구에 따르면, 우리나라 갯벌의 탄소저장량은 약 1,300만 톤, 매년 26만 톤의 이산화탄소를 흡수하고 있으며, 염습지는 염생식물이 없는 비식생 갯벌보다 높은 탄소 저장능력을 가짐⁴⁴⁾
- 충남 해안에는 내륙 깊이 발달한 만에 대규모 갯벌과 염습지가 형성되어 있었으나 간척사업으로 대부분의 염습지는 농지나 염전으로 변경되어 블루카본 저장원 기능이 상실된 상태임

② 탄소흡수마저 불가능한 난개발 위험 대상지

- 2009년 기준 지목상 염전인 충남 폐염전 48개 중 16개소(33.3%)가 양어장, 12개소(25.0%)가 나대지, 9개소(18.8%)가 태양광발전시설지, 5개소가 폐양어장, 4개소가 습지, 2개소가 논 등의 실제 이용 형태로 파악되었음⁴⁵⁾
- 사실상 건축예정지인 나대지(12개소)와 태양광시설지(5개소)에 해당하는 약 45%는 더 이상 탄소흡수원으로서의 기능을 상실했을 뿐 아니라 복원조차 어려울 것으로 판단되며, 앞으로도 이 같은 토지이용 및 지목 변경을 통한 탄소흡수원 감소는 지속될 것으로 예상됨

3) 이끼 초기 활착(토양개선)으로 폐염전 복원(염습지) 필요

- 간척사업으로 확보한 염전 중 많은 곳이 폐염전으로 남아 있거나 난개발 위험에 처해 있으므로 충남은 폐염전(소실된 탄소흡수원)을 염습지(탄소흡수원)로 복원할 필요가 있음
- 무엇보다 폐염부지는 서해 갯벌의 완충지역으로서 지금과 같은 난개발이 지속되는 경우 갯벌 훼손도 우려가 되는 상황임
- 따라서 원래 갯벌 모습으로 되돌리는 역간척이 필요하며, 염습지로의 복원을 위해 식생이 도입될 수 있도록 현재 불량한 토양을 개선할 필요가 있음

44) 해양수산부공식블로그(2022.03.14.) 해리포터 기자단, 갯벌의 숨겨진 보물, 한국형 블루카본의 탄생!

45) 장동호, 이상진(2016) 충남 폐염전·폐양어장생태복원과 활용방안, 충남연구원.

- 한편, 이끼의 빠른 생장률과 포자번식을 통한 토양개선은 이끼 다음에 유입될 염생식물 정착에 도움을 줄 수 있으므로⁴⁶⁾ 이끼를 폐염전 역간척에 도입할 필요가 있음
- 이러한 과정을 통해 염습지가 되는 경우 ‘생물다양성 개선지역’, ‘탄소흡수지역’ 등의 의미에서 OECM 지정이 가능할 것으로 판단됨
 - 국가 차원에서도 중요한 지역이므로 해수부 등 정부 기관이 매입할 가능성 있음

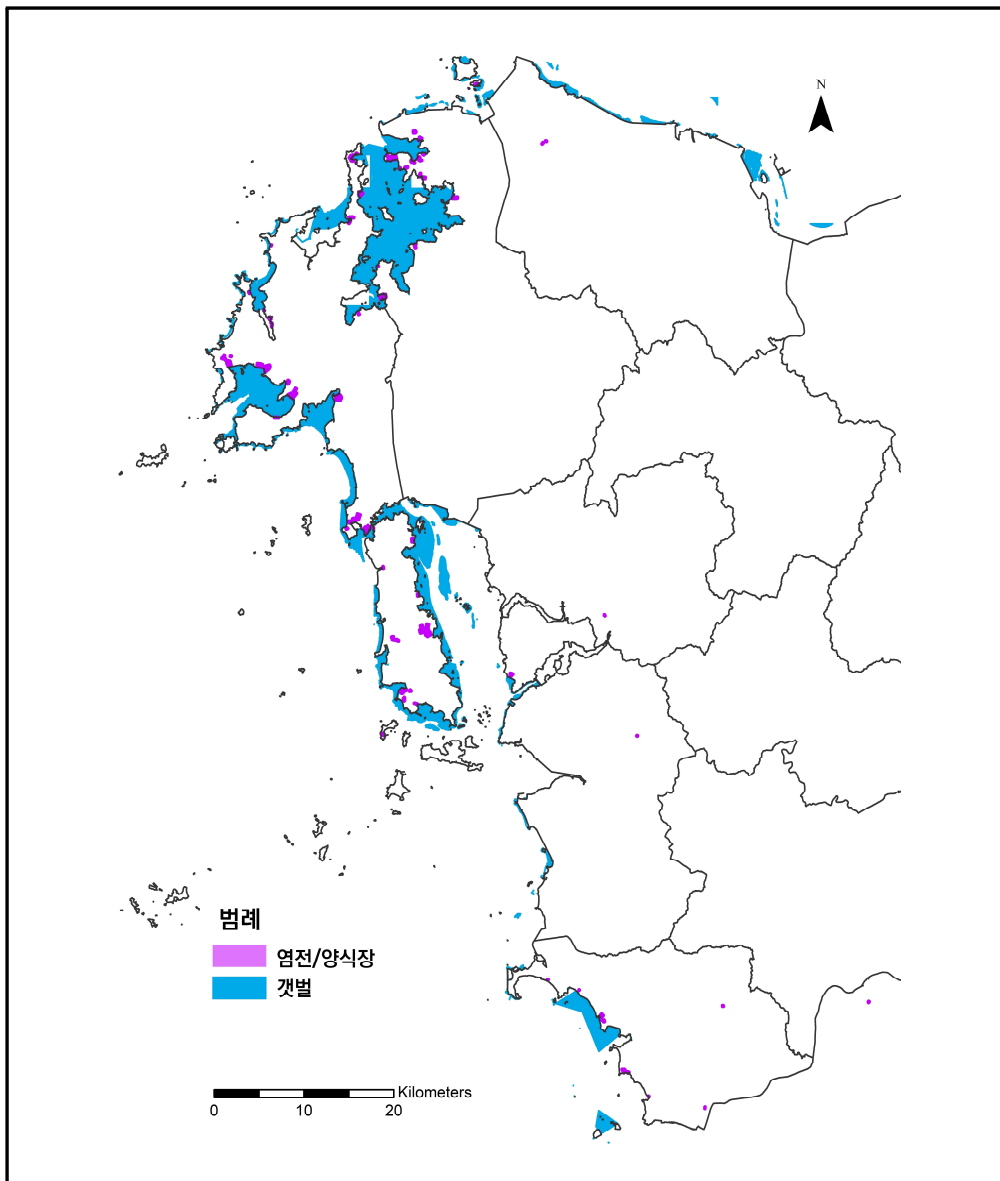


그림 15. 서해 갯벌의 완충지역 역할이 가능한 염습지 복원 대상지(염전/양식장) 분포도

46) 김종성(2023) 기후위기와갯벌, 아시아연구소 센터·프로그램, 아시아브리프.

4. 영농시설(태양광시설)용 탄소흡수원

1) 충남 태양광시설 현황

- 2022년 전국 태양광에너지 보급량(6,609,387toe)은 2017년(1,672,743toe)에 비해 약 4배 증가하였음(한국에너지공단, 2024)⁴⁷⁾
- 전국 17개 광역지자체 중 8개 지역이 각각 2.0% 미만으로 나타났고, 4개 지역이 각각 10.0% 이상으로 나타났음
 - 상위 4개 지역이 보급량의 63.7%를 차지함
 - 충남은 전남(20.6%), 전북(17.9%), 경북(13.2%)에 이어 4위에 해당함
 - 충남은 2022년 전국 대비 12.0%로서 2015년 10.2%에 비해 더 높아졌음

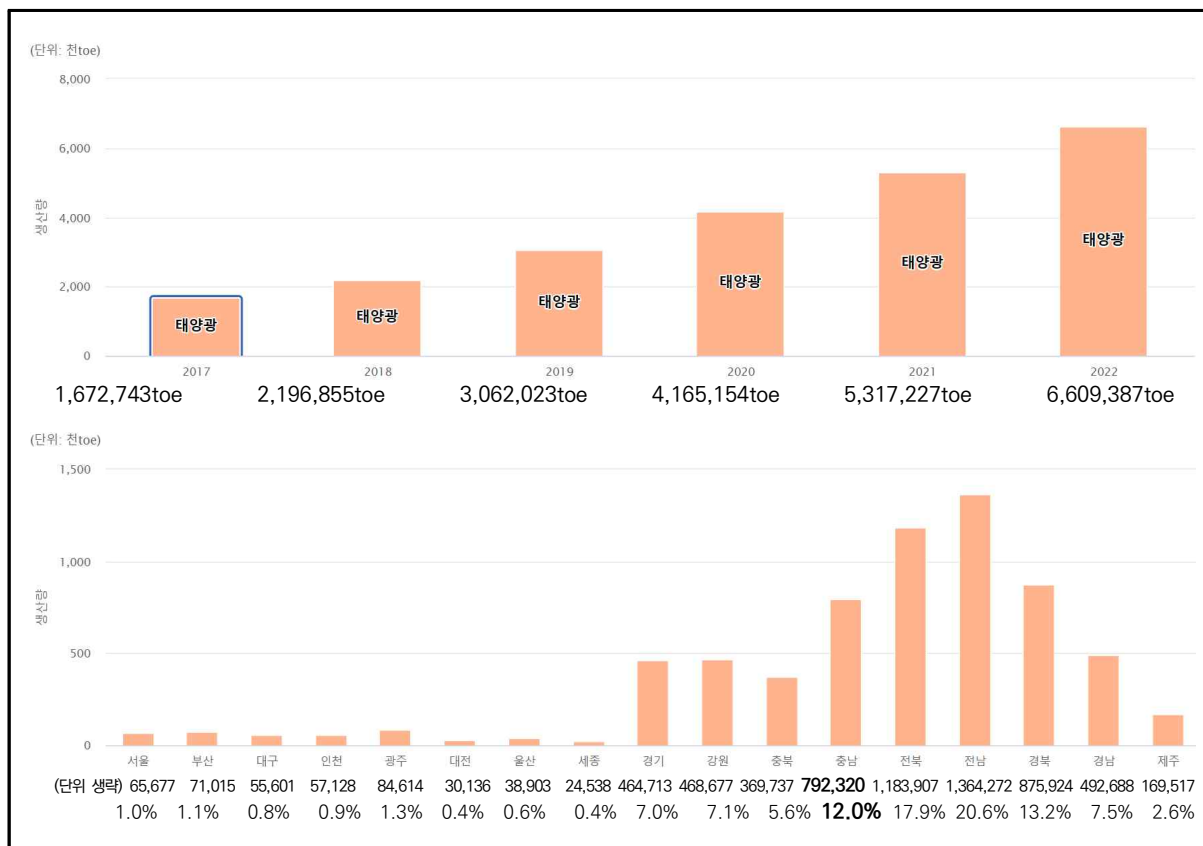


그림 16. 최근 6년간(2017~2022) 전국(위) 및 2022년 광역지자체별(아래) 태양광에너지 생산량
출처 : 한국에너지공단(2024), 신재생에너지 보급통계(https://www.knrec.or.kr/biz/statistics/supply/supply01_01_list.do)

47) 한국에너지공단(2024), 신재생에너지 보급통계(https://www.knrec.or.kr/biz/statistics/supply/supply01_01_list.do)

2) 충남 태양광시설 문제점

① 중요 산림 및 농경지 고려 미흡

- 충남 태양광시설(도 허가 신재생에너지 사업소)은 2007년부터 2015년까지 거의 매년 100개소 이상씩 허가 받은 것으로 나타났음⁴⁸⁾
- 입지별 분포를 살펴보면, 대부분 시·군의 10~40% 태양광시설은 산림에 설치되어 있는 것으로 나타났으며, 산림 외 입지로는 폐염전, 농경지 등이 포함되어 있음

표 1. 2015년 충남 태양광시설 지역별 사업허가 현황

시·군	최종허가 건수(비율)	시·군	최종허가 건수(비율)	시·군	최종허가 건수(비율)	시·군	최종허가 건수(비율)
천안시	96(7.3%)	서산시	112(8.5%)	금산군	55(4.2%)	홍성군	75(5.7%)
공주시	123(9.3%)	논산시	127(9.6%)	부여군	134(10.1%)	예산군	73(5.5%)
보령시	72(5.4%)	계룡시	5(0.4%)	서천군	61(4.6%)	태안군	163(12.3%)
아산시	105(7.9%)	당진시	83(6.3%)	청양군	39(2.9%)	총계	1,323(100.0%)

출처 : 충남도 내부자료. 2017.

