

골프장 건설시 환경영향 및 평가방안

2002.12

권영한



서 언

도시민들의 여가 시간이 늘어남에 따라 환경과 레크리에이션을 동시에 즐길 수 있는 공간이 필요하게 되었다. 골프장이 그러한 역할을 할 수 있는 스포츠 중에 하나일 수 있다. 골프장이 자연과 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 게임과 환경을 동시에 조화되도록 배려해야 한다. 지금까지 골프장은 환경을 고려하기 보다 골프코스의 조성에만 치중한 것이 사실이다. 따라서 골프장 건설에 따른 환경적 영향에 대한 논란은 20년 넘게 진행되고 있지만 지금까지 골프장 조성에 의한 영향이 있는지 없는지 또한 영향이 있다면 어떻게 얼마나 있는지에 대한 명확한 답을 시사하는 연구는 거의 수행된 적이 없었다.

본 현안정책연구는 골프장의 조성에 따른 영향을 다각도로 분석하는 기초 연구의 성격으로서 첫째, 환경영향평가서의 검토의견을 분석하므로 골프장 조성시 중요하게 고려해야 할 환경의 문제점을 항목별로 도출하며, 둘째, 건설현장의 사례 조사를 통하여 시공시 문제점을 파악하고 협의내용 이행 여부를 환경 요소별로 확인하여 입지의 타당성에 관한 고려할 사항들을 도출하려고 시도하였으며, 셋째, 운영 중에 있는 골프장 주변 하천의 지표종인 저서성대형무척추동물상의 변화를 조사하여 골프장 운영에 따른 배출수로 인한 하천생태계에 미치는 영향을 분석하고 이를 토대로 배출되는 수질이 수환경에 미치는 영향을 예측하고자 하였다. 제한적인 골프장 수와 단기간의 조사기간을 고려할 때 현지조사에 대한 제한성이 존재하나 객관적이고 논리적인 분석 방법을 통해 골프장이 하천생태계에 미치는 영향의 경향성 분석을 마지막 목적으로 설정하였다. 아무쪼록 본 연구의 결과가 환경영향평가와 사후환경영향조사의 내실화에 유용하게 활용되기를 바라며 향후 이와 관련된 연구를 위한 토대가 되기를 바랍니다. 아울러 골프장 조성시 입지선정과, 시공 및 운영에 따른 환경의 영향을 저감하는데 기여하기를 바랍니다.

끝으로 본 연구를 맡아 수행한 본 원의 권영한 박사와 연구에 참여하여 수고한 노태호 박사를 비롯한 김지영, 송영일 박사들에게 감사를 표합니다. 또한 저서성대형무척추동물상 조사와 분석을 위해 수고하신

고려대학교 부설 곤충연구소의 박재홍, 전영철 연구원에게도 심심한 감사를 표합니다. 특히 바쁜 와중에도 본 연구의 자문을 해 주신 잔디연구소의 김호준 소장님, 환경부 자연정책과의 동덕수 서기관님, 환경부 생태조사단의 원두희 박사님, 장원골프엔지니어링의 서우현 소장님, 한국자연보존협회의 서정수 박사님에게도 진심으로 감사드립니다.

아울러 본 연구의 내용은 본 연구원의 공식 견해가 아닌 연구자 개인의 견해임을 밝혀둡니다.

2002년 12월

韓國環境政策 評價研究院

院長 尹 瑞 成

국 문 요 약

골프장 건설에 따른 환경적 측면의 영향에 대한 논란은 20년 넘게 진행되어 오고 있지만 그에 대한 명확한 답을 시사하는 연구는 거의 수행된 적이 없었다. 본 현안정책연구는 골프장 건설 및 운영에 따른 환경영향을 협의된 환경영향평가서의 검토의견과 현장답사를 통해 확인하고, 운영중에 있는 골프장과 연결한 하천의 저서성대형 무척추동물상의 변화를 조사 분석하므로 골프장 조성시 발생하는 환경영향에 대한 평가와 대책을 제시하고자 하였다.

검토의견과 현장답사결과에 의하면 골프장 공사시 주의하지 않으면 발생하는 환경적인 영향은 벌목과 대규모의 절·성토에 의한 불필요한 지형의 변화와 표토의 유실에 따른 사면 안정성의 저감이다. 또한 벌목에 따라 야생동·식물의 서식지도 불필요하게 훼손된다. 토사유출을 대비하여 침사지를 조성하지만 용량이 충분치 않을 경우 토사유출의 영향이 심각할 수 있다. 일반적으로 토사가 유출되면 하천하류의 생태계와 양식장 등에 영향이 있게 마련이다. 부실공사가 될 경우 오염물질이 누수될 수도 있다. 이에 대한 대책으로 지형을 잘 이용하여 대규모 절·성토를 줄이고 사면지역이 최대한 원형보존 되도록 설계·시공한다. 장마 혹은 폭우 전에 잔디의 식재를 마무리하여 표토가 유실되지 않도록 대책을 강구한다. 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 배출된 오염물질은 생태계에 위해하므로(중의 서식이 불가능함) 원인을 찾아 수계로 유출되지 않도록 하여야 한다.

현재 재활용 저수지와 재해방지용 저수지를 구분하여 설치하라는 검토의견이 제시되지만 설치가 혼합형태이거나 원래의 목적대로 지켜지지 않는 경우가 많다. 관거와 맨홀 등의 부설 시공은 침하나 오염물질의 누수 등의 원인이 된다. 잔디와 골프장내

식물의 관리를 위해 사용한 화학물질(농약, 비료 등)이 생태계에 영향(담수생물상, 부영양화 등)을 미칠 수 있다.

계곡수는 분리관거를 통하여 하류로bypass하게 하여 농업용수 및 하류의 생태계가 유지될 수 있도록 해야 한다. 재활용 저수지의 물은 오염될 가능성이 많기 때문에 하류로 유입되지 않도록 관리하는 것이 바람직하다. 잔디에는 농약 등 화학물질이 잔류한다고 보고되어 있지만, 배출수에 검출한계 이상의 농약이 함유되었다는 보고는 없었다. 현재 시공중인 대부분의 골프장의 경우 BOD 5ppm 이하로 설계 시공하고 있으며 수질에 대한 뚜렷한 문제가 없는 것으로 보고되고 있다.

