
저자 (Authors)	박준홍, 기동원
출처 (Source)	지반환경 7(3) , 2006.9, 11-17(7 pages) Geoenvironmental Engineering 7(3) , 2006.9, 11-17(7 pages)
발행처 (Publisher)	한국지반환경공학회 Korean Geo-Environmental Society
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE00750865
APA Style	박준홍, 기동원 (2006). 토양생태환경 등급화에 대한 연구동향 및 적용방향. 지반환경, 7(3), 11-17
이용정보 (Accessed)	연세대학교 165.***.140.30 2019/11/11 16:56 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

토양생태환경 등급화에 대한 연구동향 및 적용방향

Research Trends in Classifying/Assessing Soil Ecological Quality and Its Potential Applications

박 준 흥 연세대학교 토목환경공학과 조교수

기 동 원 연세대학교 토목환경공학과 대학원과정

1. 서 론

지속가능한 개발은 차세대 건설산업과 연구분야에서 가장 주요한 요소로 작용할 것이다. 지속가능성을 이야기 할 때 인간의 편익과 더불어 자연생태환경이라는 요소를 총체적으로 평가하여 개발인지 보전인지 여부를 결정하는 것을 의미한다. 인간편익이나 자연생태환경과 같이 복잡하고 다양한 요소들을 총체적으로 평가하여 의사 결정을 도출할 수 있는 통합적 평가 체계가 지속가능성 평가에 필요하다. 이러한 방대한 평가를 위해서는 복잡한 자연생태 환경 요소들로부터 지속가능성 평가에 의미 있는 정보를 제공할 수 있어야 한다. 현재는 자연생태환경의 질에 대해서 개인별 혹은 이익단체별로 다소 주관적으로 평가하는 경향이 있어서 이를 체계적인 평가에 사용하기에는 편협성이라는 한계가 있다. 따라서 과학적이고 체계적인 근거에 의해서 지속가능성을 평가하기 위해서는 인간편익 뿐 아니라 자연생태환경의 질을 다양한 자료에 근거해서 등급화 혹은 점수화하는 것이 필요하다.

동식물생태의 경우, 생태의 가치를 등급화하여 표시한 지도를 국토개발사업 위치 선정 시 활용하고 있다(환경부 자연생태현황도). 하천생태의 경우, 청계천 복원사업 이후 하천 식물, 곤충, 물고기, 조류 등에 다양한 하천생물체 다양성을 총체적으로 평가하는 기법들이 연구·개발되고

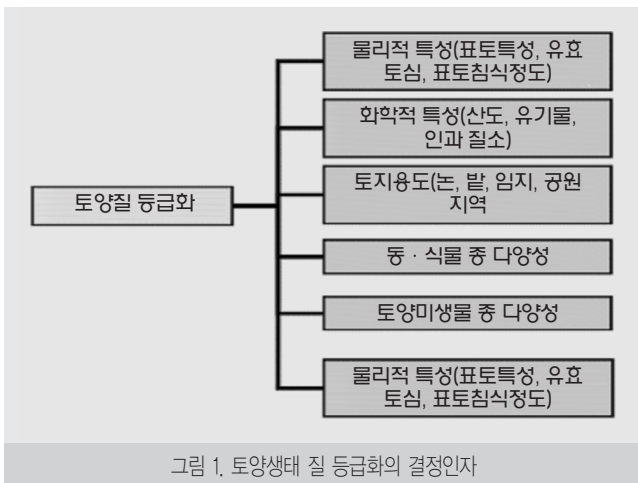
있다(조용현 외, 2001; 배연제 외, 2003). 습지생태의 경우도 생태질에 따른 등급화를 정하여 보전 우선순위를 정하려는 시도가 보고된 바 있다(강수진, 2004). 하지만 토양생태의 경우 환경영향평가에서 고려되고 있지 않으며, 생태 가치에 대한 기초자료의 구축도 미흡한 것이 국내 상황이다. 토양생태계 특히 토양미생물들은 분해자로서 탄소와 질소의 전 지구적 순환에 중요한 역할을 한다. 이러한 과학적 이유로 UN산하의 FAO(Food and Agriculture Organization)와 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development)는 토양생태다양성(soil biodiversity)의 지속가능성에 대한 개념을 강조해 오고 있다(FAO, 2003a, b; OECD, 2004). 양질의 토양생태는 자원으로 고려되는데, 이러한 양질의 토양 지역에 국토개발사업이 추진되어야 할 경우 그 개발여부에 대한 경제적, 사회적인 의사결정에 토양생태 등급과 같은 정보가 중요하게 활용될 것이다. 토양생태질 등급개념을 활용하면 국토개발사업의 절토 및 성토의 계획과 설계에 있어서 친환경성을 증진하는 효과가 있을 것이다. 따라서 도로건설이나 주택단지건설과 같은 국토개발사업의 위치 선정 시 토양생태에 미치는 영향에 대한 체계적 평가가 필요하고, 이를 위해서는 토양생태의 질을 등급화한 수치지도와 같은 정보체계가 필요하다.

