

숨 쉬는 숲에서 목상, ‘회복’

박고은(국립산림과학원 임업연구사, 기독교환경운동연대 회원)

1. 들여다보기



2. 숨 쉬는 숲

1) 나무와 풀	3) 동물
2) 토양	4) 사람

3. 관계를 깨뜨리는 요인들

4. ‘회복’, 함께 숨 쉬는 숲 이루기

- 1) 회복의 이유
- 2) 끊어진 생태축을 잇는 일
- 3) 어린나무 이야기

5. 돌아보기

1. 들여다보기

‘사람’이라고 의심의 여지없이 받아들이는 우리 이웃들의 얼굴도 자세 들여다보면, 그 생김새가 다릅니다. 머릿결, 낮빛, 눈, 코, 입의 모양 등... 마찬가지로 우리가 ‘숲’, ‘나무’, ‘풀’이라고 통칭하는 것을 찬찬히 들여다보면 생김새가 다양하다는 것을 확인할 수 있습니다. 그리고 ‘숲’을 이루는 단순히 ‘나무의 집합’으로 정의할 수 없습니다. 숲에는 모두 다 헤아리기 어려울 정도로 다채로운 구성원들이 복잡한 상호관계망을 이루고 있습니다. 하늘과 땅 사이를 잇는 숲에는 저마다의 생김새를 지닌 다양한 생물이 숨 쉬고 있습니다. 전지구 육지 생물의 80% 이상이 숲에 서식한다고 합니다(WWF¹⁾). 숲은 실로 생명의 보고(寶庫)입니다.

2. 숨 쉬는 숲

호흡(呼吸)은 일반적으로 체내에 산소를 받아들이고 이산화탄소를 배출하는 생명 활동을 뜻합니다. 생물(生物)은 소화와 흡수로 얻은 영양 물질을 산화시켜 생명 활동에 필요한 에너지를 얻습니다. 산화에는 산소가 필수 요소이므로 생물은 호흡을 통해 산소를 체내 또는 세포로 받아들입니다. 효모와 같은 일부 미생물은 산소가 없는 상태에서도 주위의 당분과 같은 물질을 이용하여 호흡할 수 있는데 이를 무산소 호흡이라 합니다.²⁾

- 1) 나무와 풀: 산소를 이용해서 몸속 탄수화물을 분해하여 에너지를 만듭니다. 잎, 눈, 굵은 가지나 나무줄기(樹幹), 뿌리³⁾에서도 숨을 쉽니다. 그런데 호흡만 하는 것은 아닙니다. 뿌리로 흡수한 물과 대기 중의 이산화탄소를 합성하여 탄수화물과 산소를 만듭니다. 이러한 과정에 빛의 에너지를 이용한다하여 이를 광합성(光合成)이라 부릅니다. 광합성하여 만들어진 산소는 기공⁴⁾이 여닫힐 때, 대기 중으로 뿜어져 나옵니다. 생태계에서 ‘생산자’의 역할을 하는 식물은 스스로 에너지원을 만들고, 다른 생물의 생명 활동에 필요한 산소를 공급해줍니다.
- 2) 토양생물: 토양 속 생물들이 숨을 쉽니다. 토양은 식물이 뿌리내려 몸을 지지하고, 잔뿌리를 통해 수분과 양분을 흡수하는 공간일 뿐만 아니라 동물(곤충 포함), 미생물들의 서식처입니다. 이들이 건강하게 호흡해야 숲도 건강해집니다. 토양 동물은 척추동물, 절지동물(곤충), 지렁이 등이 있습니다. 척추동물에 속하는 두

1) 세계 자연 기금(World Wide Fund For Nature): 지구상의 다양한 생명체와 이들이 서식하는 아름다운 자연환경을 보전하는 일을 하고 있습니다. 이와 함께 인류가 동식물과 자연환경에 미치는 영향을 줄이는 데 힘쓰고 있습니다. WWF는 설립 이래 전 세계 100여개 국가에서 13,000여개 환경 프로젝트에 100억 달러 가까이 투자했으며, 지금도 한 번에 약 1,300개의 프로젝트를 수행하고 있습니다 (<https://www.worldwildlife.org/>).