환경적으로 문제가 발생하는 지역은 입지 선정단계에서 부지로서 가부를 결정할 필요가 있다. 실제 입지 선정단계의 중점항목인 자연환경은 저감대책을 마련하기 보다 영향이 심각할 것으로 예상될 경우 입지를 변경하거나 조정할 필요가 있으며 코스에서 섬처럼 남겨진 원형보존지역은 생태계의 연결통로로 유용하게 사용될 수도 있다. 한편 현행 규정에 골프장의 입지와 면적, 규모 등에 제한 요소들이 있으나 자연친화적인 골프장 조성을 위해 무리한 규제들에 대해서 개선책이 요구되고 있다. 이는 환경을 배려한다는 측면에서 적절한 주장으로 볼 수 있으나 개선에 앞서 골프코스의 원래 목적을 토대로 환경과 조화를 이룰 수 있는 기준에 대한 충분한 검토가 필요할 것이다.

공사시 및 운영시 영향과 문제점을 토대로 자연 친화적인 골프장 건설을 위한 입지 선정시 고려해야 할 중요한 환경요소들은 지형의 경사도, 보존가치가 있는 식생지역이나 담수생태계의 존재 여부, 인접한 지역에 주거지의 존재 여부 등이다.

골프장과 직접적으로 관련된 수계의 저서성 대형무척추동물의 분포현황과 이들의 군집에 대한 분석결과에 의하면 하류역 수생태계의 경우는 골프장으로부터 부정적인 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 즉, 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. 골프장을 포함한 지역을 큰 규모(scale)에서 볼 때 유역내 수생태계에 서식하는 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. 조사대상 골프장 3곳 중 2곳은 종 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 종 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. 보다 신뢰도가 높은 환경영향에 대한 분석과 현황자료를 제시하기 위해서는 향후 추가적인 조사가 필요하며, 특히 수질 관련 영향 및 지하수 영향은 타 기관과 협력 하에 중점적인 연구가 필요하다.

차 례

서 언 요 약

제1장 서 론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 골프장의 역할	2
3. 연구방법 및 범위	4
가. 환경영향평가서 검토의견 분석 및 현장확인조사	4
나. 저서성무척추동물 현지조사	4
제2장 골프장의 입지선정	9
1. 골프장 입지선정 평가	9
가. 현황 및 문제점	9
나. 입지선정시 고려할 사항	11
제3장 골프장의 환경영향	17
1. 골프장 구성에 따른 환경영향	17
가. 평가서 분석 사례	17
나. 골프장 조성시 고려할 사항	19
2. 골프장 시공시 또는 시공 직후 환경영향	20
가. 골프장 시공 후 환경변화	20
나. 평가서의 저감대책 이행 여부	24
3. 골프장 운영시 환경영향	30
가. 잔디관리(병·해충·잡초관리)의 문제점	30
나. 물관리(수리·수문, 수질)의 문제점	33

다. 생태계의 문제점	36
제4장 골프장이 하천생태계에 미치는 영향	39
1. 환경변화와 저서성대형무척추동물	39
2. 조사 및 분석	41
가. 조사기간 및 조사지점	41
나. 군집분석	44
3. 결과 및 고찰	45
가. 출현 분류군에 따른 군집의 유형	45
나. 군집 내 종 다양성	56
다. 군집의 우점종 비교	57
라. 수리적 군집분석 및 지표생물군 밀도 비교분석	60
제5장 요약 및 결론	66
1. 입지선정상 영향과 문제점 및 대책	66
2. 공사시 영향과 문제점 및 대책	67
3. 운영시 영향과 문제점 및 대책	67
4. 담수생태계에 미치는 영향 및 대책	68
5. 골프장 조성시 전반적인 영향에 대한 평가	69
가. 공사시 영향	69
나. 이용시 영향	69
다. 저서성대형무척추동물상을 이용한 생물학적 평가	70
라. 입지선정에 대한 평가	70
6. 골프코스 건설단계 및 골프장의 가치에 대한 제언	74
참고문헌	75
Abstract	77
< 부록 >	79

표 차례

<표 1-1>	조사대상 골프장의 주요항목의 현황비교	5
<표 1-2>	조사지점의 개황	7
<표 2-1>	총량한도 3%를 초과한 시·군	14
<표 3-1>	협의를된 골프장 사업의 환경영향평가서 보완검토의견 분석 ...	17
<표 3-2>	골프장 조성시 환경측면에서 고려할 중점 사항	19
<표 3-3>	경사도에 따른 골프장별 개발면적과 보존면적의 비교	21
<표 3-4>	골프장 사업 협의내용에 대한 현장확인 체크리스트(사례 1)·27	
<표 3-5>	골프장 사업 협의내용에 대한 현장확인 체크리스트(사례 2)·29	
<표 3-6>	농약의 유출 및 잔류량 조사	32
<표 3-7>	2001 골프장 농약사용량	32
<표 3-8>	2001 골프장 농약잔류량	32
<표 3-9>	수질 항목의 평가	34
<표 3-10>	골프장의 관리분야에 대한 서로 다른 관점과 환경관리전략	38
<표 4-1>	3개 골프장 조사지점의 물리적 환경요소 비교	44
<표 4-2>	각 조사지점의 저서성대형무척추동물상 및 개체수 현존량 ...	50
<표 4-3>	종 다양성의 분석결과 및 비교	56
<표 4-4>	군집의 우점종의 구성 및 변화양상 비교	59
<표 4-5>	각 조사지점의 수리적 군집분석 지수	60

그림 차례

<그림 1-1> 골프장의 역할	3
<그림 1-2> 골프장별 조사정점(지점)의 위치 개념도	8
<그림 3-1> 골프장 건설로 변화된 경관	23
<그림 3-2> 골프장 건설전·후의 변화된 모습	23
<그림 4-1> 골프장이 위치한 지역의 저서성대형무척추동물 군집 구조	47
<그림 4-2> 군집의 개체수와 종수의 상관성 분석에 따른 골프장 하류역의 양상	49
<그림 4-3> 청정성 지표생물군의 밀도 분석을 통한 골프장 주변 수생태계 가 받는 상대적 영향의 정도	62
<그림 4-4> 유기오염 지표생물군의 밀도 분석을 통한 골프장 주변 수생태 계가 받는 상대적 영향의 정도	63
<그림 4-5> 오염내성 지표생물군의 밀도 분석을 통한 골프장 주변 수생태 계가 받는 상대적 영향의 정도	64
<그림 5-1> 환경친화적인 골프장 조성을 위한 골프장의 입지선정, 설계, 시공 및 관리 측면에서 환경을 결합한 모형	74