하지만 토양생태의 질에 대한 정의가 전문가들마다 각

양각색으로 다르고, 정성적인 정보를 정량화하여 등급화하려는 시도가 유럽의 몇몇 연구들을(Römbke and Breure, 2005에서 유럽동향 최근 연구들이 인용 및 정리되어 있음) 제외하고는 거의 없었다. 따라서 본 논문에서는 토양생태환경 등급화에 대한 국내외 연구동향을 살펴보고 국내에 적용하는 방안에 대해서 고찰해 보았다.

2. 토양생태환경 등급화에 대한 연구동향

2.1 토양생태환경의 질에 미치는 영향 인자들



토양생태의 질을 등급화 하는데 있어서 물리적 특성, 화학적 특성, 생물학적 특성 그리고 토지이용 관련 정보들이 상호유기적으로 고려되어야 한다(Römbke and Breure, 2005). 선진외국들의 경우 이러한 정보들은 전국토대상으로 하는 데이터베이스가 형성되어 있다. 우리나라에서도 동일한 기본개념을 가지고 있으며, 토양의 물리적 특성, 화학적 특성, 그리고 토지이용도에 대한 정보는 농림부의 농업토양정보시스템을 통해서 전 국토를 대상으로 하는 데이터베이스가 형성되어 있고, 연구목적으로 수치자료를 이용할 수 있다(농업토양정보시스템, <http://asis.rda.go.kr/>). 생물학적 특성에 대한 정보의 경우, 동식물생태의 종 다양성에 대한 정보를 환경부 자연환경현황도로부터 획득할 수 있다(환경부 자연환경현황도, <http://egis.me.go.kr/egis/>). 하지만 토양생태에 대한 정보는 선진외국에 비해 전무한 것이 국내 현황이다. 독일이나 덴마크와 같은 유럽 국가들에서는 토양생태환경

의 질의 등급화에 영향미치는 토양생태계의 요소들로 토양미생물의 종의 다양성과 토양 미생물에 의한 오염복원능을 고려한다(Römbke and Breure, 2005). 그림 1에는 이러한 내용들이 도식화되어 있다.

