

제 13 주 환경친화적 골프장

1. 입지선정시 고려사항

오늘날 골프장 공사는 어떤 입지라 할지라도 중장비를 이용하면 설계자의 의도대로 코스가 꾸며질 수 있으며 환경을 고려하지 않는다면 훼손에 따른 영향이 심각할 수 있다. 이는 현재 골프장 건설을 위해 엄격한 법이나 규제가 만들어 지고 적용되는 원인이 되기도 하다. 규제 및 제도의 시행과 주민의견 수렴을 통하여 일차적으로 입지가 제한을 받는다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 형식적인 절차가 아니라 개발자, 설계자, 시공자가 실제 훼손되는 환경을 고려하여 입지를 선정하는 것이 중요하다. 공사시 및 운영시 영향과 문제점을 토대로 자연 친화적인 골프장 건설을 위한 입지 선정시 고려해야 할 중요한 환경요소들은 아래와 같다.

1) 경사도가 급한 지역

대규모 절·성토는 발생하지 않도록 하며, 계단식 코스를 조성할 경우 급사면을 만들기보다 지형의 흐름에 순응하도록 사면을 조성할 필요가 있다.

2) 층 구조의 발달이 양호하고 민감한 종들이 서식하는 식생지역

자연성이 뛰어난 식생, 즉 생태자연도 1등급 권역 등, 의 경우 야생동식물의 서식지가 잘 조성된 곳이며 독특한 서식지(먹이, 은신처, 물, 활동범위 등)를 요구하는 종들이 서식할 가능성이 높으므로 식생의 보존가치를 면밀히 확인할 필요가 있다. 사업예정지구 주변이 민감한 생태계(예, 자연보존지구 등)를 구성하고 있을 경우도 입지로서 적절하지 않다. Edge effect가 있으며 동물의 이동로 등을 교란할 수 있기 때문이다.

3) 계곡의 수계 및 생태계가 양호한 지역

인위적인 간섭이나 교란이 없으며 수량이 풍부하고 생물상이 다양하게 서식하는 양호한 생태계를 이루고 있는 계곡이 사업예정부지 내에 위치하고 있다면 그러한 지역은 공사로 인하여 불가피한 영향을 받으며 하류의 잘 보존된 생태계까지 영향이 미치기 때문에 보존할 수 있는 대책이 없는 한 입지로 적절치 않다.

4) 골프장 하류에 담수환경이 잘 보존된 지역

평지하천을 포함하고 있는 지역에 있어서는 고유한 수생태계의 물리적 구조를 원형 보존하여야 한다. 이에 대한 대책이나 계획이 구체적이거나 명확하지 않을 시에는 입지로서 활용이 바람직하지 않다.

5) 골프장과 인접하여 주거환경이 조성된 지역

긍정적인 영향으로 녹지가 충분히 확보되어 쾌적한 삶의 공간이 조성되고 부동산 가치가 향상된다. 부정적인 영향으로는 소음과 오염물질 등으로 인하여 민원이 발생하고 정서적으로 갈등이 발생할 소지를 배제할 수 없다.

2. 환경친화적인 골프장 조성을 위한 제언

1) 골프장의 입지 선정시 생태계 측면에서 고려할 사항

새로운 골프장 입지는 환경 관련 집단이 골프장에 관해 가지고 있는 가장 큰 관심이다. 관심이 큰 이유는 특히 자연식생의 손실, 야생동물 서식지의 훼손, 자연적으로 유지되어 온 땅이 사라지는 것 등 때문이다. 어떤 입지들은 실제 독특하고 위약한 환경여건을 가지고 있기 때문에 어떤 타입의 개발도 이루어질 수 없을 것이다. 많은 경우 생태계 훼손을 줄일 수 있는 더 적절한 입지가 있다. 새로운 골프입지로서 이미 농경지의 부지가 개발된 지역, 매립지, 폐염전, 폐광산 등 훼손된 지역이 유용하다. 이러한 곳에 골프장을 조성할 경우 환경적인 이득이 클 것이다. 고유 식물 군집을 식재할 수 있고 습지 시스템이 개발될 수 있다. 그러므로 야생동물을 그러한 훼손된 지역으로 돌아오도록 유도할 수 있다. 골프장과 같은 토지이용을 위해 개발자가 지켜야할 엄격한 환경적인 지침이 있다. 환경영향평가법과 사전환경성검토제도는 골프장 개발시 환경에 미치는 영향을 가능한 모든 면에서 완벽하게 고려하고 조사할 것을 요구하고 있고, 개발자들은 이러한 내용들을 상세하게 수록한 환경영향평가를 준비해야 한다. 환경친화적인 골프장개발계획 수립을 위한 평가항목과 입지단계에서의 평가항목에 대한 기준설정이 입지별로 연구된 바 있다(환경부, 2003). 아래의 내용들은 입지 선정시 사업자와 설계자가 고려해야 할 사항들이다.

가. 생태계의 연결성을 단절하지 않는다.

산지의 능선이나 계곡의 수계, 습지의 생태계를 단절하거나 훼손하는 것은 생물의 서식공간을 훼손하는 것이므로(채식, 짝짓기, 물공급 등을 위한 이동로를 훼손함) 이러한 우려가 있는 입지는 적절하지 않다.

나. 식생이 양호한 지역은 피한다.

식생이 양호한 지역, 녹지자연도 8등급 또는 생태자연도 1등급 해당 지역, 은 생태계가 전반적으로 안정되고 인위적인 간섭에 민감한 상태이므로 잘 발달된 식생의 훼손은 야생동물의 서식지도 훼손하여 영향이 심각하므로 입지 선정시 제외한다.

다. 지형의 경사가 심한 곳은 생태계의 훼손과 직접적으로 관련이 있으므로 피한다.

경사가 심한 곳(실제 측량에 의해 20도 이상이 부지의 약 반정도 이상이며 식생이 이차림 이상인 곳)은 육상생태계 뿐만 아니라 육수생태계에도 비가역적인 훼손을 유발하므로 상류의 청정지역은 골프장 입지로 적절치 못하다. 특히 운영시 하류 수계에 미치는 영향이 오래 동안 지속되어 누적적인 영향으로 인하여 육수생태계를 훼손하므로 신중하게 입지를 선정하여야 한다.

라. 골프장 내 원형보존지역은 주변의 산림이나 녹지공간과 연결되도록 설계한다.

골프코스 조성시 원형보존지역이 생태공간으로서 역할을 하기 위해서는 주변의 산림이나 생태계에 가급적 연계될 필요가 있다. 골프장이 생태친화적이 되기 위해서는 물질과 에너지의 순환이 가능하도록 원형보존지역이 patch 형태로 고립되어 단절되기보다는 녹지공간들이 서로 연결되도록 조성되어야 한다. 특히 우리 나라의 경우 산지가 대부분이므로 지형과 생태계에 조화되도록 설계될 경우 골퍼들이 생태계를 즐길수 있는 기회가 더 많을 것이다. 코스에서 가장 중요한 부분은 골프를 치는 장소이므로(티, landing site, 그린) 이외의 지역은 생태서식지의 형태를 최대한 살리는 것이 바람직하다. 이렇게 원형보존지역을 코스 가까이 확보할 경우 골퍼들(특히 초보자들)에게 불리한 조건이 될 수 있다.

마. 원형보존지역의 면적을 가능한 충분히 확보한다.

종의 다양성, 동물의 이동, 서식공간의 확보, 먹이사슬이 건전하게 유지되기 위해서는 원형보존지역의 면적이 충분히 확보될 필요가 있다. 적어도 원형보존지역의 내부 서식지는 외부의 인위적인 영향이나 침입종, predator의 영향을 덜 받도록 충분히 확보한다. 원형보존지역의 연결성을 위해 계단식의 코스에서 코스의 사면을 따라 원형보존지역을 확대한다. 불필요한 절토나 성토를 줄이고 원래의 토양과 식생을 보존할 경우 자연 생태계의 회복 및 재생은 빠를 것이다.

2) 골프장 설계시 생태계 측면에서 고려할 사항

새로운 골프장 건설은 생태계에 엄청난 변화를 포함한다. 그런 만큼 향후 골프장은 “자연과 조화를 이루는 골프장”, “생태계의 다양성을 유지하는 촉매체로서 역할을 하는 골프장”으로 설계되고 조성되어야 한다. 창조적, 자연친화적인 골프코스(naturalistic golf courses) 설계와 생태계 관리를 통하여 골프경기와 생태계 관심에 대한 필요 양쪽을 충족시킬 수 있다. 자연친화적인 골프장의 훌륭한 설계자는 서식지, 동물이동로, 완충지역, ecotone, 철새 휴식지, 새의 둥지 등의 생태계 요소들을 고려하여 설계하므로 골퍼들의 흥미를 자아내며 코스의 난이도를 적절히 부여하여 보기, 파, 버디, 이글을 생태친화적인 설계를 통하여 유도할 수 있을 것이다. 잘 설계된 생태친화적인 골프장은 사업지역의 자연 서식지의 70% 또는 그 이상을 보존할 수 있다(Terman, 1997). 국내의 골프장 중에서도 원형보존율을 80% 까지 유지한 곳도 있다. 실제 골프장에서 가장 중요한 것은 티, landing site, 그리고 그린이기 때문이다. 골프장 건설을 위해 생태적 측면에서 설계자들이 일반적으로 고려할 사항들이 아래와 같다.