부 표 차 례

<부표 1> 영향평가법상 사후환경관리 시행내용	80
<부표 2> 사후환경영향조사 기준	82
<부표 3> 공사착공전 환경관련법	84
<부표 4> 공사진행중 환경관련법	85
<부표 5> 이용과정에서의 환경관련법	86
<부표 6> 1990년대 초반 평가협의를된 골프장별 침사지 및 조정지 제원 · 88	
<부표 7> 토사유출 원단위	90
<부표 8> 유출계수의 표준치	90
<부표 9> 평균 유출계수	91

부 록 그 림 차 례

<그림 1> 침사지 용량결정 flow	90
<그림 2> 조정지 용량결정 flow	95
<그림 3> 생태계를 고려한 골프코스 조성의 예	99
<그림 4> 골프장 운영시 계곡수의 Bypass 문제	100
<그림 5> 골프장 조성시 배수 및 수질의 문제	100
<그림 5> 계속	101

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적

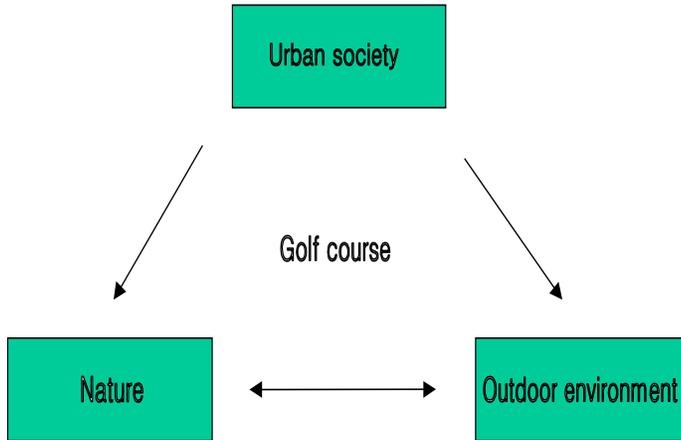
골프는 외국에서 누구든지 쉽게 즐기는 운동이지만 국내에서는 아직 일반 사람들이 즐기기에 골프장 수의 부족, 경제적인 이유, 정서적 및 환경적 이유 등으로 대중화가 안된 운동이다. 2001년 10월 현재 골프장 수(운영중, 건설중, 미착공)는 회원제가 160개 대중골프장이 74개 총 234개이며 천만 명이 넘는 골프인구에 비하면 골프장 수가 현저히 부족하다는 것이 골프관계자들의 일반 견해이다. 골프장 수가 적은 이유는 토지이용 측면에서 골프장을 건설할 적절한 장소가 부족하며, 환경적인 측면에서 개발자들이 규제를 피하여 산지에 골프장을 개발하기 선호하나 산지의 입지 자체가 대부분 급경사를 이루고 있고 식생의 발달이 양호하므로 골프장 개발에 적당하지 않은 입지조건을 가지고 있다. 특히 일반사람들이 골프장은 특정인만을 위한 체육시설로 인식하고 있으며, 지하수를 이용하기 때문에 골프장 하류의 용수를 고갈시키는 원인이고, 농약 및 비료 등 화학물질을 사용하므로 주변 하천의 오염원이라는 비난을 하고 있는 실정이다.

그러나 골프장의 건설 및 운영시에 제반 환경에 미치는 문제를 포함한 용수공급문제나 지하수문제들을 주관적으로 많이 이야기하고 있지만 구체적이고 객관적인 자료를 제시하는 경우는 드물다. 본 현안정책과제연구의 목적은 1) 기 협의된 골프장사업의 환경영향평가서 검토의견을 토대로 골프장 조성시 일반적인 환경의 문제점을 항목별로 분석·평가하고 고려해야할 내용을 도출하며, 2) 골프장 입지와 관련된 법, 입지와 관련된 자연환경의 제한 요인 등과 현재 골프장 건설시 사업시행전과 후 사례의 문제점을 토대로 입지의 타당성에 관한 현재 기준의 적절성을 분석하고 대안을 제시하려고 시도하였으며, 3) 협의된 2개 사업의 환경영향평가서의 중점항목 협의의견과 저감대책이 건설 완료된 현장에서 제대로 반영되었는지 여부를 확인하여 골프장 건설시 문제점을 예측하고 예측자료를 근거로 평가기준을 도출하려고 시도하였으며, 4)

또한 운영 중에 있는 골프장 주변 하천의 지표종인 저서성 대형무척추동물상의 변화를 조사하였다. 즉, 골프장 운영에 따른 배출수로 인한 하천생태계에 미치는 영향을 분석하여 배출되는 수질이 수환경에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 제한적인 골프장 수와 단기간의 조사기간을 고려할 때 현지조사에 대한 제한성이 존재하나 객관적이고 논리적인 분석방법을 통해 골프장이 하천생태계에 미치는 영향의 경향성 분석을 마지막 목적으로 설정하였다.

2. 골프장의 역할

도시민들의 여가 시간이 늘어남에 따라 환경과 레크리에이션을 동시에 즐길 수 있는 공간이 필요하게 되었다. 골프장이 그러한 역할을 할 수 있는 스포츠 중에 하나일 수 있다. 그러기 위해서 골프장은 환경과 게임을 함께 고려해야 한다. 골프장이 자연과 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 게임과 땅의 환경이 동시에 조화를 이룰 수 있도록 배려해야 한다. 골프장이 그린, 티, 웨어웨이 만에 focus를 두고 만족하는 공간이 아니라 이제는 자연생태계(서식지와 종다양성 등)를 유지하는 공간으로, 동시에 레크리에이션을 위한 공간으로 기여할 필요가 있다<그림 1-1>. 골프장의 미적인 값어치는 자연을 얼마나 조화롭게 코스에 적용하느냐에 달려 있을 것이다. 지금 까지 국내의 골프장은 대부분 회원제였으며 회원들만을 위한 공간이었다. 골프가 대중의 스포츠로서 자리 잡기 위해서는 누구든지 자신의 여건에 맞게 골프를 즐길 수 있도록 골프장 구성에 대한 인식의 전환과 골프산업의 방향 전환이 필요하다. 골프장은 도시민들이 자연과 옥외환경을 즐길 수 있으며 동시에 골프만이 가지는 독특한 공간으로 거듭날 필요가 있다.



