

제 10 주 골프장 개발이 생태계에 미치는 영향의 저감방안

1. 골프장 건설시 생태계에 미치는 영향의 저감방안

사면 발생지역에 보존수림을 최대한 이용하고 대규모 절·성토를 줄이도록 설계·시공한다. 장마전 혹은 폭우전에 잔디의 식재를 마무리하고 사면의 표토가 유실되지 않도록 구배를 완화하는 등 대책을 강구하며 맹암거 등을 설치한다. 코스내 원형보존지역이 수림대로 이용될 수 있도록 시공한다. 가급적 많은 수목을 이식한다. 하류 하천의 생태계가 유지되기 위해서는 계곡수의 공급이 유지되어야 한다. 게릴라성 폭우를 대비하여 충분한 면적의 침사지가 필요하며 다단계 등으로 설치한다. 담수생태계(서식지)는 미소립자의 오탁물질에 의해 파괴되므로 토사(미립자)의 유출을 최대한 줄여야 한다. 골프장으로부터 오염물질(특히 산화물질)은 생태계에 위해하므로(종의 서식이 불가능함) 원인을 찾아 수계로 유출되지 않도록 하여야 한다.

1) 골프장 조성시 생태계 측면에서 고려할 사항은 아래 표 1과 같다.

<표 1> 골프장 조성시 생태계 측면에서 고려할 중점 사항

항목	고려할 사항
동·식물	양호한 수림 보존(녹지자연도 8등급의 훼손 등), 코스간 자연식생 보존
	훼손수목의 최소화(이식 등), 조경계획에 이식수목 최대한 사용
	보호수의 보호대책, 수관폭 보다 더 이격하여야 함
	법적보호동물의 보호대책(동물의 서식지 주변은 원형보존)
	생태축(통로) 보존대책 (골프장 경계가 생태축에서 충분히 이격되도록 수림대를 원형보존)
	서식지훼손 최소화(도래지, 집단 서식지는 최대한 보존)
	담수생태계 영향 저감대책(공사시 buffer zone 설치, 토사유출 저감대책, 골프장에서 발생하는 오염물질이 외부 수계로 유출되지 않도록 배수관거를 철저히 분리하여 시공)

2. 골프장 운영시 생태계에 미치는 영향 저감방안

운영시 골프장은 인위적으로 관리된 상태를 유지하기 때문에 자연상태의 생물들이 이용하기에는 부적절한 환경이다. 즉 골프장 주변에 펜스가 쳐 있을 경우 동물들의 이동이 단절될 수 있고, 펜스가 없더라도 골프장은 동물들이

이용하기에 자연스럽지 못한 환경이다. 골프장 내에 보존림이 존재할 지라도 인위적인 교란이 이루어져 동물들이 서식하기에 적절하지 못할 수 있다. 조류의 경우 이동의 기착지로서 보존림을 이용할 수 있지만 서식지로서 적절하지 않은 듯 하다. 왜냐하면 잔디와 수목에 살충제의 사용으로 인하여 조류의 먹이가 되는 곤충류들이 다양하게 서식하지 못하기 때문일 것이다. 또한 양서·파충류는 기피동물로서 출현시 제거되거나 격리되어 이들의 서식이 거의 불가능하다. 골프장내 pond는 농약과 비료가 섞인 초기 우수가 유입되는 곳이므로 그런 환경에서 생존할 수 있는 생물만이 서식할 수 있다. 최종 방류가 되는 하천의 경우 생물상에 지속적인 영향을 받고 있다.

골프장의 인위적인 조성지에 생태계를 복원하여 자연상태를 도입하고 관리하려는 노력이나 방법들이 외국에서 시행되고 있으나, 아직 국내의 골프장에서는 그러한 개념이 고려되지 않고 있다. 다만 골프장 조성시 생태계를 고려한 골프장을 조성하려는 친환경적인 설계가 시도 중에 있으며 생태골프장 조성의 활성화에 대한 문제점과 개선책이 강조되고 있다(서우현, 2000)

골프장과 환경 양쪽을 위한 관리를 위해서 환경관리계획을 세울 필요가 있다. <표 2>는 여러 가지 환경관리전략을 통하여 골프장과 환경의 서로 다른 관점들이 해결될 수 있는 방안을 보여 주고 있다.