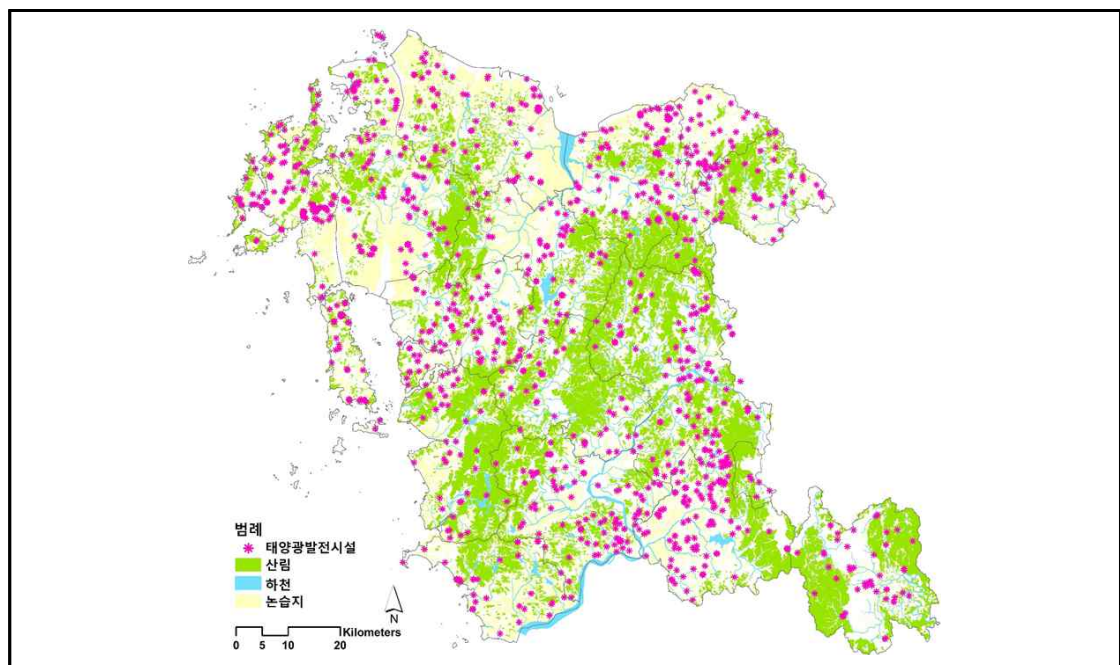


그림 17. 충남의 태양광시설 사업허가 현황도

출처 : 사공정희·정옥식·권오성(2017) 충남의 태양광발전시설 설치 현황 및 생태적·경관적 대응 전략, 충남연구원.

48) 사공정희·정옥식·권오성(2017) 충남의 태양광발전시설 설치 현황 및 생태적·경관적 대응 전략, 충남연구원.

표 2. 충남 태양광시설 입지별 분포 현황

시·군	입지유형		시·군	최종허가		시·군	최종허가	
	산림	산림 외		산림	산림 외		산림	산림 외
천안시	25(26.0%)	71(74.0%)	논산시	7(5.5%)	120(94.5%)	서천군	11(18.0%)	50(82.0%)
공주시	54(43.9%)	69(56.1%)	계룡시	0(0.0%)	5(100.0%)	청양군	16(41.0%)	23(59.0%)
보령시	23(31.9%)	49(68.1%)	당진시	16(19.3%)	67(80.7%)	홍성군	24(32.0%)	51(68.0%)
아산시	12(11.4%)	93(88.6%)	금산군	13(23.6%)	42(76.4%)	예산군	15(20.5%)	58(79.5%)
서산시	33(29.5%)	79(70.5%)	부여군	29(21.6%)	105(78.4%)	태안군	24(14.7%)	139(85.3%)
총계	산림 : 302(22.8%), 산림외 : 1,021(77.2%)							

출처 : 충남도 내부자료, 2017.

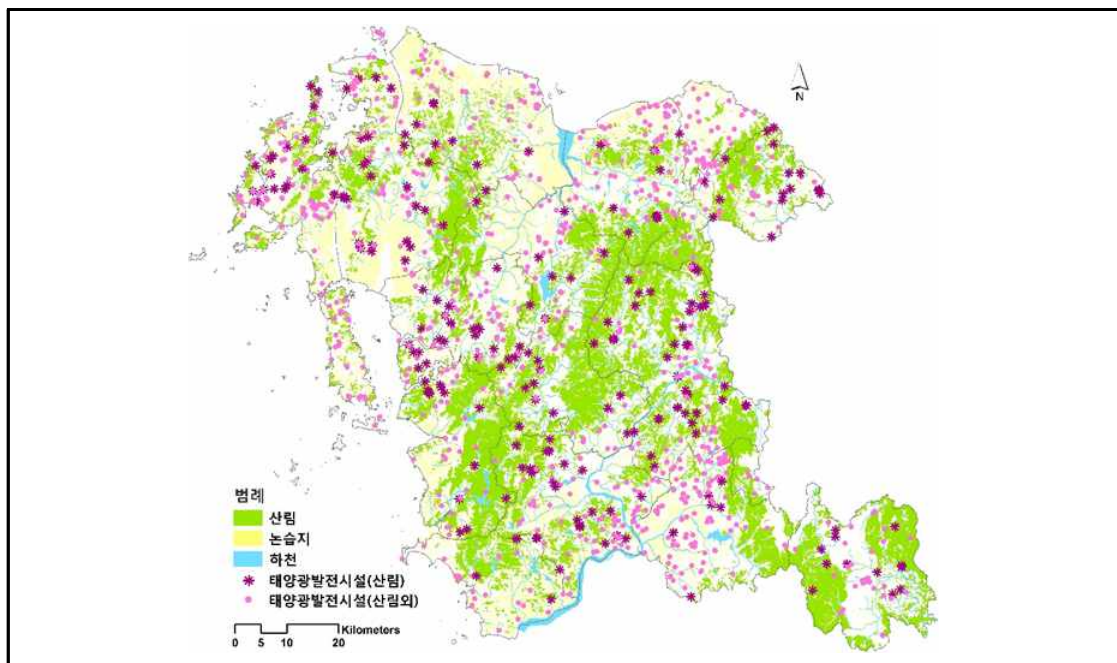


그림 18. 충남의 태양광시설 입지별 분포도

출처 : 사공정희·정옥식·권오성(2017) 충남의 태양광발전시설 설치 현황 및 생태적·경관적 대응 전략, 충남연구원.

② 산림 탄소흡수량 감소 및 농경지 임산물 생산량(경제수익) 감소

- 산림에 태양광시설을 설치할 때 해당부지에서 생육하던 수목은 모두 제거하므로 탄소흡수원을 제거하는 것이라 할 수 있음
 - 태양광시설 설치 후 해당부지에 초지가 형성되더라도 기존 산림에 비해 탄소흡수기능은 감소하는 것임
- 농경지에 태양광시설을 설치하는 이유는 대체로 노후 자금 마련을 위한 것이므로 태양광시설 설치 후 대부분은 더 이상 농업 활동을 하지 않음
 - 농업활동 중단으로 식량생산량은 감소하게 되며, 농업활동으로 인한 경제적 수익도 감소하는 것임

3) 이끼 영농시설 도입으로 경제수익 창출⁴⁹⁾ 필요

① 2019년 이전 산림생태축에 설치된 태양광시설에 영농시설 도입

- 2019년 이후부터는 산림에 태양광시설을 설치하더라도 설치 20년 후엔 산림을 원상태로 복구해야 하지만(일시사용허가) 2019년 이전에는 지목 변경이 가능하였으므로(산지전용허가) 구조적 중요 산림축 상에 위치하더라도 지목상으로는 난개발에 노출된 상태임
- 따라서 2019년 이전에 중요 산림축에 설치된 태양광시설의 경우 이끼 영농시설을 추가 설치하여 탄소흡수원 기능에 근거한 생태계서비스지불제 요청 및 이끼 임산물에 대한 임업직불제를 신청할 수 있을 것으로 기대함
- 이를 통해 태양광 사업주 또는 산주의 경제적 이익을 부가적으로 창출함으로써 더 심각한 난개발을 예방할 수 있을 것으로 기대함

한국이끼산업협회 출범...“탄소저감 효과 큰 이끼로 기후위기 대응”

- 청년농 육성과 어떻게 연계할 수 있는지.

미개척 산업인 만큼 청년농에게는 소득 창출의 기회가 될 것으로 보고 있다. 청년들이 농촌을 떠나는 가장 큰 이유는 금전이다. 이런 상황에서 다른 농산물보다는 이끼를 재배하는 게 농자재 비용 및 인건비 절감에 탁월하다고 본다. 쌀보다는 적어도 5배 이상 소득을 거둘 것으로 보고 있다. 다른 농산물보다 생육이 더 빠르고, 많이 수확할 수 있어서다. 특히, 스마트팜에 적용하면 최소 1년에 3번 판매가 가능하다. 청년농은 스마트팜에 관심이 높은 만큼 하나의 기회가 될 것이다.

출처 : 한국농어민신문(<http://www.agrinet.co.kr>)

- 한편, 생태계서비스지불제 사업 대상지역⁵⁰⁾은 다음과 같으며, 산림생태축의 경우 ‘멸종위기 야생생물의 보호를 위하여 필요한 지역’ 및 ‘생물다양성의 증진 또는 생태계서비스의 회복이 필요한 지역’ 등에 해당한다고 할 수 있음
 - 생태·경관보전지역, 습지보호지역, 자연공원, 야생생물(특별)보호구역, 멸종위기 야생생물의 보호를 위하여 필요한 지역, 생물다양성의 증진 또는 생태계서비스의 회복이 필요한 지역, 생물다양성이 독특하거나 우수한 지역, 생물권보전지역, 협약등록습지, 상수원보호구역, 상수원수질보전지역, 수변구역 등이 있음
- 생태계서비스지불제 활동내용⁵¹⁾은 다음과 같으며, 이끼 재배는 ‘환경조절서비스의 보전 및 증진 활동’에 해당하는 것으로 판단됨

50) 「자연환경보전법」 제12조, 「습지보전법」 제8조, 「자연공원법」 제2조, 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」 제27조, 제33조, 생물다양성법 제16조 제1항 제6호에서 제시하는 지역임

51) 생물다양성법 시행령 제10조 제1항 [별표1] 기준에 부합되는 활동임

- 환경조절서비스의 보전 및 증진 활동 : 식생 군락 조성·관리 등 온실가스의 저감, 하천 정화 및 식생대의 조성·관리 등 수질의 개선, 저류지의 조성·관리 등 자연재해의 저감
- 문화서비스의 보전 및 증진 활동 : 경관숲·산책로의 조성·관리 및 식물식재 등 자연경관의 유지·개선, 자연경관의 주요 조망점·조망축 조성·관리, 자연자산의 유지·관리
- 지지서비스의 보전 및 증진 활동 : 친환경적으로 경작방식 또는 재배작물 변경, 야생동물의 먹이 제공 등을 위하여 농작물을 수확하지 않는 경우, 습지 및 생태웅덩이 등을 조성·관리, 야생생물 서식지를 조성·관리

② 충남 중요 논습지에 설치된 태양광시설에 영농시설 도입

- 충남에서 반드시 보전해야 할 논습지는 약 8만ha이고, 그 가치는 총 71조 원 이상으로 평가된 바 있으나⁵²⁾ 현재 보전 근거 미흡하여 지속적인 감소 추세에 처해 있음
- 특히, 최근 들어 노령자 소유 논습지의 태양광시설 입지가 증가하는 추세임
- 따라서 중요 논습지에 설치되었거나 설치할 태양광시설에는 생산활동 유지를 위해 이끼 영농시설을 함께 설치하여 탄소흡수원 기능에 근거한 생태계서비스지불제 요청 및 이끼 임산물에 대한 임업직불제를 신청할 필요가 있음

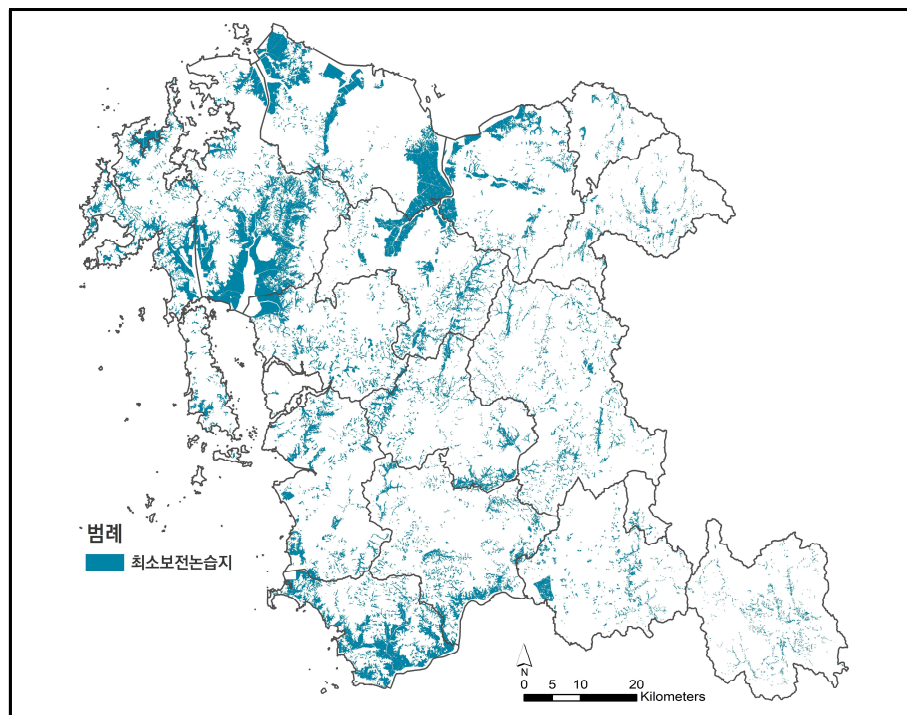


그림 19. 충남의 중요 논습지 분포도

출처 : 사공정희(2023) 충남 논습지 및 산림 보전을 위한 시·군 자원 우선순위, 충남연구원 정책지도.