<그림 1-1> 골프장의 역할

3. 연구방법 및 범위

가. 환경영향평가서 검토의견 분석 및 현장확인조사

현재까지 협의된 골프장 조성사업 중 일부를 선정하여 환경영향평가서의 중점평가 항목의 보완의견 내용을 토대로 골프장 건설시 중요한 입지상 문제점과 저감대책 수립시 문제점 등을 분석하였다.

골프장의 입지 및 규모와 관련되어 법적으로 고려할 사항들과 환경적으로 고려할 사항들을 토대로 골프장 입지 선정시 문제점과 고려할 내용들을 제시하였다.

기 협의된 사업 중 환경영향평가서가 3차 보완서까지 작성되었던 사업을 선정하여 보완검토내용과 협의내용을 정리·분석하였으며, 저감대책과 보호대책에서 검토된 문제점을 토대로 골프장 조성시 항목별로 고려할 사항들을 정리하였다.

기 협의된 사업 중 현재 사업이 마무리되었거나 건설 중인 2개 사업을 선정하여 협의시 의견과 저감대책이 제대로 건설에 반영되었는지 여부를 현장조사를 통하여 확인하고 건설시 제반 문제점을 분석하였다.

나. 저서성 무척추동물 현지조사

1) 조사대상 골프장

기 운영중인 골프장 3곳(A, B, C)을 선정하여 생태계에 미치는 영향을 확인하기 위하여 수환경 변화 및 수질의 지표성이 뛰어난 저서성 대형무척추동물상을 조사 분석하였다. 선정 기준은 골프장으로부터의 배출수가 다른 오수에 영향을 받는지 여부와 자연상태의 대조구(control)의 존재 여부가 최우선으로 고려되었으며 운영기간, 농약 사용량, 위치 등 여타 요인들을 고려하여 선정하였다. 조사대상 골프장의 개략적인 현황은 다음과 같다.

<표 1-1> 조사대상 골프장의 주요항목의 현황비교

주요항목	골프장 A	골프장 B	골프장 C	비고
형태	회원제	회원제	회원제	
소재지	경기 남부	경기 중부	경기 북부	
홀수	18	18	27	
면적 (m ²)	130만	98만	150만	
2001년 화학물질 사용량 (Kg/ha)	5	12	5	11.7 (전국 평균)
사용 화학물질 수	21	17	18	
내부 수계포함 여부 (O, X)	O	O	O	
외곽 수계존재 여부 (O, X)	O	O	O	
유출수량	보통	풍부	적음	
분류수량	보통	풍부	적음	
수계의 타 교란인자	없음	없음	없음	

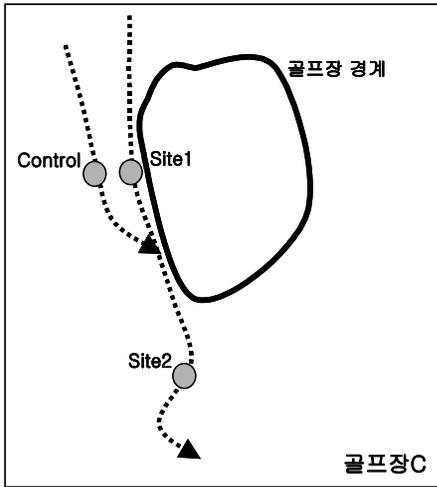
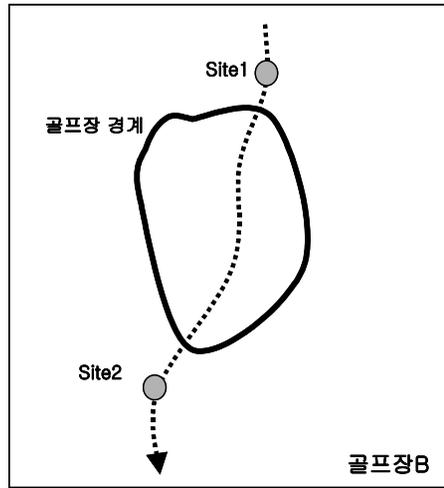
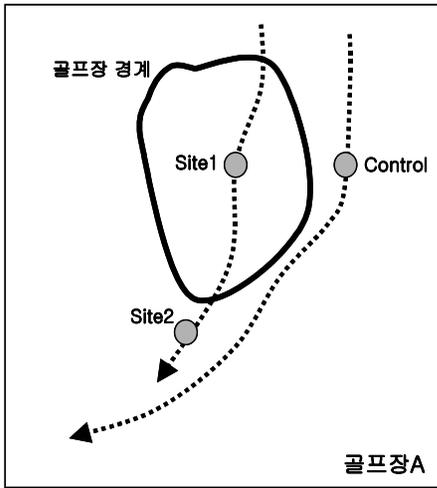
2) 조사지점 및 방법

조사시기는 10월 중순으로 장마가 지난 후 1개월 이상 담수생태계가 안정된 시기를 택했다. 각 골프장의 조사정점은 골프장 상류와 골프장 하류, 그리고 대조구(무처리구) 등 3곳의 조사지점을 선정하여 시료를 채집하였다<표 1-2, 그림 1-2>(각 조사정점의 자세한 개황은 제4장을 참조). 대조구는 고도, 수계의 규모 및 물리적 구조의 유사성을 최대 고려하였으며, 비교의 객관성 확보를 최우선 조건으로 하여 선정하였다. 시료채취는 정량적인 분석과 정성적인 분석을 위하여 2가지 방법을 사용하였다. 정밀한 표본획득을 위해 다양한 미소 서식지를 최대한 포함시켰으며, 종 다양성 분석을 위한 충분한 자료를 확보한 것으로 사료된다. 각 조사정점에서의 담수 대형무척추동물의 정량적 채집은 Surber net(30×30cm, 망목 0.5mm)로 지점별 유수생태계의

특성을 가급적 가장 잘 나타내는 곳, 즉 유속이 빠른 곳(riffle)과 보통인 곳(run)을 선정하여 총 2회 정량채집을 하였다. 정성적 채집은 hand scoop(지름 17.8cm, 망목 1mm) 를 사용하여 가능한 모든 미소서식처에서 실시하였다. 채집된 대형무척추동물은 Kahle's 용액에 고정하여 2-3일후 80% ethanol에 옮겨 보존하였으며 종의 동정은 기존의 검색표(McCafferty, 1981; Kawai, 1985; 윤, 1988; 윤, 1995; Merrit and Cummins, 1996)를 이용하였고, 파리류 중 Chironomidae의 경우는 Wiederholm(1983)을 참고하여 체장, 체색, ventral tubes의 유무 및 강모의 형태 등 외부 형태적 특징을 고려하여 임의로 아과 수준까지 동정하였다. 군집의 분석에 관한 방법은 4장에 자세히 기술하였다.