2) 위키피디아에서 발체(<https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%98%B8%ED%9D%A1>)

3) 뿌리는 잔뿌리와 굵은 뿌리로 구분할 수 있습니다. 잔뿌리는 살아있는 세포로 구성되어있어서 세포분열을 왕성하게 하고, 대사에 필요한 무기염을 흡수합니다. 이때 에너지를 소모하기 때문에 잔뿌리에서 호흡을 많이 합니다. 따라서 나무가 뿌리내리고 있는 토양 속에 공극(토양입자들 사이 틈)이 반드시 필요합니다. 잔뿌리의 8-90% 이상이 토양 15~20cm 깊이 이내에 집중적으로 모여 있고, 몸을 지지하기 위한 굵은 뿌리만 깊숙이 뻗는 편입니다. 그러므로 나무를 심을 때 뿌리가 숨 쉬는 것을 고려해야 합니다. 흙을 너무 두텁게 덮어주거나, 배수가 잘 되지 않으면, 잔뿌리 호흡이 어려워져 시들어 죽게 됩니다.

4) 광합성과 호흡 과정과 식물체 내 남은 물이 빠져나가는 증산 작용 시 기체가 들고 나는 통로

더지나 쥐류는 토양 속에 굴을 파는 과정에서 유기물을 분쇄하고, 토양과 유기물을 혼합하는 역할을 합니다. 마치 경작하는 효과를 주어 물이 토양 내 잘 스미고, 공기가 잘 통하게 해줍니다. 이들이 토양에 남기는 흔적, 즉, 배설물, 저장한 먹이, 사체는 유기물을 공급해주어 토양을 비옥하게 합니다⁵⁾. 절지동물은 마디가 있는 동물로 곤충이 여기에 속합니다. 이들 역시 분해자의 역할을 하여 토양을 비옥하게 하는 데 기여합니다. 쥐며느리는 낙엽과 죽은 나무를 소화하고, 떨어진 생잎을 분해합니다. 단위부피(m³)당 수 만 마리가 살고 있는 웅애는 유기물층의 입단구조를 형성합니다. 이 밖에도 톱툰이류, 지네류, 노래기 등 수많은 절지동물들이 숲 토양에 살고 있습니다. 잘 알려진 지렁이는 매일 자기 몸무게 만큼의 분변토를 생성한다고 합니다(1년에 약 20kg). 낙엽과 유기물을 먹고 입자가 아주 작은 토양입자도 함께 체내를 통과시키니 통기성은 물론, 토양의 질을 개선하는 데 큰 역할을 합니다⁶⁾. 토양미생물 중 균류(fungi)를 빠뜨릴 수 없습니다. 균류는 산림토양의 낙엽을 분해하는 미생물군 중 가장 많습니다. 습한 날, 숲속에 우후죽순으로 피어오른 수많은 버섯을 보면, 균류가 그곳에 많이 분포하고 있다는 것을 알 수 있습니다. 뿌리와 공생하는 균근균은 식물이 양분을 잘 흡수할 수 있도록 돕는 데 몹시 중요한 역할을 합니다. 이들도 호기성이어서 지표면 가까운 곳에 발달합니다. 이들이 숲에서 생명활동하기 위해 숨을 쉽니다.

- 3) 그 밖의 동물들: 산에 사는 동물들의 배설물은 토양에 양분을 공급해주기도 하고, 씨앗을 옮겨주기도 합니다. 소나무림이 밀하게 분포하고 있는 산속에 느닷없이 피어오른 벚나무는 대개 그 산을 지나가던 새들의 배설물에 포함되어있던 씨앗이 그곳에 싹이 튼 경우입니다. 다람쥐나 청설모 등은 참나무류에 맺히는 도토리나 잣나무 열매를 주식으로 하는데, 땅 속 어딘가에 숨겨두었다가 스스로 찾지 못해 그대로 씨앗에서 싹이 터 나무가 되기도 합니다.