52) 사공정희(2023) 충남 논습지 및 산림 보전을 위한 시·군 자원 우선순위, 충남연구원 정책지도.

1. ‘이끼산업’ 정의와 범위

1) 이끼산업 정의

- 이끼산업을 규정하는 방식은 크게 협의의 이끼산업과 광의의 이끼산업으로 구분할 수 있음. 협의로는 이끼를 재배(생산)하는 생산활동을 의미하고, 광의로는 산업생태계 관점에서 이끼 생산부문과 응용부문을 통틀어 가리킴
- 이끼산업을 하나의 전체 산업생태계 일부로 규정하고, 이끼를 생산하는 산업부문과 이 생산을 위해 필요한 재화 및 서비스를 공급하는 후방산업 그리고 생산된 이끼를 투입물로 활용하는 전방산업을 통틀어 이끼산업 생태계로 정의함
- 이에 따라 이끼산업은 좁은 의미에서는 이끼를 재배하는 산업이고, 넓은 의미에서는 이끼를 재배하여 이를 활용하는 응용 분야까지 포함하는 것으로 이해할 수 있음

2) 이끼산업 범위

① (협의의)이끼산업

- 이끼산업은 내부적으로 ‘종자생산업’과 ‘이끼생육업’으로 구분됨
 - 종묘와 재배를 구분하는 전통 방식에 따른 것이기도 하고, 산업표준분류상 이 두 분야가 구분되어 있기도 함
- 그러나 현실적으로 이끼종자생산업과 이끼생육업의 명확한 구분이 어려움
 - 이는 이끼종자 공급이 과수작물이나 곡물 종자와 같이 산업화가 고도로 진행되지 않은 상황에서 분지 방식을 통한 모종 증식이 가능하다는 특징에서 기인하는 바 있음

② 후방산업

- 이끼산업의 정상적 활동에 필요한 재화나 서비스를 공급하는 산업부문으로서 크게 관련 기술 또는 원부자재를 공급하는 산업을 의미함
- 관련 기술은 주로 종자 개량 또는 생육 기술에 관한 기술서비스이며, 원부자재는 모판, 펠릿, 영양액 등 제품을 공급하는 부문을 의미함
- 이러한 분야는 관련 과학기술서비스업과 밀접한 관련을 맺고 있으나, 관련 과학기술서비스는 연관산업으로 이를 광의의 산업생태계로 규정하기에는 무리가 있음

③ 전방산업

- 생산된 이끼가 투입물로 사용되는 분야를 의미함. 다른 말로 응용분야라고 할 수 있음
- 주요 응용 분야로는 조경, 인테리어, 식생복원, 환경정화 등이 있으며, 응용분야는 관련 기술의 발전 및 수요 변화에 따라 확장되거나 또는 경쟁제품에 의해 대체되기도 함
- 현재 이끼는 자체로 독립된 품목이 아니라 부자재로 투입되는 경우가 많으나 향후 이끼의 기능상 비중이 늘어남에 따라 이끼가 독립된 품목으로 인정될 가능성도 있음

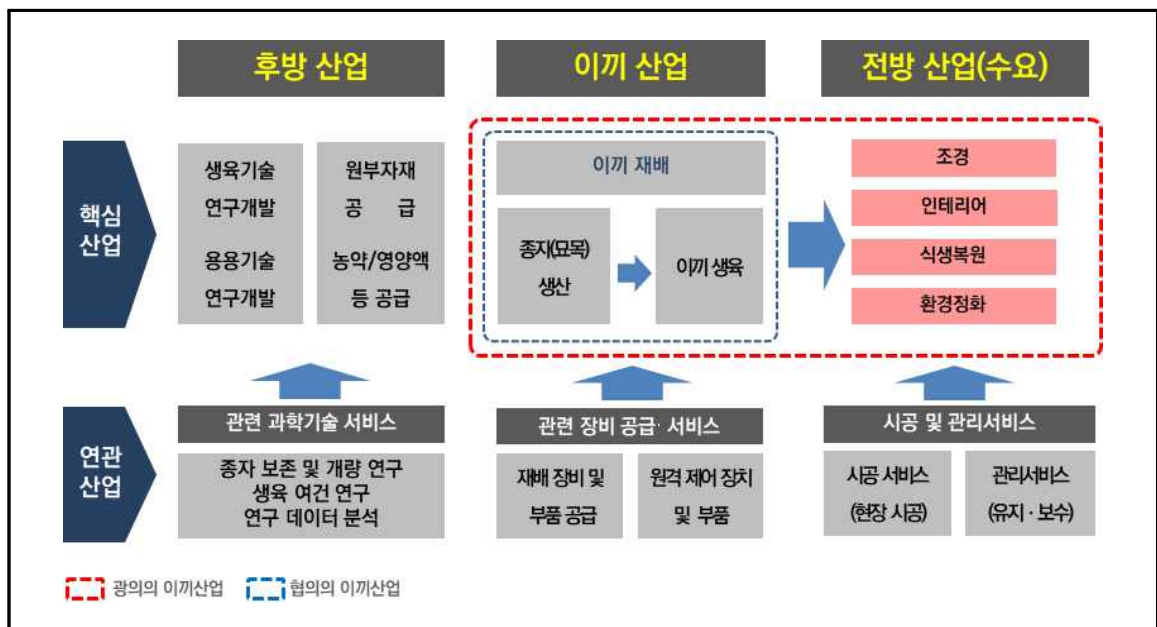


그림 20. 이끼산업과 범위 및 전·후방 연계산업 개념도

후방연계산업(코드번호)	해당 산업(코드번호)	전방연계산업(코드번호)
그 외 기타 섬유제품 제조업 1399	화훼작물 재배업 01122	토목시설건설업 4122
합성고무 및 플라스틱 물질제조업 2020	종자 및 묘목 생산업 01123	건축 및 조경설계서비스업 7211
비료 및 질소화합물 제조업 2031	임산물 채취업 02030	사업시설 유지·관리서비스업 7410
살균·살충제 및 농약 제조업 2032		조경관리 및 유지서비스업 7430
기타 일반 목적용 기계 제조업 2919		
농업 및 임업용 기계 제조업 2921		
기타 산업용 기계 및 장비 임대업 7639		

그림 21. 이끼산업(광의)의 산업분류 코드

3) 이끼산업 분류

① 한국표준 산업분류⁵³⁾에 이끼생산업 세분화 필요

- 제11차 한국표준산업분류에 의하면, ‘이끼’라는 단어는 분류코드 ‘01122 화훼작물재배업’과 02030 ‘임산물 채취업’에 분류되어 있음
 - 01122 ‘화훼작물재배업’은 색인어 ‘이끼노지재배’를 포함하므로 이끼생산활동은 화훼작물재배업임을 의미함
 - 02030 ‘임산물채취업’은 색인어 ‘야생이끼채취’를 포함하고 있어 이끼재배가 아닌 이끼채취를 의미하고 있음
- 즉, 이끼재배활동 또는 이끼재배업은 ‘화훼작물재배업’으로 분류되어 이끼는 화훼작물로 취급됨을 간접적으로 알 수 있음
 - 야생이끼채취는 경제활동으로 존재하나 비중이 작아 이끼산업 관점에서는 무시해도 될 만큼 비중이 작음
- 한편, 분류코드 01123 ‘종자 및 묘목 생산업’ 항목은 임업용을 제외한 종묘생산업을 포함하고 있는데 여기에는 ‘이끼종자생산’이 포함되어 있지 않음
- 결국 이끼는 화훼작물로 인식되고 있으며, 이끼 산업정책 수립들에 활용하기 위한 통계작성 등을 위해서는 별도의 범주화나 세분화가 필요함

53) 한국표준산업분류(KSIC: Korean Standard Industrial Classification)는 사업체단위, 기업체단위 등 생산단위를 기준으로 수행하는 산업 활동을 그 유사성에 따라 체계적으로 유형화한 것임. 이는 통계자료 정확성 및 국가 간 비교를 위해, 유엔 권고 국제표준산업분류를 기초로 작성한 통계목적 분류로 통계법에 따르고 있음. 그러나 통계목적 이외에도 일반행정 및 산업정책 관련 법령에서 적용대상과 산업영역 결정 기준으로 활용되고 있음. 분류구조는 대분류(1자리, 영문 대문자), 중분류(2자리 숫자), 소분류(3자리 숫자), 세분류(4자리 숫자), 세세분류(5자리 숫자)의 5단계로 구성됨. 분류는 대분류 21개, 중분류 76개, 소분류 228개, 세분류 487개, 세세분류 1,145개로 구성되었음.

표 3. 한국표준 산업분류체계

범주	한국표준산업분류	
차수	11	
분류코드	01122	02030
분류명	화훼작물 재배업 (Growing of Horticultural Specialties)	임산물 채취업 (Gathering of non-wood forest products)
설명 (한글)	<p>노지에서 화초, 잔디, 관상수 등과 같은 장식, 관상, 조원 및 조경용의 수목·꽃·풀 등을 재배하는 산업활동을 말한다.</p> <p>〈제외〉</p> <ul style="list-style-type: none"> -화훼작물의 종자 및 묘목 생산(01123) -화훼작물의 시설재배(0115) -공원에 화훼작물 식재 및 관리활동(7430) <p>〈예시〉</p> <ul style="list-style-type: none"> -정원수 재배 -조원용 풀 재배 -절화용 화초 재배 -분재 재배 	<p>연적으로 번식·생장하는 각종 용도의 야생식물 및 식물성 물질을 채취하는 산업활동을 말한다. 야생딸기, 버섯, 송로 및 견과 등 식용 가능 야생식물 채취 활동도 포함한다.</p> <p>〈제외〉</p> <ul style="list-style-type: none"> -재배한 고무나무에서 천연고무 라텍스액 채취(01140) -임업사업자를 대리한 임산물 채취·정리활동(02040) -육림업자가 자연산림 내 야생식물 채취하는 경우(02012) <p>〈예시〉</p> <ul style="list-style-type: none"> -천연 검 및 수지 채취 -쿠션, 매트리스 등 충전용 식물성 재료 채취 -천연 코르크 채취 -편조물용 식물성 재료 채취 -야생 딸기, 버섯, 송로 및 견과 등 식용 야생 식물 채취
색인어	관상수노지재배, 관상용수목노지재배, 관엽식물노지재배, 국화노지재배, 꽃노지재배, 난노지재배, 농업(화훼작물노지재배), 백합노지재배, 분재노지재배, 사루비아노지재배, 수목재배(정원용 ; 노지재배), 야생화노지재배, 이끼노지재배 , 잔디노지재배, 장미노지재배, 장식용수목노지재배 등	야생산나물채취, 야생천연수지채취, 야생밤채취, 야생버섯채취, 야생이끼채취 , 야생임산물채취, 천연검및수지채취, 천연코르크채취, 야생목피채취, 야생마로니에 열매 채취, 야생도토리 열매채취, 야생나무껍질채취, 골풀채취, 야생산딸기채취, 야생송로채취, 야생딸기채취, 야생송진채취, 야생식물성충전재료채취, 야생식물성 편조물용재료채취, 야생견과류채취, 야생단풍수액채취
차수	10	
분류코드	01123	
분류명	종자 및 묘목 생산업 (Growing of Crop Seeds and Nursery Products)	
설명 (한글)	<p>노지 또는 시설에서 각종 농작물의 종자, 버섯종균, 묘목을 생산하는 산업활동을 말한다.</p> <p>〈제외〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 육림용의 종자 및 묘목 생산(02011) <p>〈예시〉</p> <ul style="list-style-type: none"> -채소, 화초, 과수 종자 및 묘목 생산 -버섯 종균 생산 -접수 및 삽수 묘목 생산 -화초 종근 생산 -벼 모판 생산 	
색인어	감나무묘목재배, 견과류묘목재배, 고추묘생산, 과수묘목생산, 과수묘목재배, 과수종자, 생산(노지재배), 과수종자생산(시설재배), 굴나무묘목재배, 글라디올러스구근제조, 꽃종자생산, 농업(농작물묘목노지재배), 농업(농작물종자생산), 농작물묘목생산, 다알리아구근생산, 묘목재배(임업용제외), 배나무묘목재배, 배양종자생산, 배추묘생산, 백합구근생산, 버섯균생산, 버섯종균배양(생산), 버섯종균생산, 벼모판생산, 복숭아나무묘목재배, 비트종자생산, 사과나무묘목재배, 사료용식물종자생산, 삽수묘목생산(임업용 제외) 등	

출처 : 한국표준산업분류 10차(2017년), invisiblecity.tistory.com.

