

기후보호와 토양보호

-유럽연합의 정책동향

Climate protection and soil protection - policy trends in the European Union



글 | 李英姬
(Lee, Yeong Heui)

조경기술사, 건설공학 국제기술사, 공학박사, 베를린공대 사회, 환경, 정주공간 학제 연구단 부단장, 교수

베를린 훔볼트대학 철학부 초빙교수 (전) 독일 연방 환경청 토양/토지부문 자문위원 행정학 국제연구소 독일분과위원

E-mail : hjy6081@hanmail.net

Soil plays a huge role in climate change, because even a tiny loss of 0.1% of carbon emitted into the atmosphere from European soils is the equivalent to the carbon emission of 100million extra cars on Europe's roads - an increase of about half of the existing car fleet. Soils contain around twice the amount of carbon in the atmosphere and three times the amount to be found in vegetation. Europe's soils are an enormous carbon reservoir, containing around 75billion tonnes, and poor management can have serious consequences.

Soil degradation is accelerating across the EU, with negative effects on human health, ecosystems and climate change - and on economic prosperity and quality of life. Climate change is identified as a common element in many soil threats. Europe's soils urgently need better protection. The current trend of soil degradation needs to be reversed, and soil management practices must be improved if a high rate of soil carbon sequestration is to be achieved.

1. 서언

유럽연합정부는 최근 종합적인 토양보호전략을 채택하였다. 이 전략은 토양의 보호와 지속가능한 이용을 목표로, 토양질의 저하를 예방하며, 토양의 기능을 보존하고, 기 악화된 토양의 기능을 현재와 미래의 사용에 적절하도록 회복시키는 것이다.

유럽연합 토양보호전략의 수립과정에서 기후변화가 다양한 토양위해의 공통적인 요소임이 확인되었다.

2008년 1월 유럽연합정부는 2020년까지 유럽연합의 에너지와 기후목표를 제시하는 소위 "20-20-20 plan"이라고 칭하는 기후-에너지 패키지를 제시하고 이의 이행을 위하여 법제도화할 것을 제안하였다. 온실가스의 배출을 1990년에 비하여 최소한 20% 줄이고, 에너지효율성을 20% 개선시키며, 재생가능한 에너지 점유율을 EU 에너지소비의 20%로 제고할 것을 목표로 하고 있다. 이 기후-에너지 패키지는 유럽의회와 이사회가 2008년 12월 동의하였으며, 2009년 6월 법으로1) 제정되었다.

유럽연합의 재생가능 에너지정책은 토양탄소의 관리를 보장하고 있지는 않다. 유럽연합은 토양탄소의 관리 및 기후보호에도 기여하고, 수립된 토양보호전략을 수행하기 위한 제도적 기반을 필요로 하고 있다. 이에 유럽연합정부는 토양보호법을 제안하였으며2), 이는 그간 유럽연합의회

1) Directive 2009/28/EC.

2) COM(2006)232 final.

에서도 채택되었다³⁾. 그러나 유럽연합이사회에서 몇몇 회원국의 저해로 법이 제정되지 못하고 있는 실정이다.⁴⁾

토양은 기후변화문제에 대한 논의와 함께 한편으로는 탄소저장지로서, 다른 한편으로는 온실가스의 배출원으로서 그 의미가 부각되고 있다. 기후는 토양의 발전과 토양특성 및 토양기능에 영향을 미치며, 토양은 기후변화 완화에 중요한 역할을 한다. 토양은 세계 이산화탄소배출의 약 10 %를 저장한다.⁵⁾ 이와 같이 토양은 거대한 탄소저수지의 역할을 수행한다.

2. 환경매체 토양의 기능, 침범, 반응

토양은 지구상에서 사람과 동·식물에 대한 생활공간의 제공, 생산공간의 제공, 각종 이용공간의 제공, 각종 원료저장소, 지하수 저장, 유해물질의 여과, 유전자 저장, 탄소의 저장, 역사적 기록의 보관 등과 같은 중요한 기능을 제공한다.