숲 속 모든 동식물은 복잡한 먹이그물로 얽여있습니다. 어느 한 수종의 수가 줄거나 사라지면 먹이그물의 구조가 무너집니다. 서식처가 소실되거나 먹이가 줄어 사람 사는 동네로 출몰하는 멧돼지는 천덕꾸러기 취급을 받습니다. 그러나 멧돼지도 숲에서는 생물다양성의 전달자 역할을 합니다. 멧돼지는 진흙목욕을 자주 하고, 목욕 후 비빔목으로 이동해서 나무에 몸을 비빔니다. 이때 털에 붙어있던 씨앗들이 그 인근으로 퍼지게 되는 것입니다.⁷⁾

- 4) 사람: 우리가 숲에서 숨을 쉽니다. 깨끗한 공기를 마시기 위해, 뜨거운 햇살을 피하기 위해, 건강을 위해, 아름다운 것을 마주하기 위해...여러 가지 목적으로 숲을 찾습니다. 우리는 숲에서, 숲과 무엇을 하고 있습니까?

3. 관계를 깨뜨리는 요인들

WWF에 따르면 매년 전지구의 산림은 매년 756만 ha가 사라지고 있습니다. 매년

5) 산림청. 2015. 산림교육전문가 공통교육과정 표준교재 제11장 산림생태학 참고.

6) 예의평. 2009. 흙과 지구촌의 청소부-지렁이. 자연보존 148:30-35.

7) 이성민, 이우신. 2014. 혼효림에서 멧돼지 비빔목 선택과 생태적역할. 한국임학회지 103(3):510-518.

27개의 축구장 면적에 해당하는 숲이 사라지고 있는 것과 같습니다. 현재(2015년 임업통계 기준) 국토면적의 63.2%를 차지하고 있는 우리나라 산림의 면적도 매년 감소하고 있습니다.

○ 산지전용(forest land use change)

산림을 다른 용도로 이용하기 위해 훼손하는 것은 전세계적인 문제입니다. 우리나라에서도 매년 우리의 의지로 산림을 훼손하고 있습니다. 2017년에 산지를 법적 절차 없이(불법으로) 타용도로 전용한 건수는 2,640건 1,548ha로 집계 되었습니다⁸⁾. 합법적인 전용 면적도 적지 않습니다.

○ 산림재해(산불, 산사태)

우리나라 산불 발생의 주된 특성은 봄철과 가을철에 가장 많은 산불이 발생한다는 것입니다. 특히 봄철은 강수량이 적고 맑은 날이 많이 상대습도가 낮아집니다. 또한 겨우내 떨어진 건조한 낙엽이 많이 쌓여 있기에 산불발생위험이 높아집니다. 최근 20년 간 산불발생일수는 1990년대 104일, 2000년대 136일, 2010년대 135일로 점차 증가하는 추세를 보입니다. 또한 5~6월에 발생하는 산불빈도가 증가하고 있습니다(1990년대 29건→2010년대 85건). 2017년 5월 강릉 일대 대형산불⁹⁾에 이어 올해도 5월까지 약 2,874ha의 산림을 산불로 잃게 되었습니다. 예년(2009~2018) 평균 피해면적이 232ha인 것에 비하면 산불 피해 면적이 몹시 커졌음을 알 수 있습니다. 올해 발생한 산불 건수의 95%가 입산자실수, 소각(논밭두렁, 쓰레기), 담뱃불, 성묘객실화 등 사람에 의한 것으로 집계되고 있습니다. 산불 야생동물의 서식지를 파괴할 뿐만 아니라 토양 내 영양물질의 소실을 야기합니다. 산불로 식생을 잃은 산지에서는 산사태, 홍수피해 위험이 커집니다. 산불이 발생하는 것은 순간이지만, 회복하는 데에 짧게는 40년, 길게는 100년 이상 소요될 것으로 보고 있습니다.