2.2 토양미생물 종 다양성 통한 토양생태환경 등급화

토양생태의 질을 평가하기 위해서 토양 내 생명체들의 다양성과 개체군 수를 지표로 사용할 수 있다(Römbke and Breure, 2005). 곰팡이(fungi)와 박테리아류의 세균들(bacteria, archaea, and actinomyceta)과 같은 토양미생물들과, 크고 작은 무척추 토양동물들이 토양생태계를 구성한다. 식물들은 뿌리를 통해서 이러한 토양미생물과 무척추 동물들과 상호작용을 한다. 이러한 생태적 다양성과 복잡성에도 불구하고, 곰팡이와 박테리아를 포함한 토양미생물이 토양생명체의 약 75%를 차지하고 있다(그림 2.). 토양미생물들은 탄소와 질소를 토양에 고정해서 토양에 양분을 제공하기도 하고, 잉여 혹은 불필요한 탄소나 질소원을 토양에서 배제하는 기능들을 수행하는 등 주요 원소들의 전지구적 순환에 중요한 역할을 한다. 토양생태에 대한 총체적 기능 분석은 다양한 미생물생태 기법에 의해서 가능하며(표 1), 토양미생물의 군집/기능 다양성에 대한 정량적 분석 또한 아래에 기술된 분자생물학적 방법으로 가능하다(Winding et al., 2005). 이러한 이유들에 근거하여, 토양미생물을 지표 토양 생명체로 선정하여 토양생태의 질 등급화에 사용하는 것은 합리적이고 타당해 보인다.

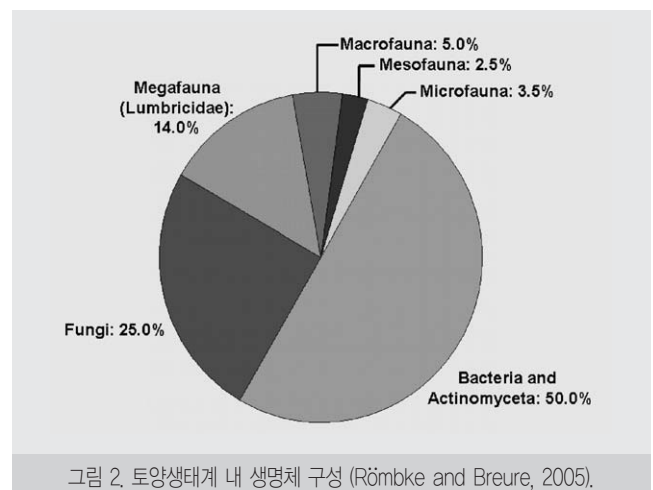


표 1. Examples of microbial indicators in soil monitoring programs(Winding et al. 2005)

Monitoring program	Microbial ecosystem process
Germany (extent of research program varying for the single federal states)	Soil respiration Microbial biomass (SIR) Metabolic quotient (qCO_2) Soil enzymes (e.g., dehydrogenase, arginine ammonification, cellulase, β -galactosidase)
The Netherlands <i>National Soil Monitoring Network (started in 1993)</i>	Microbial biomass (direct microscopy) Potential C mineralization Potential N mineralization Bacterial growth rates Bacterial diversity (DGGE, Biolog)
Switzerland (variation between cantons)	Microbial biomass (SIR, CFE) Soil respiration Potential N mineralization Arbuscular mycorrhiza
Czech Republic	Microbial biomass (SIR) Soil respiration N mineralization, nitrification Soil enzymes (cellulase, catalase)
The United Kingdom <i>UK SS Network (1994-2006)</i>	Microbial biomass Soil respiration Microbial diversity (Biolog) <i>Rhizobium</i>
The United Kingdom <i>Sewage sludge project (1998-2006)</i>	Biosensor bacteria (heavy metals) Soil respiration Microbial diversity (Biolog) Biosensor bacteria (heavy metals)
Estonia, Finland, Germany, Italy, Latvia, Bussia, Sweden <i>ICP-IM</i>	Soil respiration Organic matter decomposition Soil enzyme (phosphatase) Potential N mineralization
Austria <i>ICP-IM(extended)</i>	Microbial biomass (SIR and ergosterol) Soil enzymes (dehydrogenase, xylanase, arylsulfatase, protease) Nitrification Bacteria and fungi, e.g. Mycorrhiza
New Zealand (222 sites)	Potential N mineralization (anaerobic)
New Zealand (12 sites)	CO_2 production (basal respiration) Microbial biomass (fumigation extraction) Potential N mineralization (anaerobic)