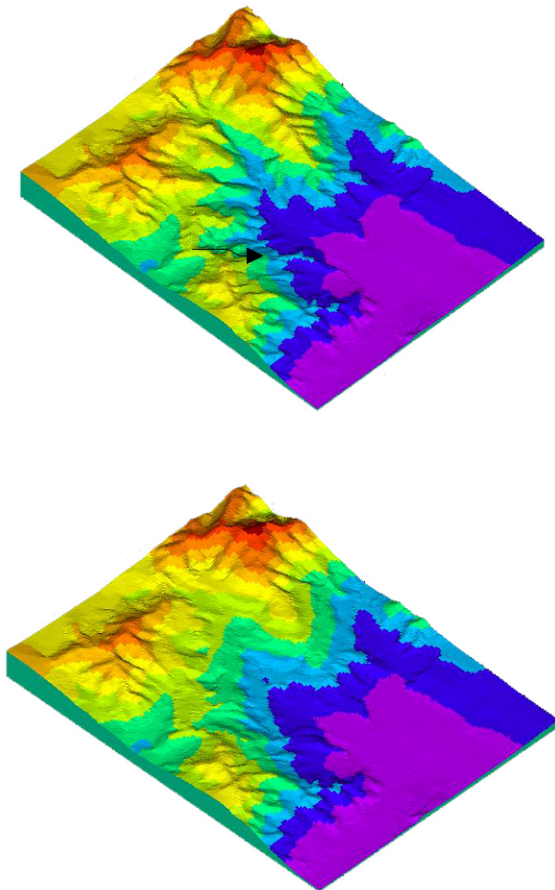
- 지역에서 종자를 채취하여 지역 고유식물을 식재한다.
- 생태계가 유지될 수 있도록 적절한 면적에 계층구조를 가진 식생 군집을 유지하거나 식재한다.
- 코스내 원형보존지 또는 숲을 골프장 주변의 공원이나 녹지와 연결한다.
- 야생동물이 이동할 수 있도록 동물이동통로 구성을 고려한다.

- 토랑이동을 줄이기 위해 자연지형을 이용한다.
- 수역의 자연성을 유지한다.
- 생태계가 잘 유지된 수계와 식생이 다양하게 발달한 습지는 골프장 내 적절한 장소에 포함하여 생태보전지역을 확보한다.
- 고유한 동·식물의 목록을 만들고 이들을 코스설계에 반영한다.
- 오염되고 산화된 토양을 조사하여 대책을 설계에 반영한다.
- 지역 기후에 적응된 잔디를 선택하여 이용한다.
- 지자체 및 환경단체의 지지와 조언을 얻기 위해서 그들과 연계성을 확보한다.



3) 생태환경적 측면에서 골프장 입지의 문제점

가. 운영중 하천(계곡)생태계에 영향을 주는 골프장의 입지



<그림> 골프장 사업예정부지 공사 전(상)·후(하) 모습
화살표는 계곡을 중심으로 변화된 지형을 나타냄(이활희, 2003)

<그림>은 건설이 완료된 골프코스 설계이전과 이후의 지형변화를 전산 처리된 Database를 응용하여 3차원적 구도로 출력한 DTM(Digital Terrain Model)이다(이활희, 2003). 골프장 조성을 위하여 부지의 원래 지형인 능선과 골짜기가 토공으로 인하여 평탄화 된다. 주목할 변화는 사업부지 중앙의 골짜기가 묻혀서 수계의 연결성이 단절된 모습이다. 수로관과 pond를 통하여 집수역의 모든 물들이 집수되어 최종 저류지에 모이지만 재해방지용과 재활용 저류지가 구분되어 설치되어 있지 않으며, 성토지역으로 유실된 변질된 물(늪 색깔의 물)이 저류지를 오염시키고, 저류지에서 유기물에 의해 오염된 물이 하류 하천의 생태계에 직접적인 영향을 줄 수 있다.

일반적으로 국내의 산지는 능선과 골짜기로 형성되어 있으므로 급경사지가 많고 깊은 골짜기를 따라 계류하천이 흐르고 있다. 예서와 같이 이러한 지형에 골프장이 조성될 경우 절·성토에 의해 지형이 변화되고, 계곡의 물길이 단절되거나 복개되어 골프장 주변의 생태계는 그 기능을 잃게 되는 구조적인 문제를 안고 있다. 이러한 지형에는 원형보존지를 충분히 확보하지 않는다면 생태환경을 고려한 골프장을 조성하기가 실지로 어려울 것이다. 이러한 지형에서 흔히 일어나는 현상은 토공으로 인해 기존의 계곡하천은 복개되어 한 곳의 저류지로 우수, pond의 물, 오수처리수가 집수되어 모든 오염물질이 흘러들게 되고 이들은 하류 하천에까지 영향을 미치게 된다. 이러한 구조적인 문제는 입지를 선정하는 단계와 설계단계에서 시공, 운영시 발생할 수 있는 영향을 사전에 신중히 고려하여 해결방법을 모색해야 한다. 특히 재활용저류지와 재해방지용저류지를 구분 설치하여 하류 하천에 미치는 수리·수문, 수질의 영향을 저감하고 생태계에 미치는 영향이 없도록 시공해야 할 것이다.

나. 골프장이 밀집한 지역 주변은 골프장 입지로 부적절

▶
영동고
속도로



경부고속도로 ↓

중부고속도로 ↓

<그림> 골프장 밀집지역을 보여 주는 위성사진

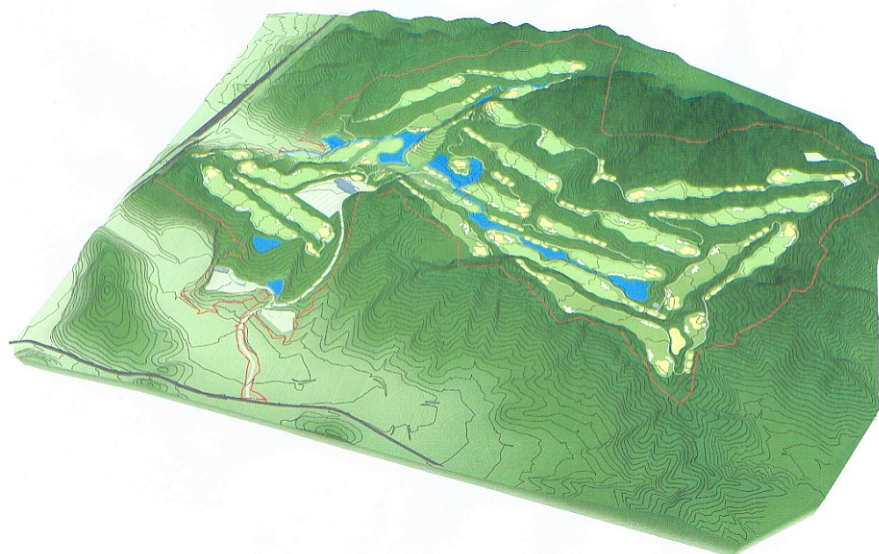
경부고속도로와 중부고속도로 주변에 밀집하여 분포하는 골프장이 수계에 인접하여 분포하고 있다(그림). 북쪽에 경안천과 곤지암천이 한강으로 유입되고, 동쪽에 남한강이 위치하며, 서쪽과 남쪽에 오산천, 진위천, 한천, 안성천이 골프장과 연계되어 있다. Landsat data가 오래 전 작성되어 최근에 조성된 골프장은 나타나지 않는다. 골프장이 수계에 밀집할 경우 하천에 유기물이 축적되어 수계 생물상의 구조와 다양성이 쇠퇴한다. 특히 골프장은 하천의 상류에 위치하므로 하류 하천의 수질 및 생태계에 누적적인 영향이 미친다. 오염내성 지표식물인 갈따구류의 개체수를 분석해 보았을 때(권영한 등, 2002) 골프장에 의해 영향을 받을 경우 영향을 받지 않는 지역에 비해 67배 이상의 오염도를

보이므로 골프장 3개가 한 하천을 공유할 경우 약 200배의 오염을 유발하는 계산이 나온다. 물론 이 수치는 하천의 양호정도, 홀수와 관리정도에 따라 약간의 차이는 있을 수 있다.