○ 기후변화 압력 하에 취약해지는 산림생태계¹⁰⁾

기후변화(중장기적인 지구온난화와 이상기상 발생빈도 및 강도의 증가를 포함)가 심해짐에 따라 산림생태계에도 많은 변화가 일어나고 있습니다. 가뭄과 고온현상 등으로 인해 기후변화에 취약한 침엽수림이 집단 고사하는 피해가 발생하고 있습니다. 본디 봄철과 가을철에 집중되어있던 산불이 겨울과 여름에도 발생하고 있고, 폭우로 인한 산사태의 위험성도 높아지고 있습니다. 이렇듯 기후변화에 따라 산림재해 발생의 빈도와 강도가 달라질 뿐만 아니라, 나무의 생장, 단기소득 임산물의 생산량과 품질도 변화합니다. 이러한 변화는 우리의 안전과 임업을 비롯한 산림생태계 서비스에 두루 영향을 미치고 있습니다.

기후변화로 인한 영향은 긍정적인 영향과 부정적인 영향으로 구분할 수 있는데, ‘적응adaptation’은 긍정적인 기회는 살리고 피해와 손실을 예방하고 저감하기 위한

8) 2013년 1,924건(343ha), 2014년 2,732건(851ha), 2015년 3,462건(1,039ha), 2016년 3,302건(981ha) <출처: 산림청 ‘2018년 임업통계연보’>

9) 강릉시(252ha), 삼척시(765ha)와 경상북도 상주시(86ha) 산불피해면적은 1,103ha, 피해금액은 11,921백만원(입목피해: 11,787백만원, 임산물피해: 125백만원)

10) 국립산림과학원 연구자료 <임업-산림분야 기후변화 영향 실태조사 및 평가 지침(2016)>, <임업-산림분야 기후변화 영향 실태조사 시범보고서(2018)> 참조.

활동을 일컫는 말입니다. 유엔기후변화협약(UNFCCC)에서도 지난 2015년 파리협정을 통해 지구온난화를 늦추는 동시에 적응 방안을 마련하고 이행하여 기후변화로 인한 피해를 줄이는 전지구적인 노력이 필요함을 강조하고 있습니다.

효과적인 적응 방안을 도출하기 위해서는 1) 실태파악을 통해 기후변화에 대한 반응 기작을 이해하고 2) 변화를 예측하여 3) 영향과 취약성을 평가함으로써 현재와 가까운 미래, 장기적인 미래에 우리가 취해야할 선택지를 가름할 필요가 있다. 이와 관련한 과학적인 정보를 산출하기 위해서는 지속적으로 실태를 조사(모니터링)해야 합니다. 농업·농촌 및 식품산업기본법 제47조의2에 의거하여 2016년으로부터 매년 기후변화 영향 실태를 조사하고 매5년 기후변화 영향·취약성을 평가하여 그 결과를 국민에 공표하는 의무가 신설되었습니다(2014.5.20.신설, 2015.6.22.개정5). 임업·산림분야의 경우 산림청장이 권한을 위임받아 2016년부터 실태조사를 수행하고 있습니다.

● 토사유출 및 산사태

- 여름철 강수량과 강우강도 증가
- 지형: 복잡하고 경사가 급함

● 대형산불

- 건조기인 겨울과 봄철의 빠른 기온 상승
- 숲의 발달로 산림 내 연료 축적량 증가

● 산림건강성: 침엽수종 고사, 병해충 피해

- 겨울철 기온 상승, 가뭄빈도 증가, 강한 우박 발생
- 단순한 영급구조

● 생물다양성 감소

- 빠른 기후변화 속도
- 분범위 변동시 개체군의 고립
- 다른 종과의 상호관계 변화(야생동물, 병해충 등)