<표 2> 골프장의 관리분야에 대한 서로 다른 관점과 환경관리전략

관리분야	골프관점	환경관점	환경관리전략
그린, 티, 웨어웨이, 러프	잔디의 질, Green speed, 유지관리, 경제성, 경기에 적합성	야생종에 대한 화학물질 사용의 악영향, 물 소비	IPM을 통한 화학물질 사용량 감소, 물 보전, 수질관리
시설과 장비	경제성, 규제, 기능	잘못 사용하거나 무분별한 사용, 유출로 수질의 오염	수질관리, 화학물질 사용 감소와 안전
물관리 시스템	충분한 용수사용, 경기의 적합한 상태와 좋은경관 유지	많은 물 소비	물 보전, 수질관리
경관	좋은경관 관리	고유종이나 야생종 대신, 외래식물 사용, 인위적인 식재 관리, 다양성 감소	야생종과 서식지관리, 농약/비료 사용 감소 및 안전
저수지, 하천 등	경기력, 유지관리, 좋은경관 유지	수질 저하 또는 오염, 담수 서식지 훼손	수질관리, 야생상태, 서식지 관리
자연보존지역	좋은경관, 경기의 속도(난이도 등)	지역 야생동식물 서식지 보호	야생종과 서식지관리

1) 육수생태계에 미치는 영향의 저감

골프장의 운영시 악화된 하천의 수질과 육수생태계에 미치는 영향을 저감하기 위해서는 골프장의 입지 단계부터 청정지역의 수계는 피하는 것이 최선의 대책이다. 골프장 운영시 아래의 저감방안들이 골프장 설계와 공사, 그리고 운영시 대책수립에 도움을 주고 영향을 줄일 수 있는 규제 수단이 될 수 있지만, 가장 중요한 것은 골프장 운영자의 환경관리에 대한 의지에 달려 있음을 알 수 있다. 이는 같은 대책을 수립하더라도 골프장마다 운영기간에 관계없이 육수생태계에 미치는 오염물질의 영향 정도가 다른 이유가 될 수 있다.

가. 기존 수계의 자연성과 연결성을 보전

수계를 포함하여 골프장을 건설하더라도 기존 수계의 자연성은 유지하고 상류부터 하류까지 생태계가 연결되도록 조성하여야 한다. 특히 수역에는 각종 생물(식물, 어류, 저서생물, 플랑크톤)이 서식할 수 있는 환경을 조성해 주어야 한다. 그러기 위해서는 수역 한쪽의 산림은 수계와 연계하여 보존할 필요가 있다. 포유류, 조류, 양서·파충류, 곤충류 등도 서식하기

위해서는 섭취할 수 있는 물이 필요하며 채식을 위해서 수변의 공간이 필요한 종들이 상당히 많다.

나. 수계를 따라 buffer zone 설치

습지와 수계는 비료관리가 잘못되면 악영향을 받기 쉽다. 생태계에 과도한 질소와 인이 유입될 경우 부영양화와 과도하게 수생식물(개구리밥 등)이 번식할 경우 산소를 줄여서 생태계를 훼손시킨다. 비료의 과도한 사용은 수계에 영향뿐 아니라 다른 생태환경에도 영향을 미칠 수 있다(표 1). 골프장 운영시 수계로 비료와 농약 등이 유입되는 양을 최소화하기 위하여 수계의 주변에는 buffer zone을 설치하거나 수역 주변에는 잔디를 덜 깎는 지역을 설정하여 완충작용을 할 수 있도록 관리한다. 화학물질을 살포할 경우 수계 주변에서는 최소한의 양을 국지적으로 필요한 부분만 처리하는 방법도 병행한다(그림 1). 이러한 경우 비료의 성분이 천천히 분비되는 종류를 사용하여 관리할 필요도 있다.