환경친화적인 토지이용과 과학기술의 올바른 적용을 통하여 토양의 기능을 적정화할 수도 있지만, 실제에서는 생태적으로 그릇된 또는 생태

3) P6_TA(2007)0509.

4) 상세한 내용은 2008년 개최된 유럽연합정부 및 13개 회원국의 정계, 학계, 기관, 업계에서 다양하게 참여한 한 국제심포지움의 결과 참조: Lee, Yeong Heui(ed.)(2008):Europäischer Bodenschutz: Schlüsselfragen des nachhaltigen Bodenschutzes. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin, XII, 471 p., ISBN 978-3-7983-2095-6.

5) European Soil Bureau Network (2005): Soil Atlas of Europe. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

토양 위해	토양위해의 규모	토양질 저하의 연간 비용
침식	물침식: 1억천5백만 ha (유럽 전면적의 약 12%) 바람침식: 4천2백만 ha, 이중 2 %는 매우 심각	7억 - 140억 EUR (전 회원국에 대한 종합데이터 입수 불가능으로, 13개 회원국의 비용임)
유기물질 저하	약 45%의 토양이 유기물함량 빈약 또는 매우 빈약	34억-56억 EUR
압축	유럽 하층토의 약 36%가 매우 심하게 압축	추정불가
염화	유럽토양 중 약 3백 80만 ha 염화	158 - 321 백만 EUR 데이터 수집 난이로 단지 3개국의 토양염화비용임.
사태	알프스 및 지중해지역과 같은 침식으로 심하게 위태된 토양, 급경사지, 강수량이 높은 지역 및 방치된 토지에서 자주 발생	건당 최대12억 EUR
포장	유럽연합 회원국 총면적의 약 9%가 포장되어 있음. 1990-2000간 유럽연합 15개국에서 포장면적은 약 6% 증가	추정 불가
오염	약 350만 입지가 오염지역으로 추정. 5십만개 입지는 오염이 심하여 정화되어야 하는 것으로 추산	24억-173억 EUR(최대 2080억 EUR로 추산하는 연구도 있음. 매년 최대 173억 EUR는 중간치임)
생물 다양성 감소	토양생물다양성은 상기의 모든 위해를 통한 토양질 저하 과정에서 영향을 받게 됨.	추정 불가

〈표 1〉 유럽연합의 토양위해의 규모와 토양질 저하의 비용

자료: SEC(2006)1165.

를 무시한 토지이용과, 토양에 미칠 영향을 고려하지 않은 과학기술의 적용 등을 통하여 토양의 기능이 극히 손상되어 있으며, 이미 일부는 회복이 불가능한 상태에 이르렀다.

인구팽창, 국토개발, 관광산업, 농산물생산, 교통, 산업 및 에너지, 광업, 자연재해, 기후변화, 물기근 등은 토양질 악화를 가속화시키고 있으며, 또한 공중, 물, 육지를 통한 운송 및 각종 산업으로부터의 오염물질의 배출증가를 통하여 토양은 크게 오염되어 있으며, 도시화의 증대를 통한 토양포장의 확장 및 사회간접자본시설의 확충을 통하여 토양은 훼손의 압력을 크게 받고 있다.

토양은 국지적 또는 대면적으로 산성화, 염화, 자양분손실, 포장, 침식, 산사태 등의 위해에 처해 있으며, 물리적, 생물적 질이 크게 저하되어 있다. 토양질의 악화는 수질, 대기질과 생물다양성 및 기후변화에 직접영향을 미치고 있다.

이에 대한 정책 반응은 1차적으로 사막화협약, 국가적·지역적 토양보호정책의 개발과, 2차적으로는 관련분야에서의 규정 제정 등 소극적이다.

유럽 토양의 16%가 그 질이 악화되어 있으며, 특히 지난 수십년에 걸쳐 현저히 악화되었다. 토양질의 악화는 토지사용자 및 사회에 엄청난 비용을 부담시키고 있다.