② 한국표준 직업분류⁵⁴⁾에 이끼 관련 직업 포함 필요

- 이끼재배, 이끼관리, 이끼식재 관련 직군은 '6 농림어업 속련 종사자'(대분류)하에 각각 '61212 화훼작물재배원'(세세분류)과 '61220 조경원'(세세분류)으로 분류가 예상되나 명시적으로 이끼재배나 식재 관련 규정은 나타나 있지 않음
- 이끼판매 관련 직군은 '5 판매종사자'(대분류) > '52117 원예작물판매원'(세세분류)로 분류될 것으로 예상하나 역시 이끼와 관련된 명시적 규정은 없음

표 4. 한국표준 직업분류체계

범주	한국표준직업분류		
차수	10		
분류코드	61212	61220	52117
분류명	화훼작물 재배원 (Floriculturists)	조경원 (Landscaper)	원예작물 판매원 (Garden Products Salespersons)
설명 (한글)	꽃, 교목, 관목 기타 원예작물을 재배하거나 증식시키고, 종자, 구근을 생산하는 자를 말한다. 또한 온실 속에서 파종이나 밀동, 눈틔움, 기타 방법으로 작물을 증식시키기도 하며 정원에서 채소를 재배하거나 과수를 가꾸기도 한다. <직업예시> -온실 정원사 · 공원 정원사 -원예사 · 관목 싹 접목자 -재배원 · 원예묘목 재배원	가로나 공원, 건물주변, 정원에 꽃이나 나무를 심고 가꾸는 일을 하는 자를 말한다.(이하생략) <주요업무> -이식할 나무를 선정하고 팽이나 삽을 이용해 터파기를 한 후 분 크기에 따라 부리를 전정하여 부리돌림을 한다. -이하 생략 <직업예시> · 조경사 · 조경원	꽃이나 화초 등 원예작물을 판매하는 자를 말한다. <직업예시> -꽃 판매원 -화초 판매원 -나무 판매원 -분재 판매원
색인어	갈대재배자, 공원정원사, 관목농작물전지자, 관목싹접목자, 관엽식물재배자, 관엽식물재배종사원, 구근작물재배자, 화훼, 구근작물재배종사원, 금화조재배자, 꽃재배원, 꽃재배자, 꽃재배자, 온실, 꽃채취원, 난재배자, 난재배종사원, 난초재배자, 농부(화훼재배), 눈접기술자, 눈접합원, 다육식물재배종사원 등	골프장잔디관리원, 골프장코스관리원, 문화재조경사, 사업체조경관리원, 수목식재원, 조경, 잔디식재원, 조경, 조경사, 조경원, 조경잡부, 조경조원사, 조경종사원	과실묘목도매원, 관상수도매원, 꽃도매원, 꽃소매원, 꽃판매원, 나무판매원, 대형마트판매원(원예작물), 묘목도매원, 분재류도매원, 분재판매원, 식물도매원, 아트플라워디자이너, 원예작물소매원, 원예작물판매원, 원예판매원,도매, 원예판매원, 소매, 잔디도매원, 잔디소매원, 조경수판매원, 플로리스트, 플로리스트,판매, 플로리스트,플라워디자이너, 허브도매원 등

출처 : [경제] 국제형 업종분류 코드 대분류~세세분류 : 농업,임업,어업 / 광업 / 제조업
업종코드 2019 기준(단순)경비율 1-4

54) 한국표준산업분류는 직업관련 통계를 작성하는 모든 기관이 통일적으로 사용하여 통계자료의 일관성과 비교성을 확보하기 위한 것으로, 각종 직업정보에 관한 국내통계를 국제적으로 비교할 수 있도록 ILO의 국제표준직업분류(ISCO)를 기초로 작성되었음. 포괄적 업무에 대한 분류를 원칙으로 하여, 국내외적으로 가장 보편적인 업무의 결합상태에 근거하여 직업 및 직업군을 결정하였음. 직업분류는 대분류(1자리 숫자 또는 영문자), 중분류(2자리 숫자), 소분류(3자리 숫자), 세분류(4자리 숫자), 세세분류(5자리 숫자)의 5단계로 구성되며, 각 항목은 대분류 10개, 중분류 52개, 소분류 149개, 세분류 426개, 세세분류 1,206개로 구성되어 있음.
(출처 : 한국표준산업분류 제10차 개정 분류 해설서(9차, 10차 연계표 포함))

③ 농림식품 품목 분류체계와 과학기술⁵⁵⁾ 분류체계에 이끼 포함 필요

- 이 분류의 품목분류에 따르면 이끼는 ‘c농림업공통’(분야) > ‘c3 관상식물’(대분류) > ‘c309 기타관상식물류’(중분류) 아래로 분류해야 할 것으로 판단되나 명시적 규정은 없음
- 한편, 농림식품과학기술코드에 따르면, ‘산림자원’ > ‘비목재 임산물 과학’ > ‘기타 비목재 임산물과학’에 속할 것으로 추정되나 명시적 규정은 없음

표 5. 농림식품 품목 분류체계

분야	대분류	중분류	소분류
c 농림업 공통	c3 관상 식물	c309 기타 관상 식물류	c309001 개양귀비
			~중략~
			c309028 자생나리
			c309029 잔디
			c 309030 제비동자꽃
			~중략~
			c3909999 기타관상식물류

표 6. 농림식품 과학기술 분류체계

대분류	중분류	소분류
산림 자원	산림 생산 과학	임목유전자원 · 육종
		양묘
		임목생명공학
		산림 조성·관리
		임도
	비목재 임산물 과학	기타 산림생산과학
		비목재임산물 유전자원 · 육종
		비목재임산물 생명공학
		비목재임산물 재배 · 생산
		비목재임산물 품질 · 수확 후 관리
		기타 비목재 임산물과학

④ 이끼산업분류체계 재정비 필요

- 정부의 공식 통계에서 이끼산업은 제대로 포착되어 있지 않아 관련 통계자료의 수집이나 축적이 매우 취약한 상황임
- 첫째, 결국 국가의 산업, 직업, 기술 분류 등에서 전반적으로 이끼 재배, 식재, 유통 등에 관한 규정은 사실상 없음
- 둘째, 이끼를 화훼작물로 인식하는 분류와 임산물로 분류하는 것이 혼재되어 있으며, 이러한 불확실성과 모호성은 향후 명확한 규정이 있어야 함
- 셋째, 이러한 결과로 인해 국가 통계상에서 객관적인 이끼산업 통계데이터를 확보하는 것은 불가능하며, 현재 산업 현황은 업계관계자의 추정에 의해서만 가능함

55) 농림과학기술분류체계는 그 동안 농기평, 농진청, 산림청 분류체계가 상이하여 농식품분야 R&D 정보에 대한 총괄적인 파악이 곤란하다는 판단에 의해 농림식품과학기술의 효율적 관리와 농식품 R&D 통합조정 틀로서 2014년에 제정되었음. 국가과학기술표준분류체계와 연계성을 강화하고, 농림식품 정책방향 및 과학기술 특성을 반영하며, 농림식품과학기술의 대표성을 확보할 수 있도록 제정이 되었고, 국가과학기술표준분류체계의 4단계(분야-대분류-중분류-소분류) 분류 체계를 도입하였음. 기술분야 및 품목에 대한 통합 정보 파악이 가능하도록 2원 분류(기술분류, 품목분류) 및 4단계(분야, 대분류, 중분류, 소분류) 체제로 구성하였는데, 품목분류는 농업, 임업, 농림업 공통 3개 분야에 10개 대분류, 54개 중분류, 1,084개 소분류로 구성하였음.

2. 국내 이끼산업 특징 및 현황

1) 국내 이끼산업 특징

① 속성상 재배업으로 자연조건에 의존성이 큼

- 식물을 재배하여 기르는 산업이므로 자연환경에 대한 의존성이 큼
 - 중요한 온도, 습도, 조도 등 자연환경에 따라 생육이 결정되는 근본적 구조를 가지고 있음
- 시장수요에 탄력적으로 대응이 어려우며 대량공급에 한계가 있음
 - 기본적으로 생육기간도 1년 1모작 중심이므로 수요 발생과 공급 간 시차가 존재함
 - 또한 수요 변동에 따라 수입을 통한 공급량 조절이 어려움

② 이끼산업은 B2B 시장 성격이 강함

- 이끼 제품의 소비자가 개인보다는 법인인 경우가 많음
 - 현재 이끼의 가장 큰 수요 분야인 조경의 경우 최종소비자가 개개인이 아니라 특정 시설 또는 부지와 연관된 기업체 또는 기관인 경우가 많음
 - 이끼는 조경의 부자재로 취급되는 경우가 많음
- 현재 개개인이 이끼를 소비하는 경우는 테라리움 등이 있으나 아직 예외적임
 - 개인이 이끼를 소비하는 경우는 밀폐된 용기에서 동식물을 기르는 테라리움이 대표적임
 - 이 경우 이끼는 분재나 관상용 화분과 같은 용도이기는 하나, 그 주 구성품이 이끼는 아닌 경우가 많으며 이끼가 주 구성품이 되는 경우는 예외적임
- 향후 성장이 예상되는 수요 분야인 화장품 원료, 바이오 원료, 환경정화 등도 가정용이 아니라 주로 산업용으로 쓰일 가능성이 큼

③ 유통시장이 발달해 있지 않음

- 이끼가 B2B 시장 성격이기 때문에 이끼제품의 도소매 시장은 발달하기 어려움
 - 시공업체가 이끼생산물의 직접 수요자이고 거래량도 중대규모인 경우가 많음
- 한편 수출입 등 국제무역도 발달해 있지 않으므로 수출입 유통시장 또한 발달이 미미함
 - 생물이므로 검역이 까다롭고 규제장벽이 높아 수출·입이 모두 어려워 내수산업 특성이 강함

2) 국내 이끼산업 현황

① 연간 출하액 100억 원 추산, 이끼산업 DB 구축 필요

- 이끼산업에 관한 공식 통계는 없고 산업규모 추정은 관련협회 추산에 의존하고 있음
 - 2023년 출범한 (사)한국이끼산업협회는 이끼산업 규모를 1,000억 원으로 추산하고 있으나 산업의 범위와 산정 근거는 없는 상황임
 - (사)한국이끼산업협회의 소개에 의하면, 세계 이끼산업은 2018년 약 10억 달러에서 2025년에는 약 20억 달러로 성장할 것으로 예상됨
- 한편, 국내 이끼 모판 공급업체⁵⁶⁾ 추산에 따르면, 이끼 연간 출하액은 100억 원 이상으로 추산됨
 - 인천 13만 개, 강원 6만 개, 관련협회 3만 개, 기타 10만 개, 합계 32만 개⁵⁷⁾의 모판을 올해 공급하였음
 - 이 수치는 전체의 70% 이상에 해당하는 모판 유통량으로 전체 생산량은 45만 개 이상으로 추산함
 - 이끼 한 모판 당 생산자가격을 20,000원으로 가정하면, 약 90억 원 수준임
 - 수입 이끼는 거의 없으므로 국내 이끼의 연간 생산액은 100억 원 이상으로 추산됨

② 주로 노지재배, 이끼재배 방식 다양화 필요

- 이끼는 노지재배와 온실재배가 있으며, 국내는 노지재배가 압도적으로 많은 비중을 차지함
 - 야생 이끼 채취도 이끼를 공급하는 방식이나 그 비중이 작음
 - 노지재배가 많은 이유는 생산된 이끼가 주로 야외에 설치되는 경우가 많으므로 온실 재배의 경우 현장 설치 후 생존 확률이 크게 떨어지는 점이 주요 요인으로 꼽히고 있음
 - 이외에 이끼가 온도나 습도에 대한 내성이 강하므로 노지재배를 하더라도 생존율이 강하기 때문임
- 온실재배는 이끼 생산량을 획기적으로 증가시킬 것으로 기대되나 그 실효성에 대해서는 아직 검증된 바 없음
 - 노지재배의 경우 이론상으로 2모작이 가능하다고 하나 노지재배 대부분은 1모작을 하고 있음
 - 온실재배는 3모작이 가능할 것으로 기대되나 그에 따르는 시설 투자 및 실제 효과에 대한 검증이 부족함
 - 온실재배를 통해 기른 이끼가 노지재배 이끼에 비해 생존 능력이 강한지에 대해서 아직 알려진 바 없음
- 이 외 대규모 스마트팜, 소규모 밭농사(일본 사례) 등 보다 다양한 재배 방식 도입이 필요함

56) 태성산업 내부자료 2024년 모판 판매량 기준.