다. 골프장 규모에 비해 입지의 capacity가 적은 경우

골프장의 홀수에 비해 입지의 지형특성을 고려해 볼 때 수용능력이 적은 경우 골프장 입지로 적절하지 않다. 아래의 <그림>에서처럼, 27홀 코스가 능선으로 위요된 급경사 지역에 배치된 경우 입지의 모든 집수역이 골프장으로 조성되고 그 결과 입지 내의 수계는 완전히 훼손되어 그 지역의 생태계는 회복력을 잃게 된다. 또한 급경사지에 코스가 조성될 경우 지형의 개변이 심하여 식생과 동물의 서식지는 사라지는 부적절한 환경적 훼손이 발생한다. 때문에 근본적으로 이와 같은 입지는 골프장 조성에 적절하지 않으나, 골프장을 조성해야 한다면 규모를 축소하고 훼손이 심각할 것으로 예상되는 지역과 생태계의 구조 및 기능이 양호한 지역은 원형보존하여 생태계의 회복이 가능하도록 여지를 남겨 놓아야 한다.

<그림> 골프장 예정부지에 배치된 골프코스 시설물의 3차원 기복도



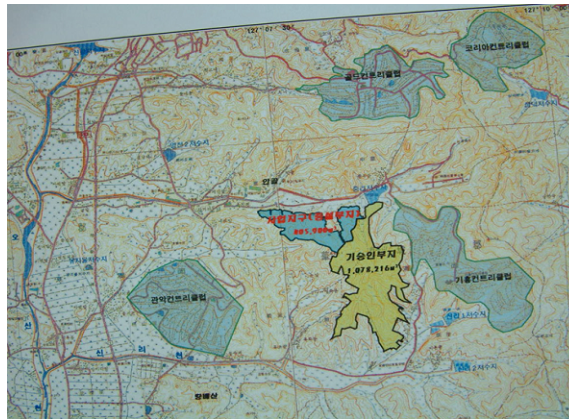
라. 환경을 고려하지 않은 골프장과 환경을 고려한 골프장의 입지 및 조성의 예

가) 산림에 밀집하여 분포하는 골프장



- 능선을 절단하여 생태계 연결성 단절.
- 코스조성으로 인해 훼손된 수림의 면적이 넓는데 비해 골프장 내 녹지공간은 적음.
- 생태계의 공동화현상이 예상됨.
- 산림의 단편화현상을 초래함.
- 수질에 누적적인 영향이 예상됨.

나) 동일한 수계에 밀집하여 분포하는 골프장



- 골프장이 담수생태계에 미치는 영향을 감안할 때 이와 같이 골프장이 밀집하여 분포할 경우 주변 하천의 수질과 생태계는 누적적인 영향으로 인해 더욱 악화될 것임.

다) 적절한 입지에 조성된 골프장



- 낮은 구릉성 산지에 골프장 조성.
- 골프장 내 원형보존지역이 많으며 최대한 서로 연결되어 있음.
- 주변 산지 및 생태계와 연계성을 고려하여 조성됨.
- 환경친화적인 골프장이라 볼 수 있음.

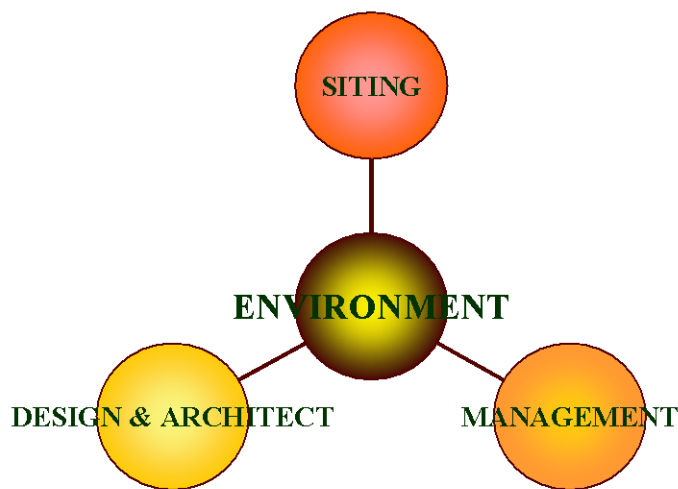
3. 골프코스의 건설 단계 및 골프장의 가치에 대한 제언

토지를 개발하는 한 형태로서 골프장 조성시 각 단계에서 환경을 고려할 경우, 즉 골프코스가 적절한 장소에 입지하고, 자연친화적으로 설계되고, 설계에 맞게 시공되고, 생태계가 회복되도록 관리될 경우 훌륭한 토지이용의 예가 될 것이며, 아울러 야생동식물의 서식지를 유지하는 생태계 측면에서도 가치 있는 공간이 될 것이다. 특히 희귀종이나 야생보호종들에게 안전한 은신처를 제공해 준다면 긍정적인 측면에서 좋은 예가 될 것이다.

입지를 선정하기 전 고려해야 할 사항으로 “토지이용변경이 가능한지”→“부정적인 영향을 최소화할 수 있는지”→“사업지구의 생태적인 원 상태를 보존하거나 개선할 수 있는지”를 먼저 고려한 후 긍정적인 판단을 가질 때 개발을 결정해야 한다. 개발을 결정한 후 적절한 입지를 선정한다. 입지선정 그 자체가 중요한 첫 단계이며 개발을 위한 설계와, 시공과 운영의 모든 계획들에 환경적인 측면을 결합하는 단계이다<그림>. 예를 들면 공사 후 특별한 형태의 서식지를 요구하는 희귀종은 그 입지에서 함께 사라질지 모른다. 보통 개발자가 입지를 선정하는데 설계자나 시공자가 입지를 평가한결과를 참조한다. 따라서 골프코스 개발자, 설계자, 건설자는 그 부지의 특징들을 주의 깊게 평가할 필요가 있다. 아울러 골프코스 개발자와 건설자는 이 전에 인간의 간섭이 있었던 지역에 골프코스를 개발할 것을 모든 경우에 고려해야 한다. 훼손된 땅을 복원하고, 생물서식지를 만들고, 녹화를 할 경우 경제성 문제가 크지만 사회와 환경의 이익을 고려하는 차원에서 행해질 수 있다. 설계자는 입지에 어떤 변화가 일어날지에 대해 예상하고, 환경적으로 민감한 지역은 어떻게 처리해야 하는지, 원형보존 구간은 어떻게 조성하는지, 어떻게 하면 덜 훼손하고, 덜 비싸고, 잘 관리할 수 있는 개발계획을 수립하므로 보다 지속적인 형태를 지양하는지 등을 고려해야 한다. 어디에 골프코스를 만들 것인지 정해지면 설계자나 시공자들이 고려해야 할 환경적인 사항들이 많다. 첫째, 골프코스는 토지와 더불어 설계되어야 하지, 그 위에 설계되어서는 안된다. 코스의 설계는 지형의 흐름을 따라야 한다. 둘째, 코스는 부지의 생태계를 명확히 이해한 후 설계되어야 한다. 자연 서식지를 보존하고 유지하는 것은 환경적으로 뿐만 아니라 경제적으로도 이익이 되기 때문이다. 셋째, 해당 지역의 고유한 식물을 선정하여 조경에 이용한다. 경관만 고려하여 식물을 선택할 경우 환경적이나 경제적으로 바람직하지 않은 결과를 초래할 수 있다. 넷째, 지역에 적합한 잔디를 선택해야 한다. 토양과 기후 환경을 고려하여 환경스트레스에 잘 견디는 종이나 품종을 선택한다. 다섯째, 생물다양성을 극대화하고 서식지 회복을 위해 많은 구간의 서식지를 만들어 주도록 설계하는 것이 좋다(원형보존구간). 또한 더 많은 종들을 유지하기 위하여 이들을 서식지 통로들로 연결시켜 주어야 한다.

골프코스가 만들어 질 경우 주민들의 관심은 엄격한 골프장 관리와 화학물질의 사용에 따른 부정적인 영향과 수질과 물 사용에 초점이 가게 된다. 때문에 이용자와

관리자의 골프장 보는 관점의 변화가 필요하다. 단순히 골프코스만 돌보기보다 코스가 아닌 지역에 야생 서식지를 만들고 복원하는데 주목할 필요가 있다. 골프코스의 1차적 기능은 골프게임을 하는 것이다. 때문에 안전, 경기의 속도, 공 분실, 이용자들의 기대 등의 이슈가 중요하다. 서식지와 자연경관의 증가는 비용의 절감으로 귀결되고 이익금은 서식지 보존계획에 재투자될 수 있으며 코스의 환경적인 image도 좋아진다. 때문에 골프게임의 본질을 보존하고 미래의 골프산업이 번창하고 지속되기 위해서는 골프코스의 자연경관을 증진시킬 필요가 있으며 야생의 가치를 충분히 반영해야 한다.



<그림> 환경친화적인 골프장 조성을 위한 골프장의 입지선정, 설계, 시공 및 관리 측면에서 환경을 결합한 모형

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 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.