다. 초기 우수 저류지를 설치

본 조사를 통하여 가장 눈에 띄는 문제는 저류지의 부영양화와 골프장 하류 하상에 유기물의 축적인데 골프장에서 유출되는 유기물 성분(N, P 등)이 수계로 유출되지 않도록 철저히 관리할 필요가 있다. 이를 위해 초기 우수는 고농도의 오염물질을 함유하고 있으므로 초기 우수 저류지를 별도로 만들어 관리하여야 한다. 방법은 저류된 물을 일정 기간 보관한 후 주변 잔디에 관수하고, 사용한 후 저류지는 깨끗하게 청소하여 불필요한 오염을 방지하여야 한다.

라. 토양의 산성화를 주기적으로 검사

잔디의 생육은 토양의 pH에 좌우될 수 있으므로 주기적으로 토양의 pH를 체크하여 산성일 경우 pH를 조정해 줄 필요가 있다. 잔디의 생육이 나쁠 때 더 많은 비료와 농약을 사용한다.

마. 골프장 내와 최종방류구의 수질을 주기적으로 모니터링

골프장 내의 pond 등 수계와 최종 저류지, 최종방류구에서 주기적으로 수질을 측정하여 부영양화와 부적절한 오염물질로 인해 수계의 생태계에 미치는 영향을 저감하여야 한다. <표 3>은 수질관리를 위한 측정항목과 허용범위를 나타낸다.

<표 3> 수질관리를 위한 측정항목과 허용범위

측정항목	허용범위	비고
가시도와 탁도	sechi disc로 측정할 경우 배경을 초과하지 않아야 한다	부유물질이 많거나 플랑크톤이 번성할 경우 탁도가 증가하며 생산성과 온도를 낮춘다.
질소	수체에 따라 범위가 다양하다. (담수에 있어서 TN의 일반적인 범위는 0.3에서 2 mg/ℓ (ppm) 이다.)	질소는 담수의 생산성에 영향을 주는 중요한 요소이다. 유기물 축적의 원인이 된다.
아질산염/질산염	범위는 다양하나, 목표치는 0.5mg/ℓ 이다.	호수나 pond에서 측정되는 질소의 흔한 형태이다
암모니아	일반적으로 낮다.	지표수에 자연적으로 존재한다. 물의 pH가 8 이상인 경우 생물에 독성이 있다.
TP	목표치는 0.02 mg/ℓ 이하이다. 대부분의 담수에서 농도는 0.01과 0.05 mg/ℓ 사이이다.	인은 생물대사에 중요한 역할을 하므로 식물생산을 제한하는 요소이고, 주로 외부로부터 유입되므로 유입된 후 제거하는 것보다 사전에 유입을 막는 것이 좋다.



<그림 1> 수계로 유입되는 화학물질(비료, 농약 등)의 저감 전략

(수계: 자연성 및 자연생태계를 유지하도록 조성, buffer zone: 고유 식물을 식재하여 잘 자라도록 유지 관리, 모든 골프코스에 도입할 필요가 있음, less mowing zone: 화학물질이 직접 수계로 유입되는 것을 방지)

바. 종합적인 저감방법

균형잡힌 pond의 생태계를 조성하기 위해서 골프코스 내 pond로 유입되는 화학물질을 없애는 것이 가장 중요하다. 아래의 종합적인 저감방법(integrated pest management)을 조화롭게 사용하는 것이 최적이다.