57) 이끼 생산업체에서 중고모판이나 기존모판도 일부 사용하므로 32만 개 수량은 2024년 한 해 새로 공급된 수량만을 의미함. 즉, 실제 이끼생산에 이용된 모판의 수는 더 많을 것이며, 따라서 실제 이끼생산량도 더 많을 것으로 예상됨

③ 습한 산지 아래 적합, 이끼재배 적지 발굴 필요

- 생산지⁵⁸⁾는 전국적으로 분포하고 있으나 강원도가 가장 많은 생산을 하는 것으로 파악됨
 - (인천) 파코바이오엔그린(주) : 국내 유일 종자업 등록업체, 탄소꽃이끼(늦은서리이끼) 개발, 이끼연구소 운영
 - (인천) 한솔이앤씨 : 1천 평 규모로 늦은서리이끼 재배
 - (안산) 대부새시대영농조합법인 : 4천 평 규모로 늦은서리이끼 재배
 - (나주) 티에스엘 : 3,000평 규모로 늦은서리이끼 재배
 - (연천) 농업회사법인 안일농장 주식회사 : 3천 평 규모로 늦은서리이끼 재배
 - (동두천) 농업회사법인 그린필드(주) : 2천 평 규모로 늦은서리이끼 재배
 - (강화) 에코모스팜 : 500평 규모로 꼬리이끼, 초롱이끼, 깃털이끼 등 재배
 - (정선) 워터앤아트 : 6천 평 규모로 서리이끼, 깃털이끼 등 재배
- 이끼가 해발고도 300미터 이상에서 음지에서 습도가 적당한 곳에서 잘 자라는 것으로 알려져 있으며 이에 따라 강원도, 경북 등 산악지형이 발달한 곳이 주산지로 알려져 있음
- 생산지는 생육조건이 우수한 자연환경을 가진 지역(그늘, 높은 습도) 적절한 생육 온도는 우리나라에 산지가 많으므로 특정 지역에서만 생산되는 것은 아님

이끼의 주요 생육 조건

- 온도 : 대부분의 이끼가 15~25℃로 이보다 높거나 낮으면 잘 자라지 않아 생육기간이 길어짐
- 습도 : 최소 상대습도 80% 이상으로 유지하며, 습도 변화가 심하면 생장속도가 느려지므로 습도유지에 유의해야 함
- 조도 : 이끼종류에 따라 편차가 심하며, 기본적으로 80% 차광해 주고, 직사광선을 피하는 것이 좋으며 완전히 빛을 차단하면 생육이 불량해짐
- 비료 : 엽면시비용 복비를 2,000~4,000배액으로 희석하여 10~20일 간격으로 엽면살포
- 배지 : 크게 가리지 않으나 모래, 마사토(석비레), 발효, 부엽토, 상토 등이 좋으며, 토양 pH는 4.5~5.0으로 강한 산성이 좋음
- 번식 : 포자로도 할 수 있으나 상품화까지 소요기간이 길어지므로 생 이끼를 잘라 심어 증식함

58) 이양주, 정권(2024) 이끼를 활용한 도시 탄소중립 기여 방안, 경기연구원.

3. 충남 이끼산업 현황

1) 이끼산업 현황

① 전국적 위상

- 전국에서 충남의 이끼산업 비중을 파악하기 위해 이끼의 재배·채취 관련 산업부문의 통계를 확인하여 충남의 산업 지위를 파악하였음
 - 관련 코드는 01122(화훼작물재배업), 01123(종자 및 묘목 재배업), 02030(임산물 채취업) 등 3개 부문임
 - 자료는 전국사업체조사(2022년 기준)의 종사자수를 기준으로 함
- 이끼산업군은 2022년 기준 전국에서 4,129명이 종사하고 있으며, 01123(종자 및 묘목 재배업)이 3,333명으로 대부분을 차지함
 - 01122(화훼작물재배업) 750명, 01123(종자 및 묘목 재배업) 3,333명, 02030(임산물 채취업) 46명임
 - 01123(종자 및 묘목 재배업)이 가장 많은 수를 차지하며, 02020(임산물 채취업)은 46명으로 미미함
- 충남은 전국의 13%를 차지하며, 경기, 경북에 이어 전국 3위의 종사자규모를 갖고 있음
 - 충남은 01122(화훼작물재배업)에서는 9%로 경기, 전남, 강원에 이어 4위임
 - 충남은 01123(종자 및 묘목 재배업)에서는 14%로 경기, 경북에 이어 3위임
 - 충남은 02020(임산물 채취업)에서는 0%로 없음
- 충남의 인구 대비 종사자규모는 전국 1위임
 - 종사자규모로도 전국 3위에 해당하는 비교적 양호한 기반을 보유하고 있음
 - 그러나 인구 대비 종사자 수는 전국1위 임(경기 인구 1,341만 명, 경북 279만 명, 충남 206만 명 대비)

표 8. 이끼산업군의 시도별 종사자수 현황(2022년 기준, 명)

산업부문	합계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	기타
합계	4,129 100%	805 19%	435 11%	250 6%	548 13%	300 7%	460 11%	603 15%	381 9%	107 3%	240 6%
01122	750 100%	252 34%	66 9%	20 3%	70 9%	55 7%	116 15%	36 5%	33 4%	60 8%	42 6%
01123	3,333 100%	546 16%	360 11%	223 7%	478 14%	229 7%	344 10%	560 17%	348 10%	47 1%	198 6%
02030	46 100%	7 15%	9 20%	7 15%	0 0%	16 35%	0 0%	7 15%	0 0%	0 0%	0 0%

② 주요 업체 현황

- 충남 태안에는 국내 최대 이끼 농장인 (주)타이가(구, (주)티엔씨조경)⁵⁹⁾ 농장이 입지하고 있음
 - 충남 태안군 태안읍과 안면읍에 위치
 - 국내 최대 규모(2만 평)의 서리이끼 농장, 5년 전부터 모판 생산, 2023년 현재 10만 판정도 생산 가능
 - 독자적 생육 기술로 이끼 대량생육 및 높은 밀도(2~3배)로 생산(더 높은 공기정화 가능)
 - 기업대표와 이사는 모 대기업 헬스케어연구소 전문가 출신으로 높은 경쟁력의 인적 자원 보유



타이가 '모스에어', 키스타터 '베스트 오브 키스타터' 프로젝트 선정

모스에어는 지난해 키스타터에서 진행된 한국 프로젝트 중 최고 금액을 달성한 제품으로, 미국 키스타터와 인디고고, 일본 마쿠아케, 대만 켄텍, 한국 와디즈 등에서 글로벌 펀딩 대행사 세토웍스(대표 조충연)와 협업하여 글로벌 클라우드펀딩으로만 10억원이 넘는 사전 예약 판매에 성공했다.

기존 미세먼지만 제거하는 공기청정기와는 달리 이끼 필터를 통해 휘발성유기화합물(VOCs), 이산화탄소 농도도 낮추며, 제품 전면에 이끼를 노출함으로써 자연 친화적 인테리어 효과까지 볼 수 있는 특징이 있다.

무엇보다도 타이가는 이끼를 소재로 한 공기정화 제품과 건축자재를 개발하는 전문 기업으로 최근 충남 태안군에 6.6ha 규모의 서리이끼 재배농장을 설립하고 실내용 이끼 정화시스템을 개발하며 사업을 다각화하고 있다.

그림 22. 충남 태안의 (주)타이가 이끼 농장(좌)과 관련 뉴스(우)

출처 : (좌)자연을 담은 "서리이끼 모스랩 이끼액자" 상품개발 (tistory.com)
 (우)뉴스핌(2023.01.17.) 타이가 '모스에어', 키스타터 '베스트 오브 키스타터' 프로젝트 선정
 (<https://www.newspim.com/news/view/20240117000688>)

2) 후방산업 현황

① 전국적 위상

- 후방산업군은 이끼산업에 재화와 서비스를 투입하는 산업군으로 7개 산업군이 있음
 - 1399(그 외 기타 섬유제품 제조업), 2020(합성고무 및 플라스틱 물질제조업), 2031(비료 및 질소화합물 제조업), 2032(살균·살충제 및 농약 제조업), 2919(기타 일반 목적용 기계 제조업), 2921(농업 및 임업용 기계 제조업), 7639(기타 산업용 기계 및 장비 임대업) 등이 있음

59) 국제뉴스(2023.09.26.) [판 바꾼 스타트업] 최소 5년 '초격차' 이론 이끼산업 대표기업 타이가 '한국이 좋다'.
 (<https://www.gukjenews.com/news/articleView.html?idxno=2819218>)

- 후방산업군은 투입되는 재화나 서비스를 특정하기 어려운 점이 있어서 한국표준산업분류코드의 세분류까지만 고려하며, 이에 따라 종사자규모가 이끼산업에 비해 과도하게 커지는 경향이 있음
- 2022년 기준 전국에서 122,110명이 종사하고 있으며, 2020(합성고무 및 플라스틱 물질제조업)이 39,554명, 2921(농업 및 임업용 기계 제조업)이 24,799명으로 큰 비중을 차지함
 - 2020(합성고무 및 플라스틱 물질제조업) 39,554명, 2919(기타 일반 목적용 기계 제조업) 24,799명, 1399(그 외 기타 섬유제품 제조업) 22,303명, 2921(농업 및 임업용 기계 제조업) 15,443명 순임
 - 상대적으로 2031, 2032, 7639 등은 비중이 작음
- 충남은 전국의 7%를 차지하며, 광역도 중에서 경기, 경북, 전남, 경남에 이어 전국 5위의 종사자규모를 갖고 있음
 - 2020(합성고무 및 플라스틱 물질 제조업)에서는 13%로 경기, 전남에 이어 3위이며, 2031(비료 및 질소화합물 제조업)에서는 전남, 경북, 경기도에 이어 4위임
 - 2031(비료 및 질소화합물 제조업), 1399(그 외 기타 섬유제품 제조업) 등 부문에서는 순위가 낮은 편에 속함
- 후방산업군에서 충남은 9개 시·도 중 중간 정도의 위상을 가짐
 - 전반적으로 5위 수준의 규모를 가지고 있음
 - 또한, 산업부문에 따라 편차가 크게 나타남

표 9. 이끼산업 후방연계산업군의 시도별 종사자수 현황(2022년 기준, 명)

산업부문	합계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	기타
합계	122,110 100%	36,377 30%	1,241 1%	6,664 5%	8,580 7%	6,330 5%	8,790 7%	12,614 10%	8,806 7%	448 0%	32,260 26%
1399	22,303 100%	9,025 40%	84 0%	1,270 6%	768 3%	229 1%	149 1%	3,971 18%	888 4%	35 0%	5,884 26%
2020	39,554 100%	10,257 26%	232 1%	2,609 7%	4,968 13%	1,858 5%	6,194 16%	3,938 10%	1,935 5%	27 0%	7,536 19%
2031	8,474 100%	1,223 14%	257 3%	776 9%	933 11%	898 11%	1,289 15%	1,238 15%	874 10%	161 2%	825 10%
2032	3,815 100%	809 21%	297 8%	723 19%	254 7%	313 8%	165 4%	258 7%	166 4%	10 0%	820 21%
2919	24,799 100%	10,981 44%	93 0%	923 4%	1,267 5%	181 1%	294 1%	1,176 5%	1,658 7%	24 0%	8,202 33%
2921	15,443 100%	1,761 11%	93 1%	93 1%	93 1%	2,612 17%	444 3%	1,672 11%	2,957 19%	137 1%	5,581 36%
7639	7,722 100%	2,321 30%	185 2%	270 3%	297 4%	239 3%	255 3%	361 5%	328 4%	54 1%	3,412 44%

② 주요 업체 현황

- 충남 논산에는 모판 공급업체가 있으며, 국내 이끼 농장에 필요한 모판의 70% 이상을 매년 여기서 공급하고 있음⁶⁰⁾
 - 육묘상자, 과일상자, 파렛트, 농자재 등을 공급하는 플라스틱 생산공장임
 - 특히 이끼 생산에 쓰이는 다기능 육묘상자의 규격 등을 해당 업체에서 특허받음
 - 다기능 육묘상자의 경우 수분공급효과가 탁월하여 모 크기가 고르게 성장하고 바닥이 튼튼하여 뒤틀림이나 파손율이 아주 낮은 특징이 있음



그림 23. 이끼농장에 공급되는 다기능 육묘상자 사례
출처 : 태성산업 홍보자료.

3) 전방산업 현황

① 전국적 위상

- 전방산업군은 이끼산업이 생산한 재화와 서비스를 활용한 산업군으로 7개 산업군이 있음
 - 4122(토목시설건설업), 7211(건축 및 조경 설계서비스업), 7410(사업시설 유지·관리 서비스업), 7430(조경관리 및 유지 서비스업) 등이 있음
 - 대부분 이끼를 조경 또는 사방산업에 활용하는 분야로 구성되어 있음
 - 전방산업군은 투입되는 재화나 서비스를 특정하기 어려운 점이 있어서 한국표준산업분류코드의 세분류까지만 고려하며, 이에 따라 종사자규모가 이끼산업에 비해 과도하게 커지는 경향이 있음
- 2022년 기준 전국에서 491,289명이 종사하고 있으며, 4122(토목시설건설업)이 222,745명, 7410(사업시설 유지·관리 서비스업)이 152,655명으로 큰 비중을 차지함

60) 충남 논산시 태성산업 내부자료 2024년 모판 판매량 기준.