● 단기소득임산물 피해

- 이상기상 발생 빈도 및 강도 증가
- 기후조건에 민감한 품목

생물다양성과
생태계서비스
감소

<기후변화에 따른 산림분야의 취약성(임종환, 박고은, 2018)>

생태계(生態界, ecosystem)¹¹⁾

생태계에서는 생물체들이 이들의 생활에 영향을 주는 환경 요소와 상호 작용을 하면서 평형(平衡)을 유지해 간다. 생태계를 이루는 요소에는 무생물적 요소와 생물적 요소가 있다. 무생물적 요소는 공기, 온도, 수분, 토양, 햇빛 등으로 생물의 성장에 필수적인 환경 요소이다. 생물적 요소에는 태양 에너지를 기본으로 하여 독립된 영양 생활을 하는 녹색 식물과 같은 생산자(生産者), 이 생산자를 먹이로 하여 생활하는 소비자(消費者), 그리고 생산자나 소비자를 원래의 물질로 환원시키는 세균과 같은 분해자(分解者)가 있다.

생태계 내에서 생물적 요소들은 먹이 사슬을 이루고 있으며, 이 먹이 사슬은 생태계의 조절 작용(調節作用)과 물질의 순환 작용(循環作用)에 중요한 구실을 한다. 생태계의 조절 작용은 생태계의 급격한 변화를 막아 내며, 항상성(恒常性)을 유지하기 위한 자연의 제어 장치다. 예를 들어, 생태계의 어떤 생물의 수가 갑자기 늘어나면, 그 생물의 먹이가 줄어들고 천적(天敵)이 증가한다. 이처럼, 생태계는 늘어난 생물의 수를 자체의 조절 작용에 의해 원래의 상태로 되돌려서 평형을 유지한다. 생태계 내에서의 물질의 순환 작용 역시 생태계의 중요한 기능을 한다. 공기 중의 이산화탄소는 주로 녹색 식물로 구성된 생산자의 광합성 작용(光合成作用)에 의해 식물체 내에 흡수되고, 이 이산화탄소는 소비자를 거쳐 분해자에 의해 다시 공기 중으로 돌려 보내진다. 질소나 인과 같은 물질들도 이와 비슷한 순환 과정을 거치면서 전체적으로 평형을 유지하게 된다.

4. ‘회복’, 함께 숨 쉬는 숲 이루기

○ 회복의 이유

제가 열 살 때, 우리 마을¹²⁾을 둘러싸고 있는 작은 산들의 머리가 잘리고 송전탑이 세워졌습니다. 그리고 공사가 모두 끝날 무렵 마을 산허리를 자르는 4차선도로를 만드는 공사가 시작되었습니다. 두 건의 큰 공사가 추진되는 동안 우리집 마당에는 밤낮으로 온갖 산짐승들이 몰려왔었습니다. 공사차량의 위협으로부터 도망 온 것 같습니다. 놀랍게도 공사가 끝나니 곧 산짐승들도 사라졌습니다. 큰 도로가 완공된 후 사람들의 생활양식에도 변화가 생겼습니다. 이전에는 멀리 산을 건너야만 당을 수 있었던 시내가 가까워졌으니, 텃밭에서 소소하게 키워먹고, 이웃과 나누던 호박엿도 시내 장터에서 알뜰히 판매할 수 있게 된 것입니다. 인위적 교란에 의한 산림의 변화가 그 곳에 서식하던 동식물의 생존을 위협할 뿐만 아니라 사람의 삶에도 영향을 미친다는 것을 구체적으로 깨닫게 되었습니다.