토양질 저하로 야기되는 비용을 추정하는 것은 어려우며, 또한 토양의 생태적 기능의 손상으로 인하여 초래되는 비용은 계량화할 수 없다. 유럽연합은 그의 토양보호전략의 수립과정

에서 몇몇 토양위해의 결과로 나타나는 비용을 추정하였다

〈표 1〉. 이 비용의 대부분은 사회가 부담하게 된다.

3. 토양과 기후변화간의 상호 관계

유럽(EU27개 회원국)의 토양은 약 730 - 790억 톤의 탄소를 포함하고 있을 것으로 추정되고 있으며, 이는 특정한 지역에 집중되어 있다: 이 중 약 50%는 광대한 이탄지가 소재하고 있는 스웨덴, 핀란드, 영국과 아일랜드에, 그리고 약 20%는 주로 북유럽국가의 이탄지에 입지하고 있다. 토양탄소의 나머지는 주로 북유럽의 광물토양에 놓여 있다.⁶⁾

토양은 기후변화에 엄청난 역할을 한다. 왜냐하면 유럽토양으로부터 대기로 탄소 0.1%의 미량이 누출되면, 그 영향은 유럽의 도로에 추가로 1억대의 자동차로부터 배출되는 탄소량에 상응한 탄소량이 배출되는 것과 같기 때문이다.⁷⁾

토지이용은 토양 탄소저장에 중대한 영향을 미친다. 지구적으로 토양탄소의 손실을 막는 가장 효과적인 전략은 산림지나 자연지역의 농경지로의 용도전환을 중단하는 것이다. 하지만 이는 경작지의 단위면적당 생산성이 계속 높아지지 않는 한, 세계적인 식량수요 증가와 충돌하게 된다. 세계인구는 2030까지 약 83억, 2050년까지

6) Schils, R. ; Kuikman, P. ; et al. (2008): Review of existing information on the interrelations between soil and climate change. Final Report, p. 15.

7) Europa. Press releases, IP/09/353, 05/03/2009.

지 92억으로 성장할 것으로 추정하고 있다.⁸⁾ 이러한 세계 인구의 증가와 함께 초원과 산림지의 큰 부분이 농경지로 전환될 것이며, 이를 통하여 현재의 탄소저장지의 토양은 탄소 순방출지로 전환될 것이라는 것이다.

4. 토지이용과 토양탄소

토지이용과 토지이용 변경은 토양내 탄소저장에 매우 중요한 역할을 한다.

토양탄소 손실은 초지, 산림지 또는 자연생태계가 경작지로 전환될 때 크게 일어난다. 이 과정은 농경지가 다시 그 원래의 상태로 전환될 때, 천천히 반전된다.

토양에 탄소가 많이 존재할수록 이를 잃어버릴 가능성은 높다. 따라서 고도의 유기 이탄토양에 비 호의적인 토지이용 변경을 통한 토양의 손실은 큰 위해를 수반한다. 기후변화를 완화하기 위한 토양탄소 관리의 가장 효과적인 방법은 토양에 저장되어 있는 이산화탄소를 보존하는 것이며, 특히 이탄토와 토양유기물 함량이 높은 토양을 보존하는 것이다. EU 회원국 및 후보국가들의 현재 이탄지의 면적은 318,000 km² 이다. 이 표면의 50% 이상이 단지 몇몇 북유럽국가(노르웨이, 핀란드, 스웨덴, 영국)에, 그리고 나머지는 아일랜드, 폴란드와 발트 제국에 있다. 이 지역의 약 50%는 이미 탈수되었으며, 탈수되지 않은 지역의 대부분은 핀란드와 스웨

덴에 입지하고 있다.

이탄토지의 토지이용전환은 대체로 질이 좋은 이탄지를 농업, 임업 및 이탄추출을 위해 배수했을 것으로 추정하고 있다: 농업 65,000km² 이상(유럽 총 이탄지의 20%), 임업 약 90,000 km² (28%), 이탄추출 2,273 km² (0.7%).