4. 골프장 조성 및 관리시의 환경문제 분석

1) 골프장 조성단계의 문제점

가. 입지선정

국내 지형 여건상 대다수의 골프장이 산지에 입지하므로 골프장은 구조적으로 수계의 발원지 또는 집수역에 조성된다. 이로 인해 하천생태계가 단절되고 골프장 배출수에 의해 하류 하천 오염이 우려된다. 이로 인해 기존 생태계의 변형 및 파괴가 불가피하다.

식생의 단순화에 의한 초식성 동물의 감소 → 포식성 동물이 감소된다. 기존 식생의 대체로 인한 서식공간이 감소되고 유기물질의 배출에 의한 서식종의 변화된다.

나. 영향을 방지하기 위해 고려해야 할 사항

- 수계 생태계가 청정한 곳이나 양호한 수계의 발원지에는 골프장 건설을 지양
- 골프장이 밀집할 경우 산림생태계와 하천생태계를 심각하게 단절하거나 오염시킬 우려가 있으므로 특정지역에 밀집되지 않도록 위치 선정 배려
- 골프장 내의 수계는 집수역을 포함하여 일부라도 원형보존 상태로 남겨서 조성 후 생태계가 회복되도록 배려
- 코스로부터 수계로의 오염물질 유입 방지
- 골프장 내 원형보존지역을 서식지가 교란되지 않도록 넓게 확보
- 외부 생태계와 연결이 단절되지 않도록 서식공간 확보

2) 골프장 관리단계의 문제점

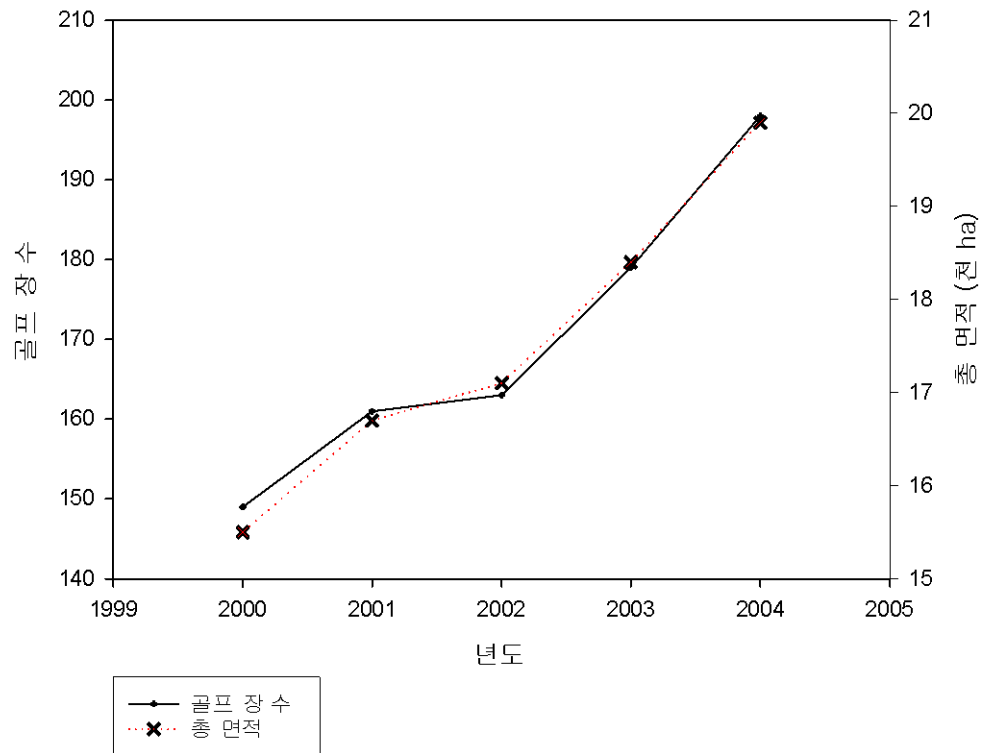
가. 농약사용의 실태 및 문제

최근 골프장 수가 증가하므로 총면적도 증가하고 그에 비례하여 농약사용량도 점진적으로 증가하였다.

[조사대상 골프장수는 2000년 149개에서 2006년 251개로 점진적으로 증가
면적도 이와 비례하여 점진적 증가]

농약 총사용량은 골프장수의 증가와 같은 추세로 2000년 190톤에서 2005년 229톤으로 점진적으로 증가한 반면, 단위면적당 농약사용량은 변화가 심하여 해에 따라 증가와 감소를 보이며 일정하지 않았다. 이와 같이 총사용량은 증가하나 단위면적당 사용량은 일정하지 않은 이유는 해에 따라 기후조건에 의해 병해충 발생 정도에 차이가 있기 때문으로 판단된다.

나. 비료사용 실태

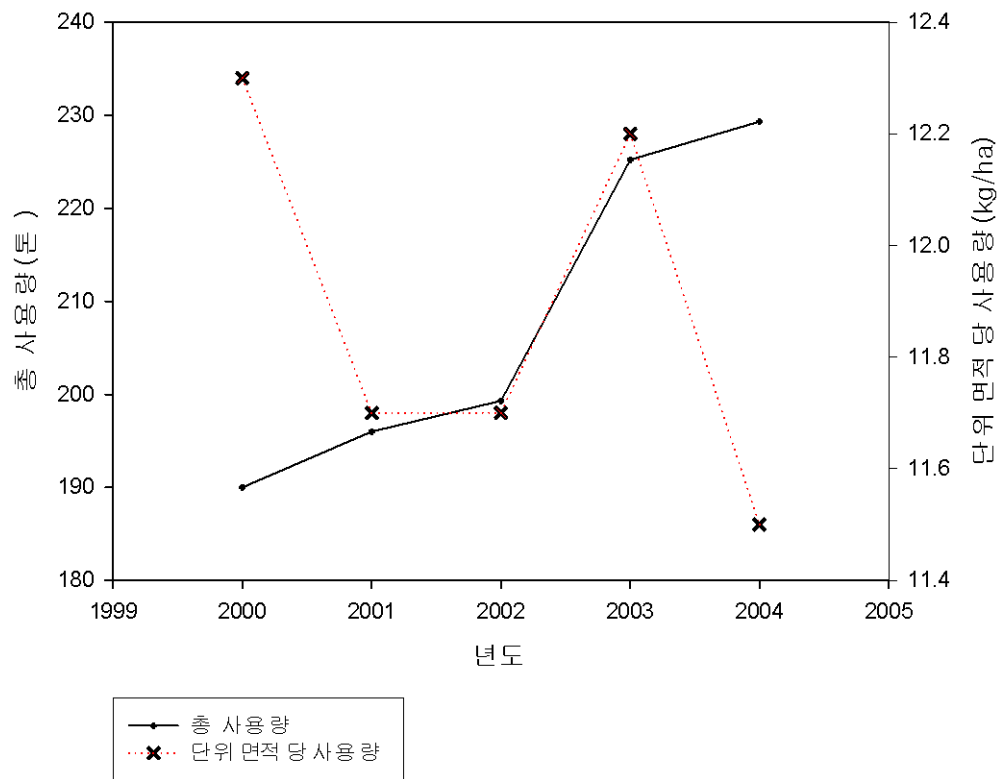


<그림> 단위면적당 농약 다량 및 소량 사용 골프장의 사용실태 분석

골프장에서 사용하는 비료는 농업용으로 사용하는 비료와 거의 동일하고 속효성비료, 완효성비료, 유기질비료, 토양개량자재 등 분류가능하다.

<표> 골프장사용 주요 비료종류

구분	비료종류	제품 종류	비고
속효성비료	질소질	요소, 유안	입상
	인산질	과석, 중과석, 용성인비, 용과린	입상
	칼리질	염화칼리, 황산칼리	입상
	고토질	황산마그네슘, 마그네슘	입상
	석회질	소석회, 탄산석회	입상
완효성비료	질소질	IBDU, CDU, UF, MU, Ureaform	입상,액상
유기질비료	유기질	유박류, 캣묵류, 아미노산박 등	입상, 분말
	부산물	부산물비료, 미생물제제, 토탄, 재 등	
토양개량자재	무기개량자재	벤토나이트, 제오라이트, 펄라이트 등	입상, 분말
기타	식물생장보조제	해초추출물, 유카추출물 등	액상



공식적인 비료사용량 사용 통계자료는 없으므로 경기도에서 도내 개장 골프장을 상대로 조사한 비료종류별 사용량을 비교한 표에서 화학비료와 유기질비료의 사용량이 총 2,300여톤으로 비슷하다.