토양미생물 군집 내 종 다양성에 대한 정량적 분석은 토
양미생물 DNA시료에서 16S rRNA(박테리아)나 18S

rRNA(곰팡이) 유전자 정보를 분석함으로써 할 수 있다
(Ribosomal Database Project II <http://rdp>

cme.msu.edu: Bridges and Spooner, 2001). 분자생물학적인 접근인 이러한 방법은 환경 DNA시료에서 16S rRNA(박테리아)나 18S rRNA(곰팡이) 유전자 정보를 PCR(polymerase chain reaction)로 증폭하고 이렇게 증폭된 혼합된 유전자 정보를 cloning 방법을 통해서 분리한 후 각기 분리된 clone내 염기서열분석을 통해서 미생물 종을 결정한다. 이 방법은 구체적으로 어떠한 종이 얼마나 존재하는지에 대한 다양성과 수에 대한 정보를 동시에 제공하므로 매우 유용하다. 단점은 다소 높은 비용인데, 특히 많은 환경시료를 분석해야 하는 경우에 부담이 된다. 다양성에 대한 비교지표만을 획득하는 것이 목적인 경우에는 T-RFLP(terminal restriction fragment length polymorphism) 방법이 경제적이다(Winding et al., 2005). T-RFLP은 환경 DNA시료에서 16S rRNA(박테리아)나 18S rRNA(곰팡이) 유전자 정보를 PCR(polymerase chain reaction)로 증폭하여 확보한 후 restriction enzyme digestion을 통해서 해당 미생물 군집의 fingerprint를 획득하는 방법이다(Marsh et al., 2000, http://rdp8.cme.msu.edu/html/t-rflp_jul02.html). T-RFLP은 환경시료로부터 PCR을 통해 증폭된 미생물 DNA 염기서열의 차이를 빠르게 비교할 수 있으며 많은 양의 시료를 한번에 분석할 수 있는 장점이 있다(Dunbar et al., 2001). 하지만 종에 대한 정확한 정보를 알 수 없고, 종 다양성 분석 시 해상도(resolution)가 다소 떨어지는 단점이 있다. 이러한 T-RFLP의 정확성을 보완하는 방법연구는 아직까지 보고된 바가 없으므로 국내 연구진의 관심이 요구된다고 하겠다. 또한 다양성 정보와 수(abundance)를 함께 고려하는 새로운 지표의 도출도 새로운 연구분야임을 문헌조사 결과 알 수 있었다.

2.3 Oxygenase: 토양생태의 오염복원능 지표

토양미생물생태변수 중 환경 보전 및 오염복원능을 나타낼 수 있는 지표로서 plasmid를 포함한 박테리아 수와 오염물질에 의한 오염내성발현정도(PICT [pollution-induced community tolerance])와 같은 것들이 유럽 생태유해성분석 연구자들에 의해서 제안되어 왔다(Cambell et al., 1995; Van Beelen et al., 2004). 오염물질이나 환

경스트레스가 증가하면 토양미생물들은 생존을 위해서 plasmid를 획득하게 되고 plasmid 내에 있는 오염물질분해능을 발현하는 유전자들(예, oxygenase)을 통해서 오염을 제거하고 해당토양을 정화한다. 따라서 plasmid를 포함한 박테리아 수가 증가하면 오염복원능이 증가한다고 할 수 있다. PICT 방법은 미생물군집에 특정 유해물질에 대한 내성을 정량적으로 평가하여서 토양미생물에 의한 오염복원능 지표로 삼는 접근방식이고 최근 그 사용빈도가 늘고 있다. 그러나 이러한 plasmid 박테리아 정량방법과 PICT 방법은 실험실에서 배양이 가능한 미생물 종들에 대해서만 분석이 가능하므로 토양 내에는 존재하면서 실험실에서 배양이 되지 않는 군집에 대한 평가는 불가능하다는 단점이 있다. 최근의 환경미생물생태연구에 따르면 현재의 미생물배양기술로는 자연상태의 환경미생물 중 1% 정도만 배양이 가능한 것으로 추측하고 있다(Torsvik and Øvreås, 2002). 이러한 상황을 고려할 때 실험실 배양에 의존해야 하는 방법들은 오염복원능 예측에 적절하지 않다고 여겨진다.