<표 1-2> 조사지점의 개황

	골프장 A	골프장 B	골프장 C
Control	골프장 외에 위치한 수계로 조사대상 수계와 유사한 규모를 지닌 계류, site 1 및 2와는 독립적인 소유역에 위치함.	골프장 외에 위치한 수계로 조사대상 수계와 유사한 규모를 지닌 계류, site 1 및 2와는 독립적인 소유역에 위치함. 건천화의 영향으로 조사정점에서 제외.	골프장의 직접적인 영향을 받지 않는 수계. 골프장의 유출수가 유입되는 수계(site1)와 동일한 규모로 도로에 의해 분할되어 있음. 골프장 유입수 합류점의 지점.
Site 1	골프장 내에 위치한 자연보존지구에 형성된 소지류.	골프장을 통과하는 하천의 상류역으로 골프장에 의한 영향이 전무함. 높은 자연성을 유지하고 있음.	골프장 경계면을 끼고 형성된 소계류. 유하방향을 따라 측면에서 유출되는 용수의 영향을 지속적으로 받음.
Site 2	골프장에서 유출된 계류가 합류된 후 본류 수계	골프장을 통과한 하천수와 사용된 용수가 합쳐진 후 골프장 외로 유출되는 수계.	control이 위치한 계류와 site1이 위치한 계류가 합류한 수계.



<그림 1-2> 골프장별 조사정점(지점)의 위치 개념도
(실선: 골프장의 외곽 경계, 점선 및 화살표: 계류 및 유하방향)

제2장 골프장 입지선정

1. 골프장의 입지선정 평가

가. 현황 및 문제점

1980년대 이후 국내의 골프인구가 늘어 나면서 골프장의 조성도 증가되어 왔다. 골프장의 입지는 우리국토의 약 67%가 임야이고 농지가 약 22% 정도임을 고려할 때 골프장이 농지에 입지하기 보다 산림에 조성되어 왔다. 때문에 1990년대 초에 많은 수의 골프장이 한꺼번에 건설되면서 산림훼손 및 토사유출 등 환경적인 문제가 대두된 적도 있다. 실지로 국내에서는 골프장이 건설될 적당한 입지가 없는 실정이다. 평지나 구릉지는 농업이나 축산 등 다른 용도로 사용되고 있고, 산림은 생태계의 훼손과 지형상 급경사 지역은 침식 및 토사유출이 발생하여 환경적으로 바람직하지 않은 측면이 있다. 결국 골프장의 후보지는 산림이거나 최근에 폐경지나 유휴지, 묵밭으로 변모된 농경지나 구릉지(과수원 등)를 이용하는 경향이 있다.

우리나라와 같이 국토가 좁은 나라에서 골프장은 상대적으로 많은 면적을 차지하기 때문에 국토이용면에서 부정적인 시각을 가지고 있는 것이 사실이다. 또한 골프장의 입지가 주로 산악지형의 대규모 면적을 사용하므로 자연적으로 형성된 산림훼손의 정도가 크기도 하다. 보통 국내의 산지는 고생대에 형성되어 급경사를 이루는 곳이 많다. 이런 곳에 골프장을 건설할 경우 지형의 훼손이 심각할 뿐아니라 지형훼손에 따른 부가적인 영향도 무시할 수 없다. 급경사지에는 주로 계곡의 생태계가 형성되어 있는데 하천의 상류로서 생태계가 양호하다. 지금까지는 골프장 조성시 발생하는 산림훼손을 포함하는 자연환경의 훼손을 불가피한 상황으로 간주하였다. 또한 골프장 조성시 산지를 이용하는 것이 국토의 효율적인 이용 측면에서 긍정적으로 보는 경우도 있다(김명길, 2000).

하지만 기존의 골프장 개발에는 생태계를 고려하지 않았었다. 골프장이 조성되면

나무와 잔디를 심어 시간이 경과하면 주변의 환경과 비슷해지거나 더 좋아진다는 주장도 있다. 그렇지만 원래 존재하던 자연지형과 생태계는 어떤 형태로든지 변형되기 마련이다. 코스조성시 성토와 절토가 불가피하고 능선과 계곡이 변형되어 평지가 된 후 인공적인 잔디식재와 녹화를 실시하여 보기에는 녹색으로 변한 것 같지만 인위적인 간섭이 지속적으로 행해지기 때문에 자연생태계라고 볼 수 없다. 이렇게 골프장을 그린, 티, 웨어웨이의 관점에서만 골프장이 건설될 경우 자연생태계는 완전히 사라질 수 밖에 없다. 마치 조림지를 조성하고 지속적으로 관리하는 것이나 마찬가지이다. 따라서 골프장 조성으로 인하여 한 번 사라진 생태계는 복원이 어려우므로 골프장의 입지 선정시 생태계의 가치를 면밀히 파악하는 것이 중요하다. 한편 골프장 조성으로 인하여 사람의 접근이 어려운 경계부를 포함한 골프장 상부지역의 생태계는 자연 그대로 잘 보존되는 긍정적인 측면도 있다.

우리나라의 지형여건상, 대체농지조성의 어려움으로 인하여 골프장의 개발은 산지를 주로 이용하는데, 기존에서와 같이 급경사지에서 지형훼손과 안정성 여부를 고려하지 않고 코스개발을 하여 지속적으로 환경상 문제(대절성토 발생에 따른 침식, 토사유출 등)를 발생시키는 대신 개발 전에 지형을 면밀히 분석하여 지형훼손을 최소화할 수 있는 입지를 선정할 필요가 있다.

골프장은 레저를 위한 시설이기 때문에 조성된 후에는 이용자들에게 좋은 경관을 보여줄 것이며 사업자의 의도에 따라서 독특한 경관을 창출할 수도 있으리라고 생각할 수 있다. 따라서 골프장이 조성될 경우 극도의 훼손지형이 발생되지는 않을 것이며 원래의 지형이 훼손되어도 새로이 창출되는 인공적인 지형이 주변과 조화를 이룰 수 있을 것이라고 쉽게 예상할 수 있다. 그러나 실제로는 골프장을 계획하면서 계획 지역의 지형을 충분히 고려하지 않고 골프장 조성시 발생하는 지형변화를 고려하지 않은 채 사업을 계획하는 경우가 많다.