유럽 토양의 탄소저장 기능을 활용하기 위한 가장 현실적인 선택은 그나마 북유럽에 남아 있는 이탄지를 보호하는 것이다. 유럽연합이 그들의 잔존하고 있는 이탄습지의 보호에 실패한다면, 예를 들어 유럽의 도로에 추가로 4천만대의 자동차가 배출하는 탄소량을 배출시키는 영향과 같아 진다.⁹⁾

5. 토양관리와 토양탄소

토양관리의 관행은 토양탄소 저장에 큰 영향을 미친다. 적절히 관리된 토양은 엄청난 양의 탄소를 대기로부터 흡수한다.

적절한 토양관리 전략은 모든 토지이용에서 실행이 가능하다. 초지, 산림지 또는 원시생태계의 경작지로의 전환을 억제하고, 농경지에서 토양친화적 경작법 적용과 잔여물관리, 물관리 등을 통하여, 초지에서는 방목의 강도, 초원생산성, 화재관리 및 종의 관리 등을 통하여, 산림지에서는 종의 선별, 입지관리, 최소한의 입지 준비, 산림관리, 생산성 증가 등을 통하여 토

8) FAOSTAT - Statistical Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006): FAOSTAT Agricultural Data. Rom: FAOSTAT.

9) Europa. Press releases, IP/09/353, 05/03/2009.

양 탄소저장을 증가시킬 수 있다. 이와 같은 실무를 통하여 유럽토양에서 매년 5천만 - 1억톤의 탄소를 격리시킬 수 있다고 한다.

토양 탄소저장을 개선하기 위한 가장 현실적인 선택은 a) 대부분 북유럽에 있는 이탄토와 같은 높은 유기토양에 저장되어 있는 탄소를 보호하는 것이며, b) 토지에 탄소를 최대화 할 수 있도록, 그리고 탄소손실을 최소화하는 방향으로 토지관리를 개선하는 것이다.

6. 바이오에너지정책과 토양탄소

유럽선진국가들을 포함한 선진국들은 해외, 특히 후진국의 자연을 그리고 토양을 엄청나게 파괴하였으며, 여전히 파괴하고 있다. 이제는 선진국뿐만 아니라, 중진개발국도, 세계 대국 중국도 이에 가세하고 있다.

에너지식물의 재배 증가를 통하여 세계적으로 에너지수요가 급증하고 있으며, 이는 이미 식량생산에도 부족한 농지 수요를 더욱 증가시키고, 미래의 토지이용 충돌을 고조시키며, 기후변화를 부추일 것이다.¹⁰⁾

이론적으로 유럽연합의 엄격한 토양정책을 통하여 유럽연합 내에서의 토양탄소에 미치는 영향을 완화시키고, 토양탄소 저장기능을 높힐

수 있다고 하더라도 문제는 재생가능한 에너지, 특히 식물에너지 개발이 주로 다른 나라, 특히 후진국 토양에서 이루어지기 때문에 바이오연료의 공급확대에 상응하여 지구적인 토양탄소 저장에 심각한 영향을 미치게 될 것이다.

바이오에너지의 개발과 관련하여 기회와 위해에 대한 논의는 유럽에서는 매우 폭넓게 이루어졌으며, 이 논의는 계속되고 있다.¹¹⁾ 통제되지 않은 바이오에너지의 증축은 특히 식량안전, 생물다양성, 기후보호 및 토양과 물에 큰 위해를 불러일으키게 된다.

식물에너지의 확대 이용계획의 뒷면에는 많은 어두운 면이 도사리고 있다 하겠다.

식량안전 위해: 성장하는 세계인구의 식량수요를 조달하기 위해서 2030년까지 지구의 식량생산은 약 50 % 성장하게 된다.¹²⁾

이 수요 중 단지 일부만 토지생산성 제고를 통하여 조달될 것으로 보고, FAO는 2030년까지 식량생산 경작지가 약 13 % 증가될 것으로 전망하고 있다.¹³⁾ 따라서 장차 토이용경쟁은 보다 첨예화될 것이며, 그 결과로 식량가격이 상승될 것이다. 이렇듯 에너지식물재배의 증가는 에너지와 식량시장 문제와도 직결된다.