2) 끊어진 생태축을 잇는 일

3) 어린나무 이야기

제가 지난 5년간 연구한 대상은 우리나라 높은 산에 위태롭게 살아가고 있는 멸종위기 침엽수종들입니다. 최근 구상나무, 분비나무, 가문비나무 등 상록침엽수가 집단적으로 건강을 잃거나 죽는 일이 일어났는데, 현재 이들이 서식하고 있는 지역이 넓지 않고 제한적입니다. 다 큰 나무가 여럿 죽는 것도 문제이지만, 저의 관심은 어린나무가 죽은 자리에 후대를 이을 어린나무를 찾아보기 힘들다는 것에 있었습니다. 어린나무가 없으면, 그 숲은 존속이 어려워지기 때문입니다. 그래서 어린나무들이 잘 나오지 않는 이유가 무엇인지 알기 위해 지리산, 계방산, 한라산 등 높은 산에 올라 관찰하고 연구했습니다. 특히 구상나무는 우리나라 고유종인데, 우리나라에서 대가 끊기면 영영 고향을 잃게 되니, 애절한 마음 보태어 연구에 임했습니다. 이제 막 싹이 튼 어린나무가 밀집한 곳은 다른 곳에 비해 수분이 적정수준으로 유지될 수 있는 곳이었습니다. 그런 곳이라면 돌발위에서도 싹이 트기도 했으나, 얼마 크지 못하고 뿌리부터 말라 죽었습니다. 돌무더기 속에서 곳곳이 살아난 어린나무는 돌 위에 발달한 이끼류의 도움으로 뿌리를 내려 결국 돌 아래 좋은 땅까지 닿은 것입니다. 덩굴류 식물이 밀집한 곳에서도 나무는 싹을 틔웠지만, 광합성에 필요한 햇빛 에너지를 잘 받지 못해서 몇 년이고 똑같은 크기로 겨우 견디다가 결국 크지 못하고 죽었습니다. 이 어린나무들의 생존과 생장을 돕기 위해 무엇을 할 수 있을지 고민이 깊었으나, 아직 명확한 답을 찾지 못했습니다.

여러 나무가 모여 이루는 ‘숲’과 사람들의 ‘사회’도 닮은 부분이 많은 것 같습니다. 그중에서도 우리 사회가 고민하고 있는 저출산과 양육의 문제는 기후변화

11) 산림청홈페이지(<https://forest.go.kr>)

12) 지금의 안산 꽃우물마을에 이사 온 것은 1989년입니다. 아버지가 부임하신 화정교회는 1904년에 창립되어 이 마을과 역사를 함께 해온, 이 마을의 유일한 교회입니다. 작고 둥근 산으로 둘러싸인 우리 마을의 주민들은 당시 대부분 농사(논, 밭농사, 포도밭, 과수원 등)를 지으셨습니다.

에 취약한 고산지역의 상록침엽수림에서 발생하고 있는 문제와도 닮아 있습니다. 고산지역의 후대를 이을 어린침엽수를 보기 어려운 이유는 각 어른 나무의 문제일 수도, 어린나무들이 자라갈 ‘환경의 문제’ 일 수도 있습니다. 고산 침엽수림을 건강하게 지켜가는 것은 매우 섬세한 접근이 필요합니다. 여기에 마가복음 4장의 비유를 들어 워낙 험준한 산 속의 ‘땅’을 바꾸기 위해 인위적인 노력을 기울이는 것은 오히려 섭리를 거스르는 주제넘은 일일 수 있겠습니다. 그러나 우리의 마음밭을 좋은 땅으로 만드는 것은 우리의 자유의지에 따라 바꾸어갈 수 있는 일이라고 생각합니다. 하나님의 말씀에 따라 생명의 가치를 귀하게 여기는 삶을 살고, 그러한 터를 닦아가기로 결단하는 이들이 모이면, 건강하고 아름다운 것을 힘써 지켜가는 사회를 만들어갈 수 있지 않을까요?¹³⁾

국립산림과학원에서 발간한 모든 연구자료와 보고서는 아래 링크에서 pdf로 다운로드 받으실 수 있습니다.
<http://know.nifos.go.kr/book/index.ax>

13) 월간신문 ‘아름다운동행’에 연재하고 있는 ‘고은이의 나무읽기’에 기고한 원고에서 일부 발췌했습니다.