새로이 골프장을 조성하려는 계획 중 상당수가 과도한 지형훼손을 유발하는 계획을 수립하였고 조성 후 대규모 절토사면 및 성토사면이 많이 포함되며 기존의 일부 골프장들의 경우에도 과도한 지형훼손이 발생한 것을 볼 수 있다. 과도한 지형훼손은 고속도로 건설 등과 같이 개발사업의 시행시 훼손을 피할 수 있는 방법이 없을

때 불가피하게 발생하는 것이나 골프장의 경우에는 입지의 선택이 가능한 단계에서 부터 이러한 사항이 고려되지 않았기 때문에 발생하는 것이다.

골프장 내에 계곡이 존재하며 그 형태나 수생태계 수립 등이 보존가치가 높을 경우 이러한 계곡 지형을 보존하여야 하나 대부분의 경우 기존 계곡을 매립 성토하여 원형을 보존하는 경우가 거의 없는 실정이다. 골프장 부지 내에 보존지역이 지정된 경우 골프장을 조성하면서 해당 보존구역을 골프코스 조성시 수동적으로 반영함에 따라 보존구역이 골프장 성토 지역 사이사이에 함몰대로 남게 되고 기존 계곡 및 수림이 골프코스 사이에 갇혀 있게 되는 등 원래의 지형 및 보존의 목표를 상실한 경우도 있다.

최근에 물 문제가 대두되면서 골프장 건설시 지하수를 이용할 경우 하류의 농경지와 주민들의 용수공급문제가 발생하고 있다. 골프장의 입지로서 지하수 량의 정확한 예측과 유지용수공급의 문제가 해결될 수 있도록 입지를 선정할 필요가 있다.

나. 입지선정시 고려할 사항

1) 법적 입지제한 기준

골프장업은 체육시설의 설치·이용을 격려하고 체육시설을 건전하게 발전시켜 국민의 건강증진과 여가선용에 이바지함을 목적으로 입법된 “체육시설의설치·이용에관한법률”에 의한 등록체육시설업의 일종으로서 골프장을 조성하고자 할 때에는 동 법률 및 각개별 법령상의 입지제한기준에 저촉되지 않는 토지 위에 사업계획을 수립하여 승인기관의 장으로부터 승인을 받아야 한다.

환경관련법제는 환경보전정책을 효율적으로 결정·집행하기 위해 입법·제도화 된 것으로서 대부분의 환경보전정책은 환경보전목적 달성을 위해 피규제자의 활동의 자유나 재량권을 감소시키는 규제정책에 속한다.

환경규제정책은 개발계획(사업)의 입안·구상 단계에서 사전에 환경보전대책을 마련토록 하는 사전예방적 규제정책과 개발계획(사업)이 완료된 이후 운영과정에서

환경오염행위를 통제·관리하는 사후적 규제정책으로 구분된다

골프장의 사전예방적 규제정책과 관련된 환경법제는 환경정책기본법에 의한 사전환경성검토제도와 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법상의 환경영향평가제도가 있으며 사후적 규제정책과 관련된 환경법제는 대기환경보전법상의 비산먼지 발생사업장 신고, 폐기물관리법상의 사업장폐기물 배출자신고등 각종 인·허가제도와 오수분뇨및축산폐수처리에관한법률등에 의한 배출허용기준 준수 의무제도 등이 있다.

골프장을 조성·운영하고자 할 때에는 체육시설의설치·이용에관한법률 제12조(사업계획의 승인) 규정에 의거 사업계획승인 전에 환경정책기본법제11조(환경기준유지등을 위한사전협의) 및 「환경·교통·재해등에 관한영향평가법」에 의거 환경관서의 장과 사전환경성검토 및 환경영향평가협의 절차를 거쳐야 한다.

전 국토는 토지의 기능과 적성에 따라 도시·준도시·준농림·농림지역·자연환경보전지역 등 5개 용도지역으로 나누어져 있는데 골프장은 도시지역 내 일부지역(구역)과 준도시지역(시설용지지구)에 한하여 입지가 가능하다.

도시지역은 도시계획법 및 도시계획시설기준에 관한규칙에서 정하고 있는 도시계획시설로서 동법 제24조에 의거 도시계획으로 결정된 때에는 그 시설 설치가 가능한데 동법 제3조 제6호 라 항목 및 동 규칙 제96조 제2호에 의하면 골프장(9홀 이상에 한함)은 도시계획 시설인 운동장으로 되어 있어 도시계획으로 결정되면 입지가 가능하다. 다만 제1종 전용주거지역·전용 및 일반공업지역·유통상업지역 및 보전녹지지역은 입지가 안된다.

개발제한구역 내 골프장은 “개발제한구역의지정및관리에관한특별조치법”시행령 제13조제1항(별표1)에 의한 입지기준에 적합한 지역으로서 동법 제10조 제1항의 규정에 의거 시·도지사가 5년 단위로 수립하는 개발제한구역관리계획에 포함된 후 건교부장관의 승인을 받아야 된다.

그리고 자연환경보전지역, 농림, 준농림지역은 골프장개발이 안되므로 이 지역에 골프장을 개발할 때에는 준도시지역(시설용지지구)으로 용도지역을 변경해야 된다.

도시지역 내 골프장은 먼저 도시계획법 제24조의 관계행정기관의 장과의 협의 규정에 의거 사전환경성검토 협의를 거쳐 도시계획시설(운동장)로 결정되어야 한다.

개발제한구역 내 골프장은 “개발제한구역의 지정및관리에관한특별조치법” 제10조의 규정에 의거 개발제한구역관리계획 수립시 사전환경성검토 협의를 거친 후 도시계획법 제77조의 규정에 의한 중앙도시계획위원회의 심의를 거쳐야 한다..

준농림 및 농림지역에 골프장을 개발하고자 할 때에는 국토이용관리법 제7조 및 환경정책기본법에 의거 사전환경성검토 협의를 거쳐 준도시지역(시설용지지구)으로 용도지역이 변경되어야 한다.

그리고 골프장은 관광(단)지 내에도 개발할 수 있는데 이 경우는 먼저 관광진흥법(제47조제2항) 및 환경정책기본법에 의거 시·도의 “권역별 관광개발계획” 수립시 사전환경성검토 협의를 거쳐 골프장예정지가 포함되어야 하고 이후 관광진흥법(제50조) 및 환경정책기본법에 의거 “관광지 지정”시 또 사전환경성검토 협의 절차를 거쳐야 한다. 다만, 사전환경성검토 협의를 거쳐 준도시지역(시설용지지구)으로 이미 결정된 지역 내에 관광지를 지정하는 때에는 협의를 하지 않아도 된다.