생물다양성 위해: 바이오에너지 이용 확대를 통하여 증가되는 농산물수요는 기존의 생산체

10) 세계 자연보호 기금 (WWF)에 의하면, 최근 수십년간 아마존의 단지 브라질 부분의 우림의 약 17 % 를 벌채 또는 개간하였고, 이외에 18 %의 우림이 심하게 훼손되었다고 한다. WWF는 아마존우림은 세계적으로 약 15년간의 화석연료에서 배출되는 탄소를 저장한다고 한다. WWF Deutschland (2007): WWF Magazin 4/07, 10 pp.

11) 예를 들면, Lee, Yeong Heui Haber,Wolfgang: Bio-Kraftstoff, Nachhaltigkeit, Boden- und Naturschutz. In: Natur und Recht, Dezember 2008, p. 821-831, Berlin, Heidelberg : Springer Verlag

12) OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development und FAO (2008): OECD-FAO

13) FAO (2003): Compendium of Agricultural-Environmental Indicators 1989-91 to 2000, Rom: FAO Statistics Analysis Service, Statistics Division.

계의 집중화를 통하여 대처될 수 있으며, 이는 경작지의 생물다양성 저하를 수반하게 된다. 다른 선택은 자연생태계의 희생으로 새로운 경작지를 조성하는 것인데, 이것이 오늘날 지구적 생물다양성 위기를 조장한 주요한 한 원인이었다.

통제되지 않은 에너지식물재배의 확장은 토양생물다양성의 상실을 더욱 가속화시킬 것이며, 또한 토양기능의 약화 내지는 상실을 가속화시킬 것이다.

토양과 물의 위해: 에너지식물의 재배가 토양보호관점에서 수용할만한지는 지역 농업생태 조건에 달려있다. 통제되지 않은 에너지 작물재배와 부적절한 재배시스템은 가능한 수자원에 대한 압력을 강화시킬 수 있다. 에너지작물은 토양과 물문제를 악화시킬 수 있는 장차 큰 위해요소가 되고 있다.

기후보호에 대한 위해: 자연생태계의 바이오에너지 작물재배지로의 전환에서 온실가스가 배출된다. 에너지식물재배의 관심에서 산림개간이 확대¹⁴⁾ 될 것이고 이는 대기에 이산화탄소를 추가로 배출시키고, 토양의 탄소저장 기능을 파괴시킬 뿐만 아니라, 토양에 저장되어 있는 탄소를 유출시키게 된다.

상술한 바와 같이 토이이용 변경은 탄소배출과 긴밀한 관계가 있으며, 생태계의 (산림, 습지 또는 자연초지) 급진적인 변화에서 높은 탄소방출이 이루어진다. 이는 바이오에너지이용

에서 초래되는 기후보호에 대한 부정적 영향 중의 하나이다.

7. 토양포장과 기후보호

토양의 포장은 토양기능의 전면 손실과 토양의 파괴로 이어진다. 포장토양은 비포장토양에 비하여 여름철에 약 1 - 5°C가 높게 나타난다.

포장된 토양에서는 물순환기능, 지하수저장기능, 유해물질 여과기능 등의 토양기능이 손실되며, 그 결과, 음용수부족, 가뭄피해의 확대, 빈번한 홍수발생, 지하수오염과 물질집중 증가 등의 부정적 결과가 초래된다. 반면에 토양의 기능력이 발휘된다면, 홍수 위해가 감소되고, 오염물질의 중화 또는 여과를 통하여 지하수원이 보호되고, 1 ha당 3,750톤의 물이 저장될 수 있다.

도시의 끊임없는 확장과 여러 경제부문으로부터 증가하는 토지수요로 인하여 유럽연합에서도 토양포장이 엄청나게 증가하고 있으며, 이는 유럽연합의 중요한 문제의 하나가 되고 있다.

예를 들어, 독일의 경우, 오늘날 하루 평균 100 ha이상의 토지가¹⁵⁾ 정주공간 및 교통공간으로 전용되고 있으며, 경기가 좋을 때는 하루

14) 지구의 총 산림면적의 연간 손실은 약 천3백만 ha에 달한다. 열대국가의 산림손실은 약 8백만에서 천만ha에 달한다.