- 종사자수로는 4122(토목시설건설업)이 222,745명, 7410(사업시설 유지·관리 서비스업)이 152,655명, 7211(건축 및 조경 설계서비스업)이 108,493명 순으로 비중이 큼
- 7430(조경관리 및 유지 서비스업)이 7,396명으로 상대적으로 비중이 작음
- 충남은 전국의 4.3%, 광역도 중 전북, 전남에 이어 전국 4위의 종사자규모를 갖고 있음
 - 4122(토목시설건설업)에서 5.4%로 6위이며, 7211(건축 및 조경 설계서비스업)에서 5위, 7410(사업시설 유지·관리 서비스업)에서 3위, 7430(조경관리 및 유지 서비스업)에서 8위임
 - 전반산업에서 광역시도가 아닌 광역시의 비중이 매우 크게 나타나 도시 지향성이 비교적 큰 것으로 나타남
- 전방산업군에서 충남은 9개 시도 중 중간 정도의 위상을 가짐
 - 전반적으로 4위 수준의 규모를 가지고 있음
 - 전방산업군이 광역시에 주로 분포하는 것으로 나타나 전국 차원에서는 비교적 순위가 낮은 것으로 추정됨

표 10 이끼산업 후방연계산업군의 시도별 종사자수 현황(2022년 기준, 명)

산업부문	합계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	기타
합계	491,289 100.0%	79,741 16.2%	18,474 3.8%	17,379 3.5%	21,371 4.3%	35,960 7.3%	23,753 4.8%	20,286 4.1%	21,038 4.3%	6,071 1.2%	247,216 50.3%
4122	222,745 100.0%	36,658 16.5%	12,758 5.7%	9,099 4.1%	12,002 5.4%	9,059 4.1%	16,790 7.5%	13,106 5.9%	12,586 5.7%	3,265 1.5%	97,422 43.7%
7211	108,493 100.0%	16,597 15.3%	2,542 2.3%	3,604 3.3%	2,643 2.4%	2,248 2.1%	2,059 1.9%	2,869 2.6%	3,082 2.8%	1,223 1.1%	71,626 66.0%
7410	152,655 100.0%	24,331 15.9%	2,750 1.8%	4,282 2.8%	6,435 4.2%	24,331 15.9%	4,286 2.8%	3,784 2.5%	4,778 3.1%	1,469 1.0%	76,209 49.9%
7430	7,396 100.0%	2,155 29.1%	424 5.7%	394 5.3%	291 3.9%	322 4.4%	618 8.4%	527 7.1%	592 8.0%	114 1.5%	1,959 26.5%

② 주요 업체 현황

- 충남 계룡에는 그린복합토 발명특허 업체⁶¹⁾를 보유(계룡)하고 있음
 - 그린복합토 녹화공법은 친환경적 자연복원을 위해 자연포토, 천연퇴비, 수피, 기타 유기질 혼합물로 생태복원용 혼합 종자와 혼합해 현장 여건에 따라 두께를 달리해 시공함으로써 원가절감 및 법면의 자연복원과 조기녹화를 꾀할 수 있는 획기적인 공법임
 - 연구개발에 지속적 투자 중이며, 향후 생태복원용혼합 종자로 이끼 사용 가능성 및 도로 사면, 채석장 나대지, 이끼원, 건축물 및 축사 벽면 등에 대한 도입 가능성 연구가 필요함

61) 지케이건설조경(주) 홈페이지



그림 25. 사면 그린복합토 녹화공법 적용 사례

출처 : 지케이건설조경(주) 홈페이지.

- 일반적으로 이끼 관수시설은 이끼 생육판과 함께 설치되는데 충남에는 방역 기능을 동반한 나노물분자 제공시설(특허) 업체⁶²⁾가 아산시에 있음
 - 축사시설에 이끼 수직벽과 울타리 등을 설치하여 축사 악취 및 온도를 저감할 수 있음
 - 축사 이외에도 식품공장, 먼지발생공장, 수처리장 등에 설치할 수 있음
 - 이끼가 건강하게 생육하면서 제 기능을 발휘하기 위해서는 적절한 수분 공급이 필수적임



그림 26. 울타리(좌) 및 벽면(우)에 설치된 수직 이끼네트

출처 : 한국이끼산업협회 내부자료.

62) 충남 아산시 (주)에드마임(www.edmayim.co.kr).

04

충남의 이끼숲 조성 기반 현황

1. 국내 · 외 이끼정원 사례 및 시사점

1) 일본 이끼정원 사례

① 군마현 차츠보미 고케 공원(チャツボミゴケ公園)⁶³⁾

- 군마현 아가츠마군에 위치하며, 이끼의 진귀함과 희소성으로 일본에서 근년 주목받고 있음
- ‘차츠보미 고케’ 군생지로 유명한데, 이끼 중에서도 내산성(耐酸性)이 가장 강한 특수한 이끼로 해당 지역에는 생육에 필요한 산성 황화천이 용출되고 있음
- 공원 내 2,000㎡ 규모로 펼쳐진 이끼 군생지 ‘아나지고쿠(穴地獄)’는 본래 철광석 채굴로 형성되었으나 온천이 나오면서 이끼가 생육하기 좋은 환경이 됨



그림 28. 일본 군마현 차츠보미 고케 공원

출처 : 공원안내 홈페이지(<https://chatsubomigoke.jimdofree.com/>)

63) 군마현 차츠보미 고케 공원 홈페이지(<https://tabinakanojo.com/>) , 람사르 등록, 일본국가천연기념물로 지정되어 보호 관리 중임(2017.2)

② 가고시마현 야쿠시마국립공원 시라타니 운수협(白谷雲水峽)

- 야쿠시마는 “한 달에 35일 비가 내린다.” 할 정도로 일본 내 최고 강수량 지역임
- 임야청이 ‘인간과 삼림이 만나는 곳(人と森林とのふれあいの場)’으로 선정한 자연휴양림(1979년)으로 세계문화유산(1993), 람사르습지(2005), 2012년 국립공원(2012)에 해당함
- 야쿠스기(1,000년 이상 수령의 삼나무)와 원생림, 개천과 이끼에 덮인 바위가 어우러진 원시 광경이 인상적이며, 유명 애니메이션 ‘원령공주(もののけ姫)’의 배경으로도 유명함
- 이끼로 유명한 장소는 시라타니 운수협 내 코케무스모리(苔むす森) 구역임
 - 운수협은 야쿠시마의 표고 600~1,050m 지점에 있는 계곡임
 - 코케무스모리는 약 424ha에 펼쳐져 있는 원시림 형태의 삼림 레크레이션 숲⁶⁴⁾임
 - 일본에 존재하는 1,600종 이끼 중, 약 600종의 이끼가 서식하고 있음
- 다양한 투어 프로그램, 관련 협회가 운영 중임
 - 야쿠시마관광협회, 야쿠시마가이드협회, 야쿠시마초 에코투어리즘추진협의회, 야쿠시마환경문화재단 등 다양한 조직에서 투어 프로그램을 운영하고 정보를 내보냄
 - 조직에서 가이드를 운영 중이며, 가이드 없이 개인 방문도 가능함
 - 삼림환경정비추진협력금으로 500엔을 징수함
- 야쿠시마초에서는 야쿠시마 공인가이드제도를 운영하고 있음
 - 에코투어리즘추진협의회와 함께 등록가이드→인정가이드→공인가이드 3단계 제도 구축

표 11. 야쿠시마 가이드제도

단계	등록가이드	인정가이드	공인가이드
실시주체	야쿠시마초 에코투어리즘 추진협의회	(좌동)	야쿠시마초
추가가치	안전	만족	신뢰
자격	-야쿠시마초 규약에 동의 -배상책임보험 가입 -구급법 강습 수강 -(공공재단)야쿠시마환경문화재단이 실시하는 가이드 세미나 수강 -본 협의회원 2명 추천	-산, 강, 바다 등의 전문자격 보유 -등록가이드 2년 이상 혹은 200일/200회 가이드 실무실적 보유 -야쿠시마學 시험 합격 -야쿠시마초 가이드 활동단체 가입 -정기적 건강검진 -마을주민 -야쿠시마 연구강좌 연1회 수강	-인정가이드로 공인된 자 -초세(町税) 미체납

출처 : 屋久島公認ガイド(<http://www.yakushima-eco.com/>)

64) 일본 임야청이 국민의 보건, 문화, 교육 등에 이용을 목적으로 지정한 숲. 각각의 숲의 특징과 이용 목적에 따라, 자연휴양림, 자연관찰교육림, 풍경림, 삼림스포츠림, 야외스포츠지역, 풍치탐승림의 6종류로 구분



그림 29. 일본 가고시마현 아쿠시마 코케무스모리
출처 : 구글 이미지 (왼편 안내도의 붉은 원이 코케무스모리)

③ 카나가와현 신센쿄 이끼정원(神仙郷の苔庭)

- 카나가와현 하코네 고라(箱根 強羅)에 있는 신센쿄는 제2차 세계대전부터 전후까지 혼란기에 '오카다 모키치'라는 종교인이 정비한 정원임(30,000평 규모, 1953년 완성)
 - 세계구세교 교주였던 오카다 씨가 '지상천국'을 표현한 이상향으로 만든 신센쿄는 고라 지역의 자연 특징을 정교하게 살리면서 독특한 구성과 손질방식으로 유명함
 - 원내에는 하코네미술관(2021년 국가명소 지정), 닛코덴(2024년 등록유형문화재 등록), 정자 등 예술적 역사적으로 가치있는 건물 입지
- 약 130종의 이끼와 220그루의 단풍이 만들어 내는 풍경이 계절마다 아름다운 풍경을 연출
 - 각 정원은 이끼, 대나무, 돌 등 메인 재료를 중심으로 테마를 구성하였음
- 신센쿄 보존활용위원회와 미술관이 함께 정원세미나 개최를 통해 지역명소 홍보 및 이끼 관심도 제고시키고 있음

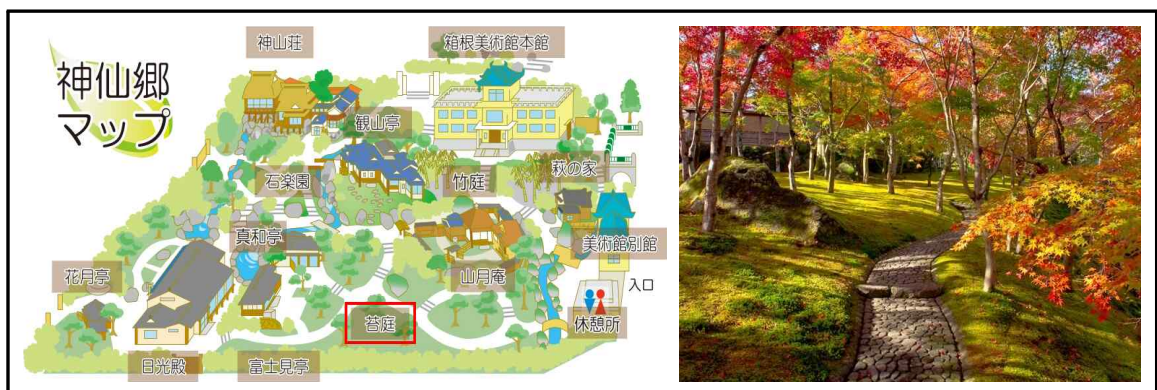


그림 30. 일본 카나가와현 신센쿄
출처 : 신센쿄 홈페이지 (<https://shinsenkyo.jp/>), 왼편 위치도의 붉은선 상자가 이끼공원

2) 국내 이끼정원 사례

① 서울 남산공원의 이끼정원⁶⁵⁾

- 청정지역을 나타내주는 지표식물인 이끼로 정원을 조성하여 2013년 개장한 이끼정원은 남산공원 야외식물원 중턱 산책로를 따라 흐르는 실개천 옆에 218m² 규모로 조성되었음
- 조경의 부재료로 이용해 오던 이끼와 주택과 사육 등에서 소폭 조성하던 이끼정원을 공공시설인 공원에 조성한 것은 남산공원이 처음임
- 성토 바닥과 고목 및 바위에 자연스럽게 입혀 준 이끼는 수분은 좋아하나 물이 정체되어 습한 것은 싫어하므로 습도 유지를 위해 한낮을 피한 오전과 오후 시간에 한 차례씩 살수함



그림 31. 서울 남산공원의 이끼정원

출처 : 서울특별시 홈페이지, 공원소식(<https://news.seoul.go.kr/env/archives/34432>)

② 광주(경기도) 곤지암 화담숲 이끼원⁶⁶⁾

- 화담숲은 LG 상록재단이 공익사업 일환으로 설립·운영하는 수목원이며, 지난 2006년 4월 경기도 광주시 도척면 도동리에 165,265m²(약 5만평)로 조성됨
- 정식개원은 2013년으로 16개의 테마원과 국내 자생식물 및 도입식물 4,000여 종을 수집하여 전시하고 있으며, 멸종위기생물 복원 및 자연생태계 복원을 목표로 하는 연구현장임
- 화담숲 이끼원에는 솔이끼, 서리이끼, 비꼬리이끼 등 30여종의 이끼류가 살고 있으며, 이른 아침 이끼원을 거닐다 보면 신비스러운 자연 원시림에 온 듯한 기분을 느낄 수 있음