이러한 한계성 극복 위하여 토양 DNA에서 오염물질을 제거하는 토양미생물들의 기능에 해당하는 유전자분석을 cloning-sequencing이나 T-RFLP과 같은 비배양식 분자생물학적 방법을 사용할 수 있고, 이를 통해 총체적인 정보를 정량적으로 획득할 수 있다. 또한 이러한 비배양식 분자생물학적 방법은 기능유전자의 다양성과 양적 정보를 획득할 수 있는 장점도 있다. 문제는 어떠한 기능유전자를 토양미생물의 오염복원능 지표로 선정하는 것인가인데, 유류관련 유해물질들이 주택단지나 도로주변 지역의 주 오염원이라는 점, 표토층에서 유류관련 유해물질 분해 미생물들은 대부분 oxygenase pathway를 지니고 있고(Johnson et al., 2006), oxygenase의 유전적 다양성과 양이 커지면 유류오염물질뿐 아니라 다른 종류의 유해물질에 의한 오염에 대한 복원능이 커지는 경향이 있다는 점(Baldwin et al., 2003) 등의 이유로 oxygenase 유전자 정보를 도로나 주택단지 위치선정 시 토양미생물 오염복원능 지표의 하나로 사용할 수 있다.

2.4 토양생태환경 등급화에 미치는 결정인자들 간 가중치 결정

그림 1에서 제시된 바와 같이 토양생태의 질을 등급화에

는 다양한 환경생태인자들을 고려해서 결정해야 한다. 여기서 주요 질문은 이 다양한 결정인자가 토양생태질 등급화에 어떠한 상관관계를 갖는가 하는 것이다(Eq. 1). 가장 근본적인 접근방식은 각각의 가중치를 충분한 자료를 근거로 결정하는 것이다. 하지만 이 접근방식은 경제적 실효성이 낮다는 일반적인 비판과 더불어서, 방대한 자료 분석의 속성상 사용하는 도출기법과 논리에 따라서 편향된 결과가 도출될 수 있는 가능성이 있다. 더욱이 중요한 것은 토양질 등급화의 목적이 토양생태환경 전문가 집단의 의사수렴에 있지 순수생태학적 관점에 있지 않다는 점이다. 이러한 이유 때문에 토양생태에 미치는 영향인자들의 가중치를 과학적 근거로 도출하는 방안과 더불어 전문가들을 대상으로 설문조사를 하여서 다중의사결정기법을 통해서 결정인자들의 가중치를 결정하는 방안이 동시에 고려되어야 한다. 문헌조사에 따르면 토양미생물 중 다양성의 가중치가 가장 큰 것으로 보이는데, 만약 그 가중치가 타 인자의 가중치보다 3배 이상 클 경우 토양생태질 등급 산정은 토양미생물 중 다양성과 오염복원능으로 이루어 질 수도 있다. 이러한 가능성 여부를 집중적으로 분석할 필요가 있겠다.