- Vegetated buffers: 영양분 흡수, 서서히 유출
- Emergent and floating plants: 부레옥잠, 갈대, 달뿌리풀, 부들 등
- Aerators: 샘, 폭포, 물에 공기를 불어넣음
- Filters: 물에 있는 조류와 찌꺼기를 제거

마. 육수생태계 종합적 결론

재활용 저수지와 재해방지용 저수지의 운영이 혼합형태이거나 설치 목적대로 제대로 지켜지지 않고 있는 경우가 흔하다. 관로 시스템과 맨홀의 부실시공으로 인하여 사면의 슬라이딩이나 오염물질의 누수 등이 발생할 수 있다. 잔디와 골프장내 식물의 관리를 위해 사용한 화학물질(농약, 비료 등)이 생태계에 영향을 미친다. 수질(BOD 등)은 지금까지 문제가 없는 것으로 조사되었다.

계곡수는 분리관거를 통하여 하류로bypass하게 하여야 한다. 갈수기에 pond에 물이 필요할 경우 계곡수를 이용할 수 있지만 농업용수를 위해 유지용수가 하류로 흘러 가도록 조치해야 한다. 재활용 저수지의 물은 오염될 가능성이 많기 때문에 가능한 하류로 유입되지 않도록 하는 것이 바람직하다. 계곡수와 우수 등을 차집하는 관거와 이들이 연결되는 맨홀의 공사시 환경의 변화에 훼손되지 않도록 구조적으로 안정되게 시공한다. 잔디에는 농약 등 물질이 잔류한다고 보고되어 있지만, 배출수에 검출한계 이상의 농약이 함유되었다는 보고는 없었다. 현재 시공중인 대부분의 골프장의 경우 BOD 5ppm 이하로 설계 시공하고 있다.

가) 골프장이 주변 수생태계에 미치는 영향은 각각의 골프장마다 상이하다는 점이다. 즉, 모든 골프장이 수생태계에 미치는 영향이 부정적 또는 긍정적이라는 극단적이고 획일적인 사고는 바람직하지 않다.

나) 골프장의 특성상 인위적 간섭에 따른 영향이 미치는 범위는 제한적이므로 일반인의 접근이 불가능한 골프장 경계 외의 산림구역(상류역)은 자연성을 잘 유지하고 있는 것으로 나타났다.

다) 골프장을 통과한 수계나 유입수의 영향을 받은 수계가 합류되는 하류역은 유기물 등에 의한 부정적인 영향을 수생태계에 미치는 것으로 나타났다. 즉, 생물군집의 구조가 급격히 변화되어 생태계의 안정성을 낮추는 것으로 사료된다.

라) 골프장을 포함한 지역을 큰 규모(scale)에서 볼 때 유역내 수생태계에 서

식하는 저서성 무척추동물군집의 분류군별 조성은 타 지역과 큰 차이가 없으며 일반적이라고 할 수 있다. 그러나 작은 규모에서는 조사정점별로 차이가 많이 나는 것으로 분석되었다. 즉, 일부 골프장의 직접적인 영향을 받는 특정 수계는 주변의 타 수계와 비교할 때 그 영향이 매우 심각한 것으로 평가된다.

마) 조사대상 골프장 2곳은 중 다양성 측면에서는 심각한 영향이 발견되지는 않았지만 출현한 종의 특성을 감안할 때 다소의 영향이 있음을 알 수 있다. 나머지 골프장 1곳은 영향이 심각한데 골프장으로부터의 누출수가 성토지역에서 유출되어 하천으로 유입되는 지역에서는 중 다양성이 극히 낮게 나타났으며, 하천 생태계에 심각한 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 현재 신규 골프장의 경우 이런 현상이 흔하다. 향후 보다 구체적인 분석을 통하여 영향을 분석하고 생태학적으로 허용할 수 있는 영향인지를 평가할 필요가 있다. 배수로를 통하지 않은 누출수의 유출문제는 골프장 건설시 원인을 찾아 반드시 해결해야 할 과제이다.

바) 따라서 기 운영중인 골프장의 정확한 현황파악이 시급하며 환경적 문제점을 적극적으로 규명하여야 한다. 생물학적 수질의 평가방법을 기본으로 하고 부가적으로 화학적인 분석(일반항목 및 화학물질 검출분석)을 병행하여 요소별 교란 및 영향인자를 명확히 파악하여야 할 것이다. 또한 이를 일반에 공개하고 최선의 저감방안을 계획·실천하는 노력이 일반인, 전문가, 그리고 운영자의 협동으로 이루어지는 것이 바람직하다고 판단된다.