65) 서울특별시 홈페이지(<https://news.seoul.go.kr/env/archives/34432>)

66) 화담숲 홈페이지(<https://www.hwadamsup.com/renewal/pc/ko/info/intro.do>)

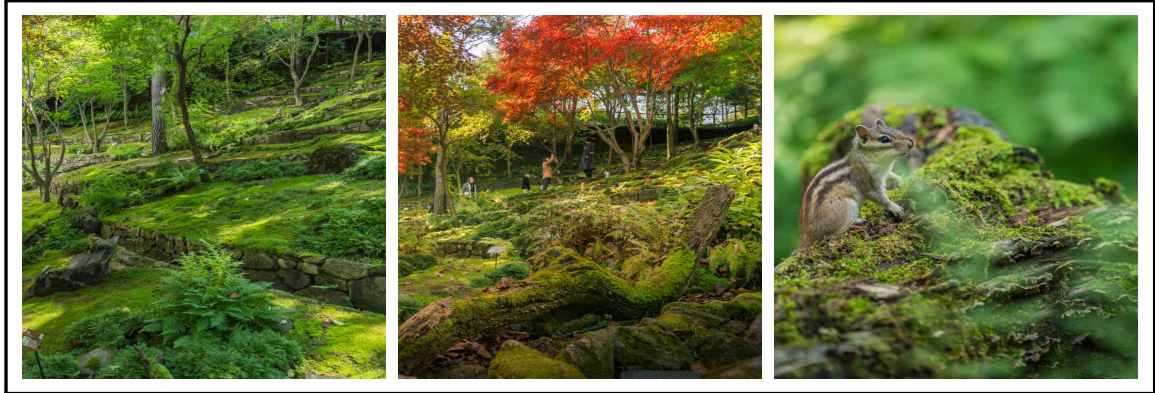


그림 32. 광주 곤지암 화담숲의 이끼원

출처 : 화담숲 홈페이지(<https://www.hwadamsup.com/renewal/res/pc/assets/images/themeone/2-1.png>)

③ 부천 이끼생태정원⁶⁷⁾

- 부천시는 부천여성청소년센터 화단에 70㎡ 면적의 이끼생태정원(원미산을 형상화해 털깃털이끼, 비단이끼 등 4종의 이끼)을 조성하였음
 - 관내 자원봉사단체(원미사랑탄소중립실천단)를 포함한 지역주민 30여 명이 함께 방치된 녹지 화단을 발굴하고 이번 이끼생태정원을 설계·조성했다는 점에서 의미가 있음
- 2023년 부천시는 중앙공원에 탄소흡수원 이끼생태정원(한라산을 형상화해 탄소꽃이끼, 털깃털이끼 등 6종의 이끼)을 조성하였음
 - 2018년부터 ‘부천 시민정원사 양성교육’을 추진하여 지난해까지 총 232명의 시민·마을 정원사를 양성했으며, 실용적인 정원조성 및 유지·관리를 중심으로 교육을 진행하고 있음



그림 33. 부천 여성청소년센터(좌) 및 중앙공원(우)의 이끼생태정원

출처 : 부천시 홈페이지(http://news.bucheon.go.kr/news/photo/202309/34634_78909_3557.JPG)

67) 부천시 홈페이지(http://news.bucheon.go.kr/news/photo/202309/34634_78909_3557.JPG)
 IBS뉴스, 부천시, 중앙공원에 탄소흡수원 이끼 생태정원 조성...‘탄소중립 실천’
 (http://www.ibsnews.kr/paper/data/news/images/2023/06/124_L_1687831142_1.jpg)

3) 국내·외 이끼정원 시사점

① 국외의 경우, 이끼의 생태적 원시성 충분히 활용

- 일본에서는 근년 이끼 명소를 둘러보는 “이끼투어”가 인기 급상승 중임
 - 군마현 ‘차츠보미고케 공원(チャツボミゴケ公園)’
 - 카고시마 야쿠시마 ‘시라타니 운수협(白谷雲水峽)’
 - 카나가와현 신센교 ‘하코네미술관 이끼정원(箱根美術館の苔庭)’
 - 이시카와현 ‘지혜의 숲(叡智の杜)’
 - 후쿠이현 ‘헤이센지 하쿠산신사(平泉寺白山神社)’
 - 교토 산젠인(三千院), 기오지(祇王寺), 사이호지(西芳寺) 등이 이끼명소로 유명
- 군마현, 카고시마현 사례는 국가공원 지정, 람사르습지 지정 등 생태계적으로도 중요한 가치를 인정받고, 이를 ‘삼림레크레이션’ ‘자연휴양림’과 같은 부처사업과 연계하여 국민 참여, 방문을 촉진하고 있음
- 지역협의체, 협회 등을 자발적으로 구성하여 에코투어리즘, 마을관광, 공인가이드 제도 등 지역자원을 올바르게 알리고 안내하기 위한 제도적 장치를 설계하고 발전시킴
 - 군마현 나가노조쵸 마을관광협회
 - 카고시마현 야쿠시마 야쿠시마관광협회, 야쿠시마가이드협회, 야쿠시마쵸 에코투어리즘추진협의회, 야쿠시마한경문화재단, 공인가이드 제도
 - 카나가와현 신센교 보존활용위원회 - 하코네미술관 주최 정원세미나
- 세계적으로 특이한 이끼(차츠보미고케), 원시림 속 이끼(야쿠시마 코케무스모리)와 같은 희귀성이 주는 아름다움도 있지만 신센교 이끼정원처럼 ‘정교한 구성 + 이끼 다양성 + 손질’을 통해 이끼명소가 되는 사례도 있음
 - 이끼명소는 대부분 이끼군락지가 규모가 있거나 역사적 경관/건물 경관과의 어울림이 유명해진 사례가 많음
 - 이끼가 만드는 신비로운 풍경을 조망하는 방식과 함께 지역 가이드, 세미나 등을 통해 이끼에 친숙하게 다가갈 수 있는 구성은 재방문을 촉진할 수 있음
- 일본의 경우는 대규모 이끼 생산도 있지만 우리나라와 달리 농가에서 소규모로 재배하여 공급하는 방식도 많이 이루어지고 있음
 - 이로 인해 대규모 수급에 시간이 걸리는 단점이 있음
 - 이끼가 일반 농산물과 같이 개별 농가 소득에 기여할 수 있음

② 국내의 경우, 이끼의 인위적 아름다움과 기능성에 주목

- 이끼에 대한 관심이 높아지면서 이끼정원이나 숲을 조성하여 관광지로 활용하고 있으며, 최근에는 공기정화, 토질정화, 탄소흡수 등 이끼의 기능성에도 주목하고 있음
- 다만, 우리나라는 일본과 달리 이끼가 가득한 원시림이 흔하지 않아 인위적 조성 방법과 유지 관리에도 관심이 많음
- 처음 시작은 대기업이나 대규모 수목원의 일부로 이끼정원이 조성되었으나 최근 들어 마을 단위나 기관 단위에서 조성하기도 함
 - 이는 2000년대까지 자연에서 이끼를 채취하여 공급하는 방식이었다면 현재는 대규모 이끼 생산 및 공급이 가능하기 때문에 판단됨
 - 이 같은 대규모 생산체계로 인해 이끼는 임산물임에도 불구하고 소규모 농가의 수익 창출에는 크게 이바지 못하는 것으로 보임
- 이와 같이 국내에서는 기존 이끼 서식지를 확대하여 자연 상태의 원시성을 유지 보전하기보다는 새로운 장소에 이끼 서식지를 조성하는 방식이 일반적임
- 또한, 이끼 생육지 조성에 치우치다 보니 이끼와 함께 서식가능한 야생생물에 대한 관심은 상대적으로 미흡한 실정임

③ 기존 이끼서식지 파악 및 다양한 이끼 종자 개발 필요

- 이끼의 생물학적 특성에 대한 고려가 미흡한 상태에서 인위적으로 이끼 생육지를 조성하기 보다는 이끼 생육에 적합한 지역을 발굴하는 것이 우선 필요함
- 이를 위해 충남의 이끼 서식지 현황 파악이 필요하며, 이끼와 공생하는 야생동물에 대한 DB도 구축할 필요가 있음
- 또한, 이끼는 직사광선보다는 수목 사이로 들어오는 간접광을 좋아하므로 현재 이끼와 공생하는 숲의 생태적 형태 파악도 필요함
- 그럼에도 불구하고 우리나라에는 일본과 같은 이끼원시림이 흔하지 않으므로 인공서식지를 조성하는 것이 필요함
- 따라서 다양하고 열악한 환경에서도 생육 및 관리가 수월한 이끼 종자 개발 및 육종 등의 연구에도 힘을 기울일 필요가 있음

2. 국내 유일 이끼 주제공원 조성

1) 장항습지의 기능 확장을 위한 ‘전망산 이끼공원’ 조성

- 이끼는 그늘지고 습한 곳이 서식에 유리하므로 장항 국가습지복원 대상지 남측에 위치한 ‘전망산’의 북측에 이끼서식지 조성을 제안함
 - 특히, 전망산 북동쪽에는 식생이 거의 없고 그늘지므로 이끼 생육이 가능할 것으로 판단됨
- 장항습지에서 바라보는 경관도 매우 아름다울 것으로 예상되며, 복원대상지 주변으로 시선이 확대되어 공간적 범위도 실제보다 크게 인식되는 효과를 기대할 수 있음
- 경관뿐 아니라 탄소흡수원 기능, 열저감 기능, 미세먼지 저감 기능 역시 복원대상지에서 주변까지 확대할 수 있을 것으로 기대함



그림 36. ‘장항 국가습지복원사업 대상지’ 남쪽 ‘전망산이끼공원’ 위치도

출처 : (상좌, 하) 카카오맵.

(상우) https://img9.yna.co.kr/photo/yna/YH/2022/10/27/PYH2022102711610006300_P4.jpg.

2) 이끼도롱뇽 보전을 위한 ‘이끼도롱뇽 이끼숲(지방정원)’ 조성

- 한국특산종인 이끼도롱뇽은 충남 야생생물보호종으로 지정되어 있으며⁶⁸⁾, 충청남도, 전라북도 일부 이끼가 많은 산간 지역 바위 밑에서 10여 마리씩 모여 숨어서 서식함⁶⁹⁾

- 몸이 가늘고 등에 누런 굴색이 돌며, 몸길이는 4cm 안팎임
- 도롱뇽속 3종과 외형상 비슷하여 최근에야 신종으로 기재됨
- 미주도롱뇽과 종들의 특징인 주둥이에 홈(groove)이 있음
- 등에 누런 갈색이나 붉은색 줄무늬가 있음
- 아시아의 다른 도롱뇽이 허파 호흡을 하는 것과 달리 허파가 없고 피부호흡을 하는 것이 가장 큰 특징임
- 아시아의 도롱뇽에는 없는 혀·발·두개골을 가지고 있음



그림 37. 논산 대둔산의 이끼 위 이끼도롱뇽
사진 : 정옥식(2017)

- 논산, 공주, 계룡 일대 이끼도롱뇽 서식지를 대상으로 기존에 생육하고 있는 이끼의 생육 범위를 확대하여 그 일대를 이끼공원으로 조성할 것을 제안함
- 아시아에서 국내에만 서식하는 신종으로 논산(대둔산), 계룡(향적산), 공주(계룡산)과 전라도 일부에 서식함
- 최근 관광개발 등으로 서식지 파괴, 종 소멸 위험이 우려되므로 지속적인 모니터링과 보호대책이 필요함

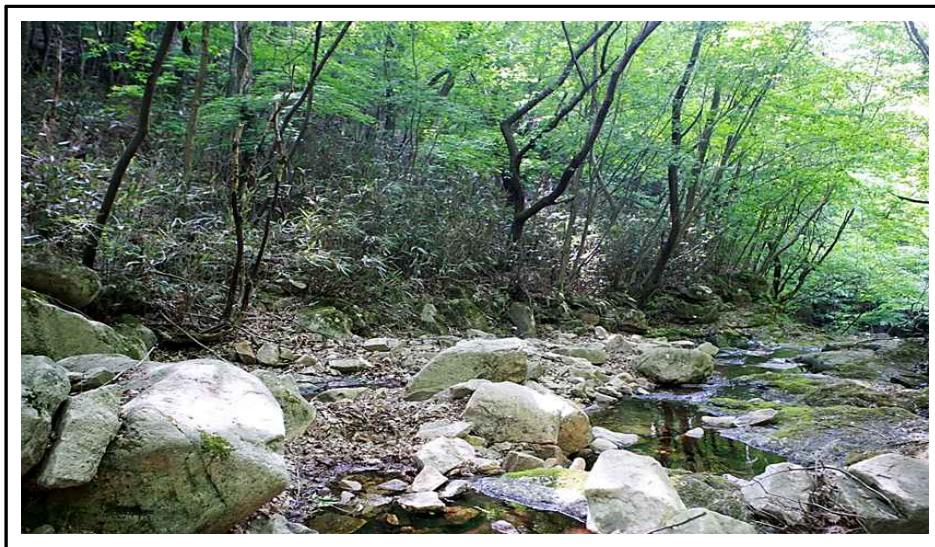


그림 38. 논산 대둔산의 이끼도롱뇽 서식지(계곡 습지)

사진 : 정옥식(2017)

68) 충청남도 고시 제2017 - 230호, 《「충청남도 야생생물보호종」 지정 고시》, 충청남도지사, 도보 제2383호, 339-341면, 2017-06-30.