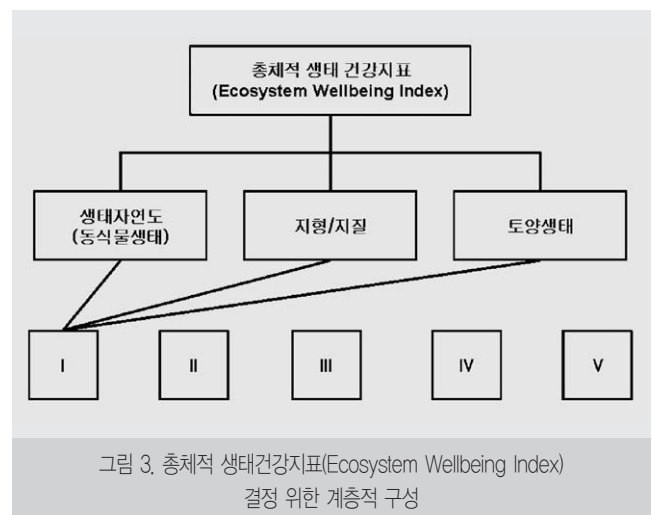
토양생태환경 등급 =
(물리적특성, 화학적특성, 토지이용, 동식물 종다양성, 토양미생물 중 다양성, 오염복원능)(Eq. 1)

3. 토양생태환경 등급화의 응용방안

토양생태질 등급화 개념은 유럽과 같은 선진국들에서 제안되어 왔고 미국에서는 특정지역을 대상으로 연구되어 왔지만 실제적으로 토양생태질 등급화한 지도를 제작하고 이를 실험적으로 검증한 경우는 아직 없다. 단지 본 저자들이 참여하고 있는 건설교통부 건설핵심기술연구사업 친환경·지능형 도로설계 기술개발 과제에서 토양생태질 등급 수치지도 제작을 특정 현장자료와의 실험적 검증을 통해서 추진하고 있는 정도이다. 따라서 기존의 실증사례들을 통한 고찰은 본 논문에서 시기상조인 듯하다. 대신에 본 논문에는 새로운 개념인 토양생태질 등급 수치지도의 실용화 방안에 제안으로 글을 마무리하려 한다.

국토개발사업 위치 선정 시 토양생태를 고려하려면 토

양생태 등급이 표시된 지도가 필요하고, 이를 위해서는 토양미생물에 대한 자료가 광역대상으로 필요하다. 하지만 현재 이러한 자료가 매우 미흡하고, 실험적으로 이러한 기초 자료를 대단위 규모로 획득하는 것은 분명 그 의미가 있으나 경제적으로 다소 비현실적일 수 있다. 따라서 전국 규모로 획득이 가능한 토양 및 자연생태 관련 기존 자료들로부터 토양미생물 중 다양성을 도출하는 방안모색이 필요하다. 이를 위해서 다음과 같은 방안을 제안할 수 있다. 연구대상 지역을 선정하여 토양미생물의 종 다양성을 앞서 제안한 방법을 이용하여 실험적으로 측정한 후, 이 실험 측정치들과 기존 토양자료들의 물리적 특성, 화학적 특성, 토지이용 그리고 동식물 중 다양성(혹은 환경부 생태자연도 등급) 값들 간의 상관관계를 도출 할 수 있다. 토양환경변수-생태변수 상관관계 방정식을 이용해서 기존의 토양환경 및 동식물 환경생태 자료로부터 토양미생물 중 다양성을 예측할 수 있고, 이런 예측을 전국규모로 확대하여 토양미생물 중 다양성 수치지도를 제작할 수 있을 것이다.



기존의 생태자연도(동식물생태) 그리고 지형지질 자료와 더불어서 토양생태질 등급자료를 활용하면, 총체적 생태건강지표(Ecosystem wellbeing)를 결정할 수 있다(그림 3). 총체적 생태건강지표를 인간생활환경 건강지표(Human wellbeing)와 접목하여 지속가능성 지표(Sustainability Index)를 도출하고(그림 4), 이 최종 평가 지표를 수치화한 지도를 사용해서 국토개발사업 위치 선정에 활용할 수 있을 것이다. 총체적 생태건강지표의 결