<표> 경기도소재 골프장의 2004년 전체 비료 사용량 및 구입비 비교 분석
(대상 : 64개 개장골프장)

구분	비료종류	총사용량(kg)	구입비(원)	kg당 단가
친환경적비료	유기질비료	2,343,006	922,333,154	393.7
	미생물제제	43,498	786,482,664	18,080.9
	키토산제제	9,111	195,197,800	21,424.4
	목초액	58,460	145,109,050	2,482.2
	기타(유카 등)	886,312	965,977,446	1,089.9
	소 계	3,340,387	3,015,100,114	902.6
화학비료	화학비료	2,370,245	2,405,346,205	1,014.8

이는 통상적으로 친환경적인 자재로 잘 알려진 미생물제제의 사용량이 5개 비교대상 비료보다도 적은 것은 미생물제제의 효과에 비하여 구입비가 타 비료에 비하여 높기 때문인 것으로 판단된다.

골프장에서의 비료사용량은 구입단가에 크게 좌우되며, 유기질비료가 가장 싸고 그 다음으로 화학비료, 기타제제, 목초액의 순서이고 미생물제제와 키토산제제가 매우 비싼 것으로 파악되었다.

따라서 친환경적인 자재의 사용을 권장하기 위해서는 각 제제의 품질향상, 공인기관 인증 및 가격이 낮추는 것이 급선무 일 것으로 판단된다.

<표> 경기도소재 골프장별 비료 사용량 및 구입비 비교분석

(대상 : 64개 개장골프장)

구분	비료종류	사용량 평균 (kg)	구입비 평균 (원)	최저사용 골프장 (kg)	최고사용 골프장 (kg)
친환 경적 비료	유기질비료	36,609.4	14,411,455	0	253,380
	미생물제제	679.6	12,288,791	0	5,333
	키토산제제	14.2	3,049,965	0	1,500
	목초액	913.4	2,267,328	0	10,000
	기타	13,848.6	15,093,397	0	97,280
	소 계	52,065.2	47,110,936	0	367,493
화학 비료	화학비료	37,035.1	37,583,534	920	123,485

<표>에서와 같이 골프장 사용하는 비료종류 및 사용량은 각 골프장별 차이가 매우 크게 나타났다. 특히, 잔디생육에 필수적인 화학비료 외에는 환경적인 비료를 거의 사용하지 않는 골프장도 있으며, 이는 골프장의 구입예산과도 매우 밀접한 관계가 있다고 판단된다. 따라서 친환경적인 비료 사용은 골프장별 경영적, 기술적 및 환경적인 것이 복합적으로 관여하는 것으로 보인다.

다. 골프장 비료사용 문제점 및 대책

각 골프장별 비료사용기준은 예산규모, 경영자나 오너의 잔디품질에 대한 인식정도, 기후조건, 관리기술, 개장년도, 잔디초종 및 토성 등 경영적인 측면과 관리적인 측면을 고려하여 사용한다. 골프장에서의 비료선택은 각 골프장별 경영여건에 따라 크게 좌우된다. 시비로 인한 지하수나 하천오염을 고려한 비종선택이 거의 없다.

토양분석결과에 따라 필요양만 시비하는 것이 원칙이나 매년 토양분석을 하는 골프장 수는 그리 높지 않다. 기후조건을 감안하여 비종이나 시비시기를 선택하여야 하나 일부 골프장에서는 시비 후 강우나 관리 잘못으로 농도장해(비해)를 유발하는 경우가 종종 있다.

과학적인 시비관리를 위해서는 연간 시비계획서를 작성하여 월별, 주별 계획에 의한 시비를 해야 하나 일부 골프장에서는 별도의 계획성 없이 관리에 임하고 있는 실정이다.

결론적으로 과학적이고 체계적이면서 친환경적인 시비관리를 위해서는 친환경자재를 사용하는 것도 중요하지만 토양분석, 연간계획서, 기후조건을 감안한 시비관리를 해야 한다.

3) 수질오염의 실태 및 문제

대개 골프장이 산지에 들어서므로 청정 수계에 유기물이 유입되고, 유기물의 유입으로 서식 수생동물의 종류에 변화가 발생되며, 계류의 단절로 계류 서식 동물의 감소와 정수 서식 동물이 증가한다.

가. 골프장 사용 비료성분의 증가

골프장 시비량의 30% 정도가 외부로 유실되어 부영양화의 한 원인으로 작용한다.

4) 예초물 처리의 실태 및 문제

가. 폐기물관리법에 의한 잔디예초물 처리

폐기물관리법시행령(제2조 2항)에 의하여 일일 300kg이상 발생하는 폐기물은 사업장 폐기물로 분류되며, 우리나라 모든 정규 골프장에서 발생하는 잔디예초물은 사업장 폐기물로 처리해야 되며, 한 개 골프장에서 연간 발생하는 잔디예초물과 같은 유기성폐기물은 대략 1300m³ 정도이며, 우리나라 전체 운영 중인 251개 골프장의 발생량은 약 326,30000m³ 규모이다.

나. 골프장의 잔디예초물 처리현황

한국잔디연구소에서 2002년도 전국 18홀 이상 골프장 58개사를 대상으로 골프장에 서의 예초물 처리현황 파악을 위한 설문조사결과는 아래와 같다.

다. 다양한 처리방법

- 전문처리업체에 위탁처리 33.6%
- 재활용농가 반출 22.4%
- 러프에 녹비처리 18.7%
- 퇴비화시설 17.6%
- 기타 3.7%

라. 처리시설

- 임시보관시설 설치골프장이 79.3%
- 보관장소 설치하지 않은 골프장이 20.7%
- 보관시설 중 침출수 수거시설이 설치 된 곳이 70.7%
- 보관장소 중 침출수 처리시설이 없는 곳 29.3%

마. 앞으로의 전망

보관장소 미설치 골프장 중에는 퇴비화시설을 설치하여 운영할 계획이다.

바. 골프장의 잔디예초물 처리 문제점

가) 위탁처리

폐기물전문 업체에 위탁하여 처리할 경우 그 비용은 m^3 당 20,000원 정도로 운영 중인 1개 골프장의 처리비용은 약 2600만원 정도로 우리나라 전체 골프장의 처리비용은 약 65억이 필요할 것으로 추산되며 처리비용 과다문제가 있다. 동시에 위탁처리 때까지 유출수와 냄새 등으로 인해 보관상의 어려움이 있다.

나) 자체처리

- 예초물에는 모래 등 험잡물이 다소 포함되고 수분함량이 높아 보관이 어렵다.
- 예초물에 대한 인식부족으로 수거 후 침출수 유출 등 관리가 소홀하다.
- 퇴비화에 필요한 기술부족으로 발효처리보다는 썩히는 과정을 주로 거친다.
- 악취가 발생하고 파리가 몰려들어 인근 주민이나 골프플레이들에게 나쁜 인식을 초래한다.

4) 환경단체 및 NGO의 골프장 환경관련 주장

가. 대규모 토목공사로 인한 피해

- 토사유출
- 비산먼지 발생
- 소음 공해

나. 농약과 비료사용으로 인한 피해

- 과다한 농약 사용
- 그린의 경우 330kg/ha로 농지사용량의 3배 이상

다. 과다한 비료 사용

- 600kg/ha 이상으로 농지의 2배
- 염류의 과다 농축으로 인근지역까지 친환경농업이 불가능

-우기시 질소와 인 성분이 외부로 유출

라. 생물 다양성의 감소

-과도한 물 사용

-야간조명 피해

-야간 라이트 시설에 의해 농작물의 생육저해

5) 골프장 관리의 실상

가. 농약사용

-엄격한 규제 하에 농약 사용

-연 2회 사용량을 시·도에 보고

-연 2회 이상 시·도 보건환경연구원에 의해 토양 및 수질의 잔류농약 조사

-원칙적으로 골프장내 고독성 농약 사용 금지

-농경지 사용량 대비 1/3 수준

-여러 조사결과, 골프장 농약에 의한 지하수 및 하천 생태계 오염은 기우

-미생물 농약 및 환경친화적 병해충 방제법의 이용 확대

-경제성 및 효율성에서 다소 떨어지더라도 가능한 환경친화적인 병해충 방제를 우선 고려

나. 우수 및 오수의 재활용

-골프장 부지내의 모든 우수를 연못(조정지)에 저류하여 관개용수로 활용

-생활오수 역시 오수정화시설에서 정화하여 재활용

다. 비료사용

-과학적 분석에 의한 비료사용

-토양분석 등을 통해 필요한 양의 비료만을 사용

-유실이 적은 완효성 비료 사용

-갱신작업을 통해 토양 물리성을 개선하여 비료 사용 절감

6) 친환경적 골프장 관리의 개념

가. 골프장 관리 패러다임의 변화

우리나라 골프코스 관리는 고품질의 잔디재배에 초점이 맞추어짐으로써 농약·화학비료 등의 과다사용으로 환경문제가 대두되고, 지속적인 화학비료, 농약사용으로 토양이 산성화되거나 특정 영양분의 불균형적인 증가로 잔디생육 약화, 병해충에 대한 저항성 약화 등으로 이어져 화학제제들의 사용이 증가되는 악순환을 겪고 있다.