69) 국립생물자원관(2010) 한반도생물자원포털(<https://species.nibr.go.kr/home/mainHome.do?contCd=009002&ktsn=120000001368>).

3) 이끼정원 조성 가이드라인

① 국외사례

- 미국의 ‘모스가드닝’에서는 이끼정원을 가꾸는 방법으로 다음을 제시하고 있음⁷⁰⁾
 - 이끼정원 주변에 나무와 식물을 배치하여 자연스러운 그늘을 만들고, 습도 유지를 위해 정기적으로 관수함
 - 배수 시스템을 갖추고 과도한 습기가 이끼를 해치지 않도록 관리함
 - 이끼 정원에 하루 방문객 수를 제한하고 사전 예약제를 운영함
 - 방문객들은 이끼를 밟지 않도록 지정된 경로를 따라 이동, 정원 내에서 사진 촬영을 금지함
 - 겨울철(1월 중순부터 2월까지) 정원을 폐쇄하고, 전문가들이 정원점검, 필요한 보식 및 보수 작업을 수행함
 - 정기적으로 이끼 상태를 점검하고, 손상된 부분은 즉시 보수함
 - 정원 내 잡초를 제거하고, 적절한 영양분을 공급함
 - 인위적인 조치보다는 자연적인 성장 조건을 최대한 활용함
 - 정원의 토양 유실 방지를 위해 조치하고, 자연스러운 물순환으로 이끼에게 최적의 환경을 제공함

② 국내 사례

- 한국의 H수목원 이끼정원 조성의 기본조건으로 다음을 제시하고 있음⁷¹⁾
 - 빛이 직접 닿는 장소나 서쪽으로 열린 계곡, 서쪽 경사면은 이끼 생육에 부적합함
 - 정원에서 적절하게 환경만 조절하면 그곳에 가장 알맞은 몇 종의 이끼가 저절로 돌아 날 것이고, 점차 늘어나고, 그 중 선택하여 관리하고 늘려간다면 그럴듯한 이끼 정원을 완성할 수 있음
 - 양지성이끼 : 오전 중 내내 빛이 잘 드는 곳에 자라는 이끼, 서리이끼, 은이끼 등
 - 반음지성이끼 : 오전 9시 정도까지 빛이 잘 드는 곳의 이끼, 솔이끼, 비꼬리이끼, 붓이끼, 털깃털이끼 등
 - 음지성이끼 : 낮에 나뭇가지 사이 간접광만을 받는 이끼, 꼬리이끼, 너구리꼬리이끼, 나무이끼, 깃털이끼 등
 - 건성이끼 : 솔이끼류를 비롯하여 모든 정원 소재용 이끼
 - 습성이끼 : 물이끼류로써 계곡부 일부를 제외하고는 대부분 정원용으로 부적합
 - 직립성이끼 : 솔이끼류, 꼬리이끼류 등 대부분의 정원 소재용 이끼
 - 포복성이끼 : 깃털이끼류가 대표적인데 이끼정원의 관리상 많은 단점이 있으므로 아주 제한적으로 이용
 - 이끼정원에 가장 많이 이용되는 것은 지상착생형
 - 암착생형과 수피착생형을 적절하게 활용하면 훨씬 운치 있는 분위기 조성 가능

70) 이끼 원예 팁 - MountainMoss(<https://www.mountainmoss.com/pages/moss-gardening-tips>)

71) 이OO 당시 H수목원 팀장(2007) H수목원 내부자료.

1. 연구요약

1) 이끼 수요발생 기반 확인

① 악취 및 미세먼지 저감을 위한 ‘축사 공기정화’ 필요

- 축사에서 발생하는 악취의 주요 원인인 암모니아는 산업시설과 편서풍으로 유입되는 황산성분 및 염분성분과 결합하여 매우 위험한 2차 미세먼지를 생성함
- 따라서 충남 악취와 미세먼지의 주요 원인인 축사시설에 대한 공기정화가 필요하며, 이를 위해 축사시설에 이끼벽면을 도입할 필요가 있음

② 열 및 먼지 저감을 위한 ‘채석장 탄소흡수원 전환’ 필요

- 수십 년간 나대지로 유지되는 채석장은 꾸준히 증가 중이므로 작업 완료와 무관하게 채석장 자체를 탄소흡수지로 전환하는 혁신적인 변화가 필요함
- 따라서 생육기간이 긴 수목보다는, 이끼를 채석장 내부(그늘진 방향 또는 교목 아래)에 살포하고, 이끼 생육을 위한 관수시스템을 함께 설치하여 먼지와 열 발생에 대응할 필요가 있음

③ 탄소흡수원(염습지) 확대를 위한 ‘역간척지(폐염전) 토양환경개선’ 필요

- 충남은 갯벌에 대한 간척지 비율 전국 1위이므로 역간척을 통한 생물다양성 증진, 탄소흡수원 확대 등이 필요하며, 특히 국제적(IPCC) 인정을 위해서는 염습지 조성이 우선 필요함

- 따라서 탄소흡수원으로서의 국제적 인정을 위해 예전의 염습지 위치를 역간척하여 염습지로 복원할 필요가 있으며, 이끼를 도입하여 초기 염생식물 활착을 위한 토양환경개선이 필요함

④ 식량부족 대비를 위한 ‘최소보전논습지 영농기술 도입’ 필요

- 지속적인 논습지 감소는 쌀생산지 및 탄소저장원의 감소를 의미하며, 이는 향후 전 세계 식량부족과 기후변화 문제를 간과하는 것이라 할 수 있음
- 따라서 충남의 ‘최소보전논습지’에는 이끼 영농태양광시설을 도입하여 고령 농업인구의 경제안정화를 도모하고, 논습지가 다른 토지로 난개발되는 것을 방지할 필요가 있음

2) 이끼 관련 사업확장 기반 확인

① 국내 최대규모 이끼 농장 보유(태안)

- 현재는 주로 공기정화 필터를 위한 이끼생산이 주목표지만 향후 국내 이끼 소비량이 증가하는 경우 타지역에 비해 수요량을 감당할 수 있는 기반이 마련되어 있다고 판단됨

② 이끼 생육 및 악취제거(나노물분자) 특허 업체 보유(아산)

- 이끼 생육에는 관수시설이 필수인데 그때 제공되는 물이 악취제거뿐 아니라 바이러스까지 잡아준다면 축사시설에 무엇보다 필요한 시설이라 할 수 있음
- 이러한 물분자 제공시설이 충남에 위치하고 있으므로 실제 설치 및 유통, 유지관리 등 다양한 측면에서 효율적일 것으로 판단됨

③ 국내 최대 모판 공급업체 보유(논산)

- 이끼 생산 필수품인 육묘상자의 규격화 및 국내 이끼 농장의 모판 최대 공급업체가 충남에 있으므로 향후 국내 이끼 산업이 발전하는 경우 충남 제조업에 크게 기여할 것으로 기대됨

④ 그린복합토 발명특허 기업 보유(계룡)

- 이끼복합토 살포는 현실적으로 어려우나 지속적인 연구를 통해 채석장 그늘진 쪽 사면에 이끼복합토를 살포할 수 있도록 연구가 필요하며, 이러한 기반이 충남에 있다고 판단됨

3) 국내 유일 이끼숲 조성기반 확인

① 이끼 서식가능지 발굴

- 이끼는 그늘지고 습한 곳이 서식에 유리하므로 장항 국가습지복원 대상지 남측에 위치한 ‘전망산’의 북측에 이끼서식지 조성을 제안함
- 경관뿐 아니라 탄소흡수원 기능, 열저감 기능, 미세먼지 저감 기능 역시 복원대상지에서 주변까지 확대할 수 있을 것으로 기대함

② 중요 생물과 공존하는 기존 이끼 서식지 확대 보전

- 세계적 희귀종이면서 국내에서도 충남과 전북 일부에서 발견되는 이끼도롱뇽을 보호할 필요가 있는데, 이끼도롱뇽은 계곡의 이끼가 낀 돌 밑에 서식하는 특성을 가짐
- 따라서 이끼도롱뇽의 기존 서식지 주변으로 이끼 테마숲을 확대 조성하여 인간의 접근을 완충하고, 기존 서식지는 보호하면서 인간과 자연이 공존하는 곳으로 조성할 것을 제안함

2. 정책 제언

1) 이끼생산 및 연구기반 강화 필요

① 이끼 수요 증대에 대비한 소규모 이끼생산 적극 지원

- 이끼산업과 전후방연계산업군의 시각에서 보면, 충남의 잠재적 이끼산업군은 전국 3위 수준이며, 인구당 종사자 수로는 전국 1위로 산업 잠재력이 있음
- 최근 이끼의 다양한 기능에 관심이 높아지고 있으므로 현재 충남의 이끼 종사자에 기반하여 이끼산업(생산업) 자체의 육성을 강하게 추진할 필요가 있으며, 이를 통해 농민의 경제에도 도움이 되도록 노력할 필요가 있음
 - 소규모 이끼 생산지에 대한 적극적 지원(임업직불금, 농업직불금 등)이 필요함
 - 태양광시설 등을 영농시설로 적극 이용하여 이끼 생산량을 증대할 필요가 있음

② 지역 특성을 고려한 이끼 활용분야 개척 및 종자연구 적극 지원

- 수도권에 인접한 지리적 특성을 고려하여 대도시 시장을 목표로 하는 이끼 활용 분야 및 관련 기술을 적극 육성할 필요가 있음
 - 다만, 경기, 인천 등에 형성된 이끼산업과의 경쟁에 대비할 필요가 있음
- 장기적으로는 대도시 지향이 아니라 지역 특성을 고려한 이끼 활용 분야를 개척할 필요가 있으며, 이를 위한 이끼종자개발, 육종 등의 연구에 몰두할 필요가 있음
 - 충남의 경우 염습지, 채석장, 절개지 등의 생태복원을 위한 품종개발, 착근기술 등에 주력하거나 축사 등의 환경오염 저감 관련 품종개발이나 착근기술 등을 집중적으로 추진할 필요가 있음

③ 이끼의 탄소저감 인증연구 및 탄소저감 사업 활성화 지원

- ‘이끼’ 탄소저감 근거 및 당위성 확보를 위한 전문 연구위원회를 구성함
 - ‘이끼’의 탄소저감 효율 및 효과를 객관적으로 검증하기 위한 연구는 이끼산업 이해관계자를 전반적으로 아우르는 공신력 있는 기관에서 학계, 공인시험기관(지정), 이끼재배 및 산업 등의 전문가 컨소시엄을 구성해야함
- 지속가능한 ‘이끼 활용 탄소저감 사업’ 활성화를 위해서는 ‘이끼유지관리법 제정’과 ‘일자리 창출 정책 마련’이 필요함

2) 충남형 이끼숲(정원) 조성 필요

① 역지가 아닌 진정한 이끼 서식가능지 발굴

- 이끼의 공기정화기능, 수분유지기능 등을 활용하기 위해 시가지에 인위적으로 조성하는 것도 좋은 방법이나 그것은 이끼의 아름다움을 만끽하기에는 부족한 여건임
- 따라서 지금은 이끼가 없지만 이끼가 발생할 가능성이 높은 곳을 발굴하여 그 생육을 촉진함으로써 자연스러운 이끼정원을 유도할 필요가 있음
 - 시가지의 인위적 이끼정원에 비해 서식가능지의 반(半)인위적 이끼정원은 향후 유지관리에 훨씬 효과적일 것임

② 전국의 틀에 박힌 지방정원 주제에서 탈피

- 대표적 이끼 주제공원을 조성하여 ‘이끼정원은 충남에 있다’라는 말이 절로 나올 수 있도록 전 국민의 인식에 각인시킬 필요가 있음
- 이를 위해 국가정원 지정을 큰 목표로 하고, 현재 전국적으로 유사하게 나타나는 지방정원(신청 준비 중인 지역들)의 주제(하천변 가꾸기 수준)에서 벗어나 국가정원(순천의 갯벌보호를 위한 완충정원, 울산의 역사적 완충숲)과 같은 개성 있는 주제를 발굴할 필요가 있음
- 충남의 경우 이끼도롱뇽과 같은 멸종위기야생생물, 그것도 충남과 주변 일부 지역에서만 현재 발견되는 중요 생물종의 서식지를 보호한다는 뚜렷한 목적성을 가지고 서식지 일대를 이끼숲으로 조성할 경우 지방정원을 거쳐 국가정원 지정까지 기대할 수 있음