정식 동식물생태, 지형지질과 토양생태 간의 상대적인 중요성에 대한 의사결정이 필요하다. 이때에는 생태 및 공학에 대한 전문성이 요구되므로, 전문가 집단의 의견이 중시되어야 한다고 여겨진다. 반면 지속가능성 지표 결정과 같이 자연생태와 인간생활환경 편익에 대한 사항은 다양한 전문가 집단 뿐 아니라 해당지역 주민의 주관적 의사가 반영도록 하여야 할 것이다. 또한 이러한 다계층적 정보를

지형정보에 중첩해서 총체적 평가를 가능하게 하는 GIS (Geographic Information System)를 활용하여 도로노선과 같은 선적 계획과 도시개발과 같은 면적 계획을 합리적이고 적합하게 하는 것이 가능할 것으로 기대된다 (그림 5). 

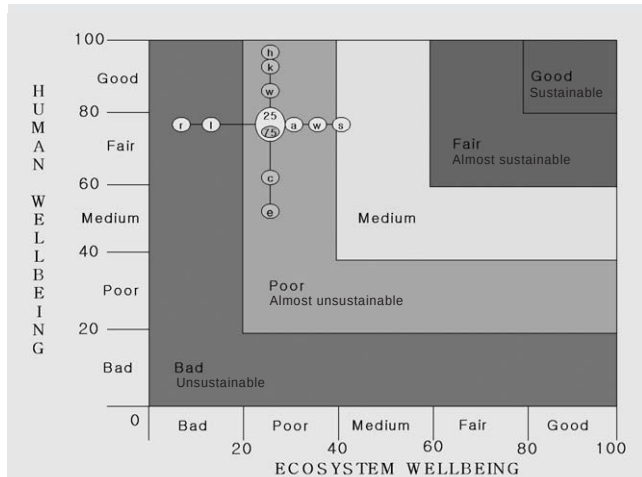


그림 4. Human Wellbeing, Ecosystem Wellbeing and Sustainability Indices (Prescott-Allen, 2001)