최근 국민소득의 향상과 함께 골퍼들은 쾌적한 골프 환경에서의 플레이를 선호하고 있고, 주변 환경에 대한 오염 우려의 지적이 끊임없이 제기되고 있다. 이러한 상황에서 골프코스 품질향상과 병행해서 골퍼들에게 친환경적인 쾌적한 환경을 제공해 나가기 위해서는 환경관리에 대한 발상의 전환이 필요하게 되었다.

이러한 추세에 따라 골프장의 오염원을 줄이기 위한 방안으로 미생물제제의 활용, 재배방법의 개선, 농약을 대체할 수 있는 친환경자재들의 활용 등 친환경적 관리에 대한 노력들이 시도되고 있다.

그러나 아직도 친환경에 대한 개념적인 정립이 되어있지 않고, 검토되지 않은 유사 친환경자재들이 생산·시판되고 있어 오히려 이들 제품에 대한 불신이 더욱 확대되고 있는 실정이다.

1990년대 이전(무분별한 개발, 농약의존도 높음)

1990년대 이후(자연림 보존, 대체농약 등장)

7) 친환경적 골프장 관리의 필요성

가. 친환경 농업의 개념(USGA 참고)

물, 공기, 토양의 오염을 최소화 하고 투입자재인 농약과 비료를 적절하게 관리 사용하여 지속적인 코스품질을 유지하고 생태계를 보존하면서 함과 동시에 골퍼의 안전성을 충족시키는 농업형태

친환경농업=생태계 보존+쾌적한 골프환경+골퍼에 대한 안전성

현재 골프장의 친환경 관리에 대한 개념적인 정의가 이론적으로 잘 정립이 되어있지 않은 실정이다.

골프장의 코스관리도 잔디재배, 수목관리 등 식물을 재배하고 관리하는 것이 주를 이루고 있으므로 농업에서의 친환경개념을 도입해서 골프장의 여건에 맞도록 이론을 재정립하는 것이 필요하다.

농업에서의 “친환경농업”이란 농업과 환경을 조화시켜 농업생산을 지속 가능하게 하는 농업형태로서 농업생산의 경제성을 확보하고 환경보전 및 농산물의 안전성을 추구하며, 자연생태계의 물질순환시스템을 활용하여 환경과 개발의 조화, 장기적인 이익을 추구하는 농업형태이다.

친환경농업은 크게 유기농업(Organic Agriculture)과 저투입농업(Low Input Sustainable Agriculture)로 구분된다.

저투입농업은 화학물질의 사용을 최대한 줄이는 농법으로 농약사용을 최소화하고, 토양과 작물의 양분상태를 고려하여 화학비료의 사용을 최소로 줄여 작물을 재배하는 방법을 말한다.

유기농법은 환경농업의 한 가지 농업형태로서 농업과 환경을 조화시켜 농업생산을

지속가능하게 하고 농업생산의 경제성 확보, 환경보전 및 안전농산물을 생산하는 것을 개념(목표)으로 삼고 있다.

나. 유기농업의 개념

유기농업은 화학비료, 합성농약, 사료첨가제 등 환경과 농산물에 위해를 줄 소지가 있는 합성물질의 사용을 일절 금하고, 작물생육환경을 최적으로 조성하여 작물을 건강하게 키우며, 작물양분은 화학비료가 아닌 유기질비료, 광석 등으로 보충하며, 병해충방제는 포장을 자연 상태로 유지 관리하여 자연 발생된 천적 등 생물적 및 물리적 방법을 이용함으로써 작물의 수량 확보 및 상품성 향상을 꾀하고 있다.

다. 자연농업의 개념

자연농법의 목표도 기본적으로 유기농법과 동일하지만, 자연의 섭리에도 따르고 자연의 힘을 활용하는 등 자연과의 공존을 강조하는 측면에서 유기농업과 차이가 있다. 최근 자연농법은 자가 제조 내지 자가 생산 자재 즉, 복합농업에 의해서 얻어진 유기질로 만든 완숙퇴비(똥을 비료)의 사용을 추천하고 있으며, 자연에서 채취한 토착미생물, 작물잔재의 발효산물, 산야초 등 자연자재 등의 사용을 원칙으로 하고, 경토를 기계적으로 경운하지 않고, 낙엽 또는 벼짚에 의한 토양 피복과 호밀재배를 통하여 잡초발생 억제를 도모하는 등 자연과 공존하는 농법을 추구하고 있다.

라. 외국의 친환경 농업 개념 및 기준

미국의 농업은 1940년대 들어서면서 대형농기계의 사용, 화학비료·농약의 투입 등으로 생산성을 비약적으로 향상시킬 수 있었으나, 유기물에 의하여 생명력을 영위해 나가는 농지 생태계 고유의 자연법칙을 무시하고 공업의 논리에 바탕을 둔 획일적 기술의 투입으로 토양침식, 염류집적, 지하수의 고갈 및 오염 등 농지의 생산성 유지에 중대한 저해요인을 차례로 유발하는 결과를 가져왔다. 이에 대한 대책으로 일부 농가에서 “유기성 부산물의 재활용, 화학비료·농약의 일부 또는 전면적 사용 금지”를 통한 유기농법을 시작하였고, 국가 차원에서도 1985년 농업생산성법, 1990년 농업법을 차례로 제정하면서 유기농업의 개념을 발전시켜 농업의 생산성과 경제성을 동시에 강조한 지속농업(Sustainable Agriculture)의 개념을 제시하였다.

8) 친환경적 골프장 관리모델 개발

가. 친환경 관리 프로그램의 필요성

국내의 잔디관리 현황을 살펴보면 1960년대 외국 설계가에 의해 골프장 설계 및 건설이 시작되면서 잔디 조성 후의 관수, 예초, 시비 및 갱신 작업 등의 잔디 관리 프로그램도 외국의 영향을 받아 시작되었다. 당시 국내에 이 분야의 전문지식이 없어 외국의 잔디관리 사례를 검증 없이 그대로 현장에 적용하는 관리 방식을 사용했다

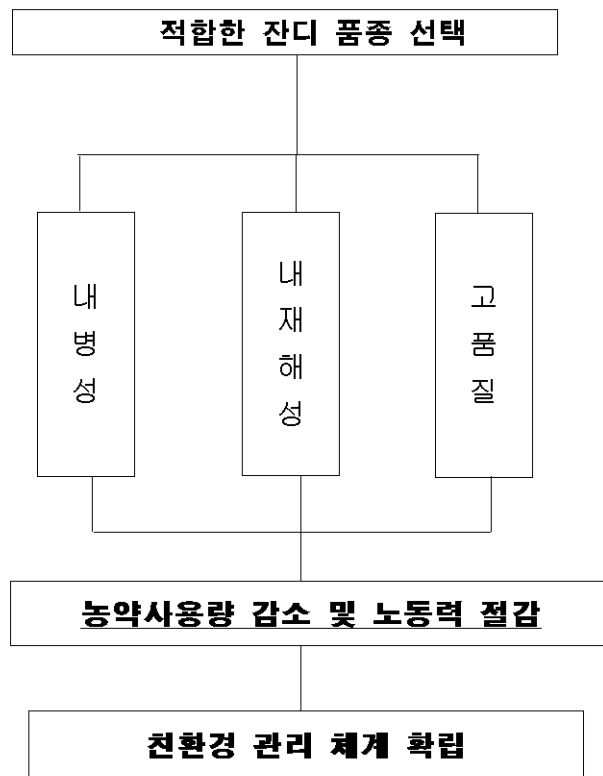
(김, 1998). 이에 잔디 관리를 위한 시비, 잡초 방제, 병해충 방제 등에 많은 문제들이 발생했고, 이런 병해충을 방제하기 위해 농약의 사용량을 증가시킬 수밖에 없기 때문에 환경 문제가 점차 심각하게 사회적 문제로 부각되었다. 농약의 사용량을 절감하기 위해서는 보다 환경친화적인 관리 방식의 도입이 필요하고, 이를 위해서 저농약 관리 프로그램을 개발, 보급함으로써 보다 친환경적인 관리 체계를 확립해야만 한다.

나. 잔디 품종을 이용한 저농약 관리 프로그램

저농약 관리를 통한 친환경 관리 기술을 확립하기 위한 방법으로는 살균제와 같은 농약의 사용량을 감소시킴으로써 농약의 사용량 절감, 노동력을 절약할 수 있으며, 고품질의 비료 요구도가 낮은 품종은 비료의 절감을 가져올 수 있다.

골프코스에 내병성 품종을 도입한다는 것은 상당히 중요한 일이다. 하지만 단지 내병성 품종만을 식재하다고 해서 모든 일이 해결될 수는 없다. 즉, 내병성 품종을 식재한 후에 이들에 대한 추가 관리 시스템이 요구된다.