이와 같이 골프장은 도시계획시설 결정, 개발제한구역 관리계획수립, 국토이용 계획변경, 관광단지 지정시 사전환경성검토 협의를 하고 이후 사업계획 승인시 관계부처와 또 협의를 하여야 하는데 이때에 사업계획면적이 환경영향평가 대상일 때에는 환경영향평가 협의를 하여야 한다.

가) 입지제한

(1) 대중골프장의 회원제골프장 변경제한

공사중 또는 운영중인 대중골프장 시설의 일부 또는 전부를 회원제골프장 시설로 전환하는 경우 사업계획승인을 제한한다.

(2) 자연환경보전을 위한 입지제한

골프장 지역별 총량제한 규정인 문화관광부 고시 “골프장의 입지기준”에 의하면 골프장의 면적이 시·도의 총임야면적의 5% 이내여야 하며, 문화관광부 내부 운영방침 “행정지도”에 의하면 골프장의 면적이 시·군·구의 총임야면적의 3% 이내여야

한다고 규정하고 있다. 상기 규정이 과도하다고 주장하는 경우가 있지만 지역에 따라 다르며 수도권, 특히 경기도의 경우 국내 골프장의 절반이 입지한 상태이며 6개 시·군은 3% 총량한도를 초과한 상태이므로 추가입지에 대한 문제점을 해결할 대책이 필요하다<표 2-1>.

<표 2-1> 총량한도 3%를 초과한 시·군*

시·군	용인	군포	여주	광주	하남	고양
총량한도 (%)	8.46	5.3	4.85	3.62	3.61	3.15

* 환경부 미발표 자료

한편 상수도 측면에서는 입지의 이격거리 규제나 농약성분 유출방지 그리고 오수 처리수의 방류수질규제 등으로 상수원의 수질보호에 노력하고 있다.

이러한 점에서 보면 적어도 그 지역의 상수원을 함양하고 있는 입지에는 골프장의 개발을 피하는 것이 장기적인 안목에서 지역의 보전상 최선책이라 할 수 있다. “체육시설의설치·이용에관한법률시행령” 제12조의 ‘골프장의 입지기준 및 환경보전등에 관한규정(문화관광부고시 제95-3호)’에 의거 사업계획지가 광역상수원보호구역의 상류방향으로 20km, 일반상수원의 상류방향으로 유하거리 10km 이내의 지역, 취수장(상수보호구역의 미고시 지역의 경우를 말함)의 상류방향으로 유하거리 15km이내의 지역과 그 하류방향으로 유하거리 1km이내의 지역에 위치하거나 환경정책기본법 제22조의 규정에 의한 특별대책지역 안에 위치하는 경우에는 골프장 입지를 제한하고 있다.

골프장사업계획지 내의 산림에 대한 원형보전지의 확보율이 20% 미만일 경우 입지 및 환경보전 기준에 적합하지 않다(골프장의 입지기준 및 환경보전 등에 관한 규정, 문화체육부고시 제1995-3호).

나) 부지면적 제한

문광부 체육시설설치·이용에 관한법률

- (1) 6홀미만: $6만\text{m}^2 + (3\text{홀을 초과하는 } 1\text{홀 마다 } 1만\ 3천\text{m}^2\ \text{추가})$ 이내로 제한한다.
 ※ 5홀: $6만\text{m}^2 + (2\text{홀} \times 1만\ 3천\text{m}^2) = 8만\ 6천\text{m}^2$ 이내로 부지면적을 설정해야 한다.
- (2) 6홀-9홀미만: $34만\text{m}^2 + (6\text{홀을 초과하는 } 1\text{홀마다 } 1만\ 5천\text{m}^2\ \text{추가})$ 이내로 제한한다.
- (3) 9홀-18홀미만: $50만\text{m}^2 + (9\text{홀을 초과하는 } 1\text{홀마다 } 2만\text{m}^2\ \text{추가})$ 이내로 제한한다.
- (4) 18홀이상: $108만\text{m}^2 + (18\text{홀을 초과하는 } 9\text{홀마다 } 46만\ 8천\text{m}^2\ \text{추가})$ 이내로 제한한다.
 ※ 27홀: $108만\text{m}^2 + (46만\ 8천\text{m}^2 \times 1) = 154만\ 8천\text{m}^2$ 이내로 면적을 선정해야 한다.
 ※ 36홀: $108만\text{m}^2 + (46만\ 8천\text{m}^2 \times 2) = 201만\ 6천\text{m}^2$ 이내로 부지면적을 선정해야 한다.

그리고 생태계와 관련된 법으로 보존되어야 할 생태계보전지역, 천연기념물, 조수보호구역지역 등에 대해서는 관련법의 규제사항을 준수할 필요가 있으며 골프장 입지로서 바람직하지 않다.

2) 환경적 입지제한 기준

국내의 지형여건으로 볼 때 골프장의 입지로서 산림의 면적이 70-80% 정도 포함되므로 지형·지질의 변형과 생태계의 훼손, 용수공급 및 수질에 미치는 영향 등 자연환경에 미치는 영향이 심각할 경우 입지로서 적절하지 않은 것으로 여겨진다.

지형·지질의 경우 경사 20도 이상이며 절토 및 성토가 대략 30m 이상 발생하는 것을 피할 수 없을 경우 골프장으로서 적절한 입지라고 보기 어렵다. 골프장 조성시 과도한 지형절개지가 발생되지 않고 주변과 조화되도록 사업을 계획할 수 있는 지형조건을 갖춘 곳에 입지하는 것이 적절하다고 보인다. 따라서 지형변화를 우선적으로 예측하여 이를 바탕으로 골프장에 적절한 지역인지를 결정하는 것이 우선적으로 고려되어야 할 사항이다. 사업지 내에 존재하는 계곡의 보존이 가능한지를 사전에 검토하는 것도 필요하다. 토공과정에서 안정성과 폭우시 표토의 유실에 의한 토사유출이 최근에 환경상 큰 문제로 대두되고 있다. 이는 골프장을 경사진 산비탈에 무리하

게 조성하고자 할 때에 특히 발생하는 문제이다. 또한 골프장을 조성하는 공사과정에서 부실한 공사 및 부적절한 품질관리로 인해 충분히 다짐되지 않은 채 무리하게 공사를 시행하여 배수로 등 기반 시설들이 성토체 내에서 단절되거나 파괴되면서 제 기능을 발휘하지 못함으로써 가중되기도 한다.