2) 육상생태계에 미치는 영향의 저감

가. 원형보존지역의 확보

동물의 이동을 원활히 하고 가장자리 효과인 동물분포의 변화를 줄이기 위해 가장자리가 감소되도록 연계성을 확보하도록 설계하여야 한다. 또한 가장자리(산지의 식생이 사라지고 잔디가 자랄 경우 침입종들이 가장자리를 차지한다. 침입종 중에는 생태계에 위해성인 종들이 여러 종 알려져 있는데, 이들의 관리대책도 사전에 수립할 필요가 있다. 특히 buffer zone(그림 1) 설치시 지역 고유종을 다양하게 식재하여 위해종이 들어와 번식하는 것을 억제하도록 관리하여야 한다.

나. 골프장의 밀집을 피함

골프장이 밀집해서 분포할 경우 생태계에 심각한 피해를 줄 수 있다. 산지의 경우 능선 녹지축의 단절에 의한 생태계(동물이동)의 단절과 오랜 시간 안정된 식생이 제거되어 생태계 파편화 및 공동화 현상이 누적적인 영향을 미칠 것이다. 미리 언급했듯이 여러 골프장에서 유출된 유기물, 오염물질 등이 골프장 주변 하천의 생태계에 집중적이고 누적적인 영향을 미칠 것이다. 따라서 능선상에 입지를 삼가고 한 지역에 밀집되지 않도록 규제한다.

다. 원형보존지역은 서로 연결하고 고립된 작은 면적은 지양

원형보존지역이 동식물상의 서식지로서 제 기능을 발휘하기 위해서는 작은 patch라도 서로 연계되도록 조성하고 가능한 생태계의 기능을 할 수 있는 충분한 면적(사람에 의한 간섭이 없고, 코스간 소음이 안 들려야 함)을 확보하여야 한다. 골프장 내에 생태계를 적절하게 유지하기 위해서는 동물의 이동과 서식지의 연계성을 고려하여야 한다. 페어웨이를 따라 원형보존지역을 확보하여 연계성을 유지하는 방법도 고려할 수 있으며, 이러한 경우 내부의 서식처가 영향을 받지 않는 지역을 제공하는 것이 바람직하다. 아울러 골프장 내에 고사한 수목이나 쓰러진 나무를 존치하여 조류와 곤충류 등의 서식지를 확보하고 생물상의 다양성을 유도하는 것이 바람직하다.

라. 주변식생과 조화된 절토사면의 복원

대절토 사면은 동물들의 서식공간으로 활용되기에 적절한 장소이다. 골프장 조성으로 인하여 발생하는 대절토 사면은 생태계의 단절을 유발하여 야생동물의 이동이나 조류의 서식지로서의 역할을 못하며 경관적으로도 바람직하지 못한 경우가 많으므로, 주변 식생으로 복원이 될 수 있도록 토양기반을 조성해 주는 녹화공법을 사용하는 것이 좋다. 이를 위해 경암인 지역은 소단과 요철을 만들어 목본류가 침입하여 자랄 수 있도록 토양기반을 조성하고, 불가피하게 절벽이 발생할 경우 매와 부엉이류의 둥지가 될 수 있도록 서식지를 조성해 주는 방안도 가능하다. 반면에 풍화암이나 토양인 지역은 사면에 목본류가 천이되어 자랄 수 있도록 주변지역의 표토로 토양기반을 조성해 주는 공법을 사용할 경우 주변의 식생과 조화를 이루는 식생으로 자연적인 천이를 기대할 수 있다.

마. 야간경기 지양

야간경기를 자제하여 야간생물의 서식에 미치는 조명의 영향(동물상의 종 다양성 감소, 종의 풍부도 감소, 서식지 교란 등)을 저감한다.