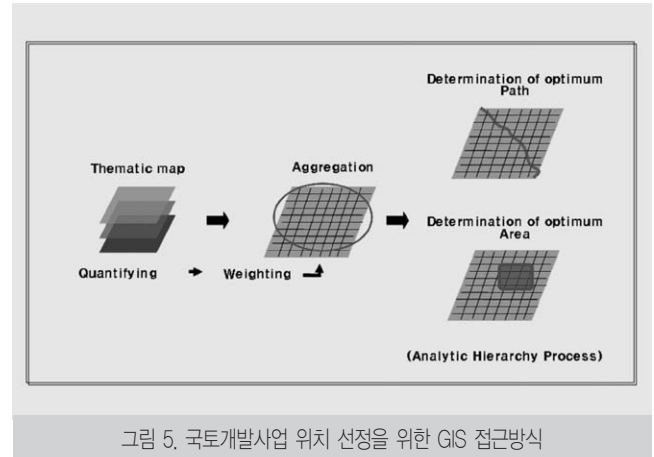


그림 5. 국토개발사업 위치 선정을 위한 GIS 접근방식

감사의 글

이 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단을 통하여 지원된 건설교통부 건설핵심기술연구사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 강수진 (2004), "습지기능을 고려한 한국 내륙습지의 간이 평가 기법 개발 및 적용", 이화여자대학교 석사학위논문.
2. 배연재, 원두희, 이웅재, 승현우 (2003), "하천생태계에 대한 환경평가 기법과 생물다양성 관리시스템의 개발 및 적용", Korean J. Environ. Biol., 21(3): 223-233.
3. 조용현, 이재원, 조수현 (2001), 「서울시 도시생태계의 장기 모니터링 방안 연구」, 서울시정개발연구원.
4. Baldwin, B. R., Nakatsu, C. H., Nies, L. (2003), "Detection and enumeration of aromatic oxygenase genes by multiplex and real-time PCR", Appl. Environ. Microbiol., 69:3350-3358.
5. Bridges, P., Spooner, B. (2001), "Soil fungi: diversity and detection" Plant Soil, 232: 147-154.
6. Cambell, J.I.A., Albrechtsen, M., So??rensen, J. (1995), "Large pseudomonas phages isolated from barely rhizosphere", FEMS Microbiol. Ecol., 18, 63-74.
7. Dunbar, J., L.O. Ticknor and C.R. Kuske (2001), " Phylogenetic specificity and reproducibility and new method for analysis of terminal restriction fragment profiles of 16S rRNA genes from bacterial communities", Appl. Environ. Microbiol., 67, 190-197
8. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2003a), "Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture: Report of an International Technical Workshop", Londrina, 2002.
9. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2003b), "Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries", In: Proceedings from a Satellite Event on the Occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, 12-13 October 2002.
10. Johnson, D. R., Park, J., Kukor, J. J., Abriola, L. M. (2006), "Effect of carbon starvation on toluene degradation activity by toluene-monooxygenase expressing bacteria", Biodegradation, Feb. 14, 1-9 (electronic publication ahead print).

참 고 문 헌

11. OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). (2004), "Agricultural impacts on soil erosion and soil diversity: developing indicators for policy analysis", In: Proceedings of an OECD Expert Meeting, Rome, March 25-28, 2003. ISBN 92-64-19920-9.
12. Prescott-Allen, R. (2001), The Wellbeing of Nations, Ch.1., p.9.; Island Press, Washington.
12. Römbke, J., Breure, A.M. (2005), "Status and outlook of ecological soil classification and assessment concepts" Ecotoxicol. Environ. Saf. 62, 300-308.
13. Marsh, T.L. (1999), "Terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP): an emerging method for characterizing diversity among homologous populations of amplification products", Curr. Opin. Microbiol. 2, 323-7
14. Torsvik, V., Øvreås, L. (2002), "Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems", Curr. Opin. Microbiol. 5, 240-245.
15. UNCED (United Nations Conference on Environment and Development), 1992. Agenda 21. Rio de Janeiro, June.
16. Van Beelen, P., Wouterse, M., Postuma, L., Rutgers, M. (2004), "Location specific ecotoxicological risk assessment of metal polluted soils", Ecotoxicol. Environ. Saf. 23, 2769-2779.
17. Winding, A., Jund-Rinke, K., Rutgers, M. (2005), "The use of microorganism in ecological soil classification and assessment concepts", Ecotoxicol. Environ. Saf. 62, 230-248.
18. World Commission on Environment and Development (WCED), 1987. Our Common Future. Oxford University Press, New York.
19. 농림부 농업정보포털시스템 <http://asis.rda.go.kr/>
20. 환경부 자연생태자연도 <http://egis.me.go.kr/egis>
21. Ribosomal Database Project II <http://rdp.cme.msu.edu/>
22. Improved Protocol for T-RFLP by Capillary Electrophoresis http://rdp8.cme.msu.edu/html/t-rflp_jul02.html

2006년 한국지반환경공학회 친선골프대회

2006년 9월 22일 상지대학교에서 개최되는 2006년도 한국지반환경공학회 정기총회 및 학술발표회를 맞이하여
2006년 한국지반환경공학회 친선골프대회를 다음과 같이 개최합니다.

1. 대 회 명 : 한국지반환경공학회 친선골프대회
2. 일 시 : 2006년 9월 21일(목) 오후1시
3. 참가인원 : 24명(6팀, 참가신청순)
4. 신청마감 : 2006년 9월 4일(월)
5. 회 비 : 20만원(그린피+그늘집+저녁만찬+숙박)
6. 장 소 : 오크밸리 CC
7. 시상방법 : 신페리오방식
8. 시상내용 : 메달리스트 / 우승 / 준우승 - 트로피
근접상 / 장타상 / 행운상 / 감투상 - 상품