15) 이는 100개소의 축구장에 해당하는 면적이다. 이는 매초 15 m²의 토지가 소모되고 있음을 의미한다. 이 중 80 %는 주거용지로, 약 20 %는 교통용지로 이용되고 있다. 토지전용 면적을 년 30 ha로 줄일 것을 2002년 국가 지속가능 발전 목표로 확정했으나 (Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland: unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung), 그 이후에도 여전히 일일 100ha이상이 전용되고 있으며, 경기가 좋을 때는 하루 129ha씩 전용되고 있다.

129 ha씩 전용되고 있다. 이렇게 소실되는 토지는 대부분 생태적으로 가치가 높은 토양이며, 때문에 자연과 환경에 커다란 손실이며, 그 뿐 아니라 기후변화와 생물다양성에 부정적 영향을 미치게 된다.

토양포장의 제한을 위해서는 토지이용계획정책이 매우 중요하며, 토양포장에 있어 토양의 자원 측면을 고려해야만 한다. 토양은 자연과정에서 2 cm의 표토생성에 500년이상이 소요되므로 재생 불가능한 자원이며,¹⁶⁾ 파괴된 기능의 회복에는 - 가능할 경우 - 엄청난 시간과 비용이 소요됨을 염두에 두어야 한다.

회원국가 차원에서뿐만 아니라, 유럽연합차원에서도 역시 토양포장을 제한할 수 있는 대책이 절실히 요구되고 있다. 이에 유럽연합정부는 토양보호법(안) 제 5조에서 토양기능의 보호를 위하여 회원국들은 토양포장을 제한하기 위한 대책을 수립하도록, 그리고 포장이 불가피한 경우에는 가능한 한 최대한도 토양기능이 유지될 수 있는 건설방법적용, 건설재료이용 등을 의무화하고 있다.

8. 결어

유럽연합의 토양보호전략은 직접적으로 다양한 토양위해에 대처하고자 하는 것이며, 궁극적으로 토양의 지속가능한 이용을 추구한다. 아울

러 유엔의 사막화방지협약, 생물다양성협약 및 기후변화협약의 이행에도 기여하고자 한다.

기후보호와 관련하여 가장 중요한 것은 역시 토지이용변경이다. 이 점은 한국에도 역시 시사하는 바가 크다 하겠다.

한국의 경우, 1980-2008간 농지면적의 증가에도 불구하고 연평균 190km², 산림면적은 연평균 68km²가 공공시설, 건물건축, 기타로 전용되었다. 저탄소 녹색성장을 국가발전 패러다임으로 내걸고 있는 최근, 토지이용전환은 더욱 확대되어 2008년에는 2007년에 비하여 농지는 228km², 산림지는 75km²가 순감소되었다.¹⁷⁾ 즉 2008년 한해동안 서울특별시의 절반면적 크기의 농지와 산림지가 전용된 것이다. "기후보호"는 거의 모든 분야에서 유행어처럼 사용되고 있으며, 정책적으로도 여러 대책이 실시되고 있다. 대책의 일부는 "보호"라기 보다는 오히려 약화를 조장하기도 한다. 또한 자연을, 토양을 파괴하는 행위를 하고 있으면서, 또는 에너지수요를 조장하는 가운데 "기후보호"는 높히 외쳐지고 있다.

상술한 바와 같이 기후보호와 토양보호는 긴밀한 관계가 있으며, 토양보호는 곧 기후보호이고, 기후보호는 또한 토양보호에 기여한다.

한국도 역시 그의 토양보호정책도 공간개발정책도 재음미해 볼 필요가 있다 하겠다.

(원고접수일 2010년 8월 9일)

16) European Commission (2007): Environment fact sheet: soil protection - a new policy for the EU.

17) 국토해양부(2010):2009년도 국토의 계획 및 이용에 관한 연차보고서(안), p.31pp.