<그림>에서 보는 바와 같이 적합한 품종을 선택한다는 것은 각 골프장에 특성과 가장 문제가 되는 부분이 무엇인지를 파악할 필요가 있다. 우선 큰 패취가 가장 문제가 된다면 큰 패취의 저항성 품종을 선택할 경우 방제에 소요되는 연간 비용을 1억 원 이상 절감할 수 있다. 또한 내한발성, 내건성 등이 강한 품종을 선택함으로써 이상 기후로 발생하는 문제들을 어느 정도 완화할 수 있다. 이러한 내병성, 내재해성 품종들이 골프코스에 식재될 경우 이에 대한 상당한 노력 절감, 관리비용 절감과 같은 효과를 얻을 수 있다.



<그림> 저농약 관리를 위한 잔디 품종 선택 필요성

<표> 벤투그라스 품종에 대한 잔디 내병성 관련 특성들

[NTEP, 1999~2002]

Character Cultivar	Snow Mold* (9=No Dis.)		Brown Patch*	Pythium*	Dollar Spot*
	Gray	Pink			
PeNN A-1	6.3	4.8	8.0	5.7	6.3
PeNN A-2	6.0	5.9	7.3	5.2	6.0
PeNN A-4	6.0	5.7	8.0	5.0	6.0
PeNN G-1	5.0	5.2	7.7	4.7	6.4
PeNN G-6	4.7	5.6	7.3	4.7	5.8
PeNNLinks	5.3	5.5	7.7	6.5	5.9
PeNNCross	5.3	5.9	8.3	6.5	6.1
Crenshaw	4.7	5.8	7.7	5.5	4.2
L-93	5.0	5.7	8.0	3.3	7.3
평 균	5.4	5.6	7.8	5.2	6.0

* : 범위가 0~9까지로 0은 가장 좋지 않은 것이고, 9은 가장 좋은 것임.

<표> 은 국내에 우리나라 그린에 식재된 벤투그라스 초종들에 대해 우리나라에서 주로 식재된 품종과 최근에 육성된 품종들에 대해 NTEP자료에서 발췌하여 정리.

<표> 외부 환경스트레스에 대한 벤투그라스 품종의 특성

[NTEP, 1999~2002]

Character Cultivar	Drought Tol.*	Moss Invasion*	Mowing Cut*	Winter Killing*
PeNN A-1	7.2	8.7	5.7	3.0
PeNN A-2	6.8	7.7	6.3	4.7
PeNN A-4	7.0	7.0	5.7	3.3
PeNN G-1	7.5	6.0	5.7	5.3
PeNN G-6	7.2	7.0	4.7	6.3
PeNNLinks	7.2	6.7	4.3	6.3
PeNNCross	7.1	4.0	4.7	6.0
Crenshaw	6.0	4.7	6.3	6.7
L-93	6.6	5.7	5.3	7.0
평 균	7.0	6.4	5.4	5.4

* : 범위가 0~9까지로 0은 가장 좋지 않은 것이고, 9은 가장 좋은 것임.

다. 고품질 잔디 품종 이용 방안

우리나라 그린에 식재된 초종은 벤투그라스이고 우리나라에서 주로 식재된 품종과 최근에 육성된 품종들에 대해 NTEP자료에서 발췌하여 정리하였음.

<표> 벤투그라스 품종에 대한 잔디 품질 관련한 특성

[NTEP, 1999~2002]

Character Cultivar	Quality*	Texture*	Seeding Vigor*	Ground Cover (%)	Thatch (mm)	Genetic Color*	Establis hment (%)	Density*
PeNN A-1	5.3	8.2	5.0	88.0	13.6	6.5	70.0	6.8
PeNN A-2	5.5	7.8	7.0	93.2	13.3	6.4	90.0	6.7
PeNN A-4	5.1	6.8	7.7	87.7	13.9	5.9	65.0	6.8
PeNN G-1	5.5	7.7	7.7	98.4	12.8	6.3	68.3	6.7
PeNN G-6	5.5	7.2	7.0	94.6	12.9	6.1	73.3	6.5
PeNNLinks	5.0	6.3	5.7	96.6	12.0	5.5	85.0	5.3
PeNNCross	5.0	6.3	6.3	96.1	11.6	5.6	75.0	5.0
Crenshaw	5.0	7.0	6.0	96.3	12.0	5.9	75.0	6.0
L-93	5.7	7.0	7.7	98.3	12.0	6.6	73.3	6.5
평 균	5.3	7.1	6.7	94.4	12.7	6.1	75.0	6.3

* : 범위가 0~9까지로 0은 가장 좋지 않은 것이고, 9은 가장 좋은 것임.

라. 화학비료 저감 방안

골프장 잔디 및 수목 관리를 위해서는 농약이나 비료의 살포가 필수적이거나 농약과 비료 살포를 저감하는 친환경적인 관리를 위해서는 좀 더 과학적이고 세밀한 시비 관리계획이 필요하다.

골프장 잔디관리는 농업과 같이 경운작업이 없어 기비보다는 추비위주의 시비를 하게 되므로 시비 후 강우에 의한 수질오염이 유발될 수 있으므로 잔디생육에 최소량의 시비관리가 필요하다.

수질과 토양 오염을 예방하기 위한 비료프로그램으로는 수질오염원인 질소와 인산의 시비량을 줄이고 질소는 속효성비료보다는 완효성비료를 시비하는 것이 시비량 감량에 효과적이다.

과잉시비는 잔디품질을 떨어뜨리고 병을 유발하여 회복을 위해서는 더 많은 비료의 시비를 요구하게 되고 농약사용량을 증가시켜 토양 및 수질환경에 영향을 미치게 된다.

친환경적인 시비관리를 위해서는 토양분석을 통하여 토양 중 각 성분의 잔류함량을 분석하고 여기에 잔디요구량과 토양소실량, 천연공급량(살수, 강우) 등을 감안하여 연간 계획표를 작성하여 운영하여야 한다.

친환경적인 토양관리 위해서는 유효미생물의 번식이 필수적이며, 이를 위해서는 주기적인 유기물비료의 시비(유기농업)가 필수적이다. 토양 중 유기물비료의 시비효과는 입단화촉진, 유효미생물 증식, 토양완충력 강화, 부수력과 보비력 상승 및 질소 등 유기태 영양분공급 등이 있다.

입단화 촉진은 토양에 시용된 유기물은 미생물작용에 의해 부식화 되어 토양의 입

단화를 촉진하게 된다.

토양미생물은 유기물을 먹이(영양원)로 하여 생존하게 된다. 양질의 유기물을 토양에 시비하면 토양미생물의 분해작용을 받아 부식화 하게 된다. 이 과정은 토양에 존재하는 세균(유효미생물)의 작용으로 일어나며, 따라서 유기물에 의한 유효미생물의 번식이 촉진되는 것이다. 이러한 유효미생물은 시비된 화학비료의 분해를 촉진하여 잔디에 대한 양분공급을 증가시키는 요인으로 작용하게 된다.

완충력 강화를 위해서는 유기물이 분해되어 만들어진 부식물질은 토양의 온도 및 습도변화를 줄여주고, 화학비료나 농약살포 후 잔디뿌리에 심한 스트레스를 완화시키는 작용을 하여 잔디 지상부 생육을 촉진하는 역할을 한다.

유기물은 토양 중 수분보유력을 높여 잔디에 필요한 수분을 공급하는 역할을 할 수 있다.

부식화된 유기물은 CEC(양이온치환용량)를 높여 용해된 비료성분을 흡착하여 보유하였다가 잔디에 서서히 공급하는 역할을 한다.

유기물 비료에는 유기물 외에도 질소, 인산, 칼리 및 미량원소 등이 들어있어 토양에서 분해된 후에 잔디에 영양분을 공급하게 된다. 이러한 양분들의 대부분은 유기태 성분이다.

<표> 친환경관리를 위한 골프장 월별 질소시비량 (단위 : g/m²)

월	3	4	5	6	7	8	9	10	11	계
그린	2.5	4.5	4.5	2.5	1.5	2.0	4.0	4.0	1.0	26.5
티	-	2.5	4.0	-	4.0	4.5	-	-	-	15.0
페어웨이	-	-	4.0	3.0	-	4.0	-	-	-	11.0

주) ① 티, 페어웨이의 9월 시비는 골프장별 관리방법에 따라 생략가능

② 질소시비량은 골프장 토양, 잔디초종 및 내장객 수에 따라 달라짐

<표> 화학비료 저감을 위한 연간 시비계획표 작성

(시비량 단위 : m²)

비료 종류	시비방법	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	합계
유안	입상시비 액상시비	15								10	25
요소	엽면시비				1.0	1.0	1.0	1.0			3.0
아미노산 (핵산)	엽면시비	1.0	1.0		1.0	1.0			1.0	1.0	6.0
복합비료 (12-0-12)	입상시비	25	30				20				75
완효성복비 (10-5-8)	입상시비 액상시비			30				30			60
관주용복비 (16-0-16)	액상시비				10		10				20
황산가리	입상시비		3~5					3~5			6~10
마그네슘	입상시비			20				10			30
킬레이트철	엽면시비			0.5	1.0	1.0	1.0	0.5			4.0
부식산수화제	엽면시비				0.1	0.1	0.1				0.3
칼슘액제	엽면시비				0.2	0.2			0.2	0.2	0.6
액상규산	엽면시비				1회	1회					
황산고토	엽면시비					1.5	1.5				3.0
키토산(목초액)	엽면시비					1.5	3.0	1.5			6.0
규산질비료	입상시비		30								30
천연계면활성제	엽면시비				2회	2회	2회				
조류방지제	엽면시비			1회	1회	(1회)	1회	(1회)			

주) 잔디품종: Pennncross, 내장객: 연간10만명(18홀), 질소순성분량: 27.69g/㎡

마. 종합적 병해충 관리 모델 작성

9) 수자원의 효율적인 이용 방안

가. 수자원 개발의 현황 및 문제점 분석

국내 골프장 관리를 위해서는 관수물이 필수적으로 사용되고 있다. 수자원은 오수 처리수, 연못물, 지하수 및 빗물을 주로 활용하고 있으며, 18홀 기준으로 일일 1,000~2,000톤 정도를 사용하고 있다.

최근 기상이상으로 폭우가 오거나 가뭄으로 잔디관리에 어려움이 많아지고 물의 수요도 지역이나 골프장에 따라 차이가 크게 나타나고 있다.

지역에 따라 지하수량이 극히 적어 음용수만을 지하수로 이용하고 코스관리용은 연못물에 의존하는 경우가 많으나 정체된 연못물 부영양화와 혐기화 등으로 수질이 나빠져 잔디에 사용할 경우 조류와 병이 발생하는 원인으로 작용하고 있다.

나. 수질관리방법

연못물의 수질관리를 위해 계절별로 주기적인 분석을 통하여 수질상태를 분석하고 이에 맞는 처방으로 수질을 개선해야 된다.

수질분석 항목으로는 부유물질(SS), 생물학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 산도(pH), 전기전도도(EC), 총인, 총질소, 나트륨, 염소, 칼슘 및 마그네슘 등을 분석하고 있다.

한국잔디연구소에서 회원사 골프장에서 의뢰한 연못물의 수질분석결과, 산도가 중성에서 알칼리성이고 총인은 조류발생기준보다 높게 나타나고 있으며, 바다인근 골프장의 지하수나 인근 하천수를 활용하는 골프장 관수물에는 전기전도도와 나트륨 흡착율이 높게 나와 이들 성분이 함유되지 않은 물과 희석하여 사용하고 있다.

다. 친환경적인 수질관리 모델 사례 조사

깨끗한 물을 사용하기 위해서는 수초, 부레웃잠, 부들 등의 수생식물을 활용하고 폭포나 폭기장치를 활용하여 용존산소함량을 높여 물이 썩는 것을 방지하고 있다.

물의 수요를 감안한 수자원확보를 위해서는 지하수개발, 빗물담수, 오수처리수재활용, 인근 하천 및 강물 사용 등으로 물부족을 해소하고 있다.

또한 코스관리적인 측면에서도 수분요구도를 줄이는 저질소시비, 증발억제를 위해 야간살수, 필요한 시기에만 적정살수 등으로 물 사용량을 줄이고 있다.

10) 환경친화적 골프장 개념 및 수계 복원공법

환경친화적 골프장이란 골프장 건설을 전제로 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하고, 인위적인 공사에 의해 훼손된 지역을 자연과 유사하게 자연형으로 복원한 골프장을 가리킨다. 즉, 골프장 개발에 따른 산림훼손의 영향, 동식물 서식처의 관리, 토양의 교란과 침식, 잔디관리 등의 복합적으로 발생하는 문제점에 대해 사전에 그 영향을 예측하고 이를 토대로 하여 그 훼손의 범위를 최소화하고 불가피하게 발생하는 훼손지역을 숲, 초지, 습지 등의 주변환경과 어울리는 소생태계로 조성하여 자연성을 회복시키고자 하는 골프장을 의미한다.

수계(하천 및 계곡) 복원공법이란 골프장 건설로 인해 인위적으로 파괴 단절된 하천 및 계곡을 자연환경에 유사하게 보이도록 조성하는 공법을 말한다. 즉, 원래의 서식 환경으로 복원된다는 의미는 아니다.

이러한 수계복원공법을 적용하기 위해서는 우리나라의 골프장의 지형적 특성과 강우특성에 맞는 재료를 사용해야 한다. 그러나 현재 우리나라의 경우 국토이용의 제약 때문에 골프장 대부분이 산지에 위치하고 있으며, 계곡이나 하천의 폭이 매우 좁은 형태로 조성되어 유속이 매우 빠르고, 침식 및 세굴이 일어난다. 또한, 강우특성상 여름에 강우가 집중되고, 게릴라성 폭우가 많이 내리고 있는 실정이다. 이러한 우리나라의 특성을 반영한 여러 가지 복원공법들은 새로이 개발된 공법들이 아니라 현재 자연형 하천복원공법들을 응용하여 사용되고 있으며, 골프장내 하천 및 계곡

의 구조적 안전과 생태계의 복원이 가능한 일반콘크리트 블록을 이용한 공법, 자연 재료를 이용한 공법 그리고 다공성 식생콘크리트를 이용한 공법 등 크게 세가지로 분류할 수 있다(2005, 최경영).

가. 일반 콘크리트 블록을 이용한 공법

일반 콘크리트 블록을 이용한 공법은 기존의 하천 정비에 사용된 블록들로서 치수적으로는 매우 우수하지만 생태적으로는 대단히 취약한 공법들이다. 또한 현재 개량된 공법들의 경우 동식물을 위한 공간을 마련하였지만 식생의 생육특성과 식재공간을 고려하지 않아 수분부족으로 인한 많은 식물이 고사하고 있는 실정이다(2004, 농업기반공사).

<표> 일반 콘크리트 블록 공법

공법	제품사진	시공사진	특 성
일반			다양한 식생의 도입 가능 콘크리트 화분의 표면 노출 식생조절 불가능 생태통로의 연결에 한계
콘크리트			무게가 가벼워 시공이 간편 식생도입 가능 토사유출 및 블록이탈 가능
블록			일부 식물의 도입 물고기, 수서곤충의 서식공간 확보 식생조절 불가능 생태통로의 단절

나. 자연재료를 이용한 공법

자연재료를 이용한 공법은 일반 콘크리트 블록과는 달리 돌이나 목재, 식생, 식생기반재 등을 이용하여 제작된 공법들이다. 이러한 공법들은 주로 유럽의 유량이 풍부하고 유속이 느린 곳에서는 유용하지만 산지하천의 경우 사용하기가 힘들다. 또한 세굴 또는 침식에 구조적으로 취약하여 골프장 전체의 안전성에 문제가 발생할 수도 있다.

<표> 자연재료를 이용한 공법

공법	제품사진	시공사진	특 성
자 연 재 료			호안 유수의 충격흡수, 사면보호 식물뿌리 고정 공극에 의한 유수의 여과 및 정수 저수호안 적용시 사면 보호 및 수변 식물의 조기녹화
			철망의 노출로 쓰레기의 부착 우려 다공성의 확보로 수서생물의 서식공 간 확보 가능 유속이 큰 곳에 안정성 확보
			수서생물의 서식공간 확보 침수 접근로의 확보 식물의 정착 불가능

다. 다공성 식생콘크리트를 이용한 공법

다공성 식생콘크리트를 이용한 공법의 경우 앞에서 언급한 두가지 공법이 장점을 혼합한 공법이라고 할 수 있는데 우선 치수적으로 일반 콘크리트 공법과 같이 안전하며, 다공성이라서 식생의 활착이 비교적 쉽고 다양한 식생의 유도가 가능한 공법이라고 할 수 있다. 다공성 식생콘크리트를 이용한 공법의 경우 현재 하천복원 및 사면복원에 많이 사용되고 있으며, 다공성 식생블록을 이용한 하천복원 사례는 아래와 같다.

<표> 다공성 식생콘크리트를 이용한 공법

공법	제품사진	시공사진	특 성
다 공 성 식 생 블 록			전체적인 사면에 식생의 도입 가능 공극의 크기가 작아 도입식생에 한계가 있음 식생이 정착되지 않았을 때 건조에 대한 피해가 큼 식생의 정착과 배수기능 확보로 사면의 안정성 확보
			전체적인 사면에 식생의 도입 가능 공극의 크기를 키워 도입식생의 폭을 넓힘 공극 사이의 충진율을 높여 건조피해를 감소 식생의 정착과 배수기능 확보로 사면의 안정성 확보
			물고기와 수서생물의 서식공간 확보 전체의 일체화를 통한 안정성 확보 배수성의 확보로 사면의 안정성 확보

골프장내 수계의 환경친화적 복원 최 경 영 · 안 민 우