생태계의 경우 식생이 양호한 녹지자연도 8등급 이상에 해당하는 지역이나 생태자연도 1등급 권역인 경우, 법적보호동·식물의 개체와 군락 또는 서식지가 존재할 경우 입지에 제한을 받는다. 입지의 식생에 대한 확인이 중요하게 고려되어야 하는 이유는 첫째, 식생훼손에 따른 야생동·식물 서식지가 함께 훼손되기 때문이다. 즉 입지의 생물학적 기능과 그 환경에서 살고 있는 모든 생물들(식물군집과 그 입지에서 발견되는 야생종 포함)의 서식환경은 어떤 형태로든 변화된다. 특이한 서식환경에서만 서식하는 종들이 있을 경우 식생이 사라지므로 그들도 함께 사라진다. 둘째, 식생의 선정은 야생종 관리에 영향을 줄 뿐아니라 완성된 코스의 경제적 유지, 농약사용에 관계된 환경적 이슈, 그리고 물 보존에 영향을 주기도 한다. 셋째, 이미 자연 서식지의 일부인 식생의 원형보존 면적을 늘리고, 유지하는 것은 환경적 및 경제적 측면 모두에서 유리하다. 그러한 원형보존지역에서는 사업부지에서 존재하는 야생종들이 지속적으로 유지될 수 있고, 자연식생을 유지하므로 관리비가 적게 든다.

수리·수문과 수질의 경우 용수공급 및 청정수계에 악영향을 미칠 경우 입지에 제한을 받는다. 토지이용 및 위락경관의 경우 토지이용계획상 골프장의 입지가 제한된 경우, 경관이 극히 수려할 경우에는 입지로서 적절하지 않다.

제3장 골프장의 환경영향

1. 골프장 조성에 따른 환경영향

가. 평가서 분석 사례

골프장 조성시 환경영향을 분석하기 위해 5개 기 협의된 사업의 환경영향평가서(3차 보완서가 제출된 사업) 보완의견을 분석하였다. <표 3-1>에서 나타난 바와 같이 각 항목별 세부내용이 보완이 진행되는 과정에서 의견이 반영되었거나 3차 보완서가 작성되는 원인이 되기도 하여 세부내용과 같은 영향을 중심으로 골프장 조성에 따른 문제점을 파악할 수 있다.

<표 3-1> 협의된 골프장 사업의 환경영향평가서 보완검토의견 분석*

항목	세부내용	1	1	2	2	3	1	4	1	5	1
지형지질	현황조사	○		○		○		○		○	○
	사면발생(절성토고) 최소화			○	◎	○		○	◎	○	◎
	사면안정대책	○		○				○			
동식물	현황조사	○	◎	○	◎	○	◎	○		○	◎
	양호한 수림 보존(녹지8등급 등)			○	◎		◎	○			
	훼손수목의 최소화(이식 등)	○		○	○	○		○		○	◎
	보호수의 보호대책					○	◎				
	보호동물의 보호대책	○	◎		◎						
	생태축(통로) 보존대책					○	◎				
	서식지훼손 최소화		◎				◎				
	담수생태계 영향 저감대책					○	◎				
해양환경	해양생태계 조사	○									
수리수문	저류지(재해방지용, 재활용) 계획					○	◎	○			◎
	홍수시 유출증가로 인한 영향					○		○			◎
	지하수 공급계획 및 영향예측	○	◎			○		○	◎	○	◎
	수용하천 및 주변지역에 영향					○	◎				
	용수공급계획					○	◎		◎		◎

<표 3-1> 계속

항목	세부내용	1	1-1	2	2-1	3	3-1	4	4-1	5	5-1
토지이용	친환경적 포장재료					○	◎				
대기질	공사시 영향 저감대책	○		○		○		○		○	
수질	지표수 수질현황									○	
	토사농도, 오수발생량 등							○	◎		
	비료, 농약 사용량 추정	○		○		○	◎	○		○	
	비료, 농약의 영향 저감방안			○		○	◎	○		○	◎
	토사유출 저감대책	○				○	◎				
폐기물	폐기물처리대책	○		○				○			
	운영시 폐기물처리대책	○	◎	○				○		○	
소음진동	공사시 영향예측 및 저감방안	○		○	◎	○		○			
	이용시 영향예측 및 저감방안										
위락경관	스카이라인 훼손여부					○	◎				
	경관영향 저감대책(복구계획 등)	○	◎	○	◎			○	◎	○	◎
인구주거	주변 마을에 미치는 영향									○	
계		4	6	3	6	9	1	7	5	2	6

* 5개 사업을 1과 1-1 ~ 5와 5-1로 구분하였음. 즉 1과 1-1은 같은 사업임.

○: 1차 보완검토의견, ◎: 2차 보완검토의견, ◎: 3차 보완검토의견

■: 협의의견

<표 3-1>에서 제시된 총 보완의견 수는 127개였으며, 항목별로 1차보완의견이 제시된 총 횟수는 동·식물 37(29%), 수리·수문 19(15%), 수질 18(14%), 지형·지질 18(14%), 위락·경관 12(9%), 폐기물 9(7%), 대기질 5(4%), 소음·진동 5(4%), 토지이용 2(2%), 인구·주거 및 해양환경이 각 1개(0.8%)의 의견이 제시되었다.

2차보완의견이 제시된 항목별 횟수는 동·식물 14(39%), 수리·수문 6(17%), 수질 5(14%), 위락·경관 5(14%), 지형·지질 3(8%), 토지이용, 폐기물, 소음·진동에서 각 1회씩(3%) 제시되었다.

3차보완의견이 제시된 항목별 횟수는 동·식물 11(65%), 지형·지질 2(12%), 위락·경관 2(12%), 수리·수문과 폐기물에서 각각 1회씩(6%) 제시되었다. 협의의견에서 제시된 사후환경영향조사계획에 관한 의견은 세부내용(토양, 대기질 등)에서 제외

하였으나 협의의견으로 제시된 항목별 횡수는 수리·수문이 7개로 가장 많았으며 동·식물 3, 지형·지질 2, 대기질 2, 위락·경관 1의 순서였다.

분석결과에서와 같이 동·식물상 항목의 의견 반영율이 가장 낮았으며 골프장 조성을 위한 환경영향평가가 가장 많은 문제점을 지니고 있다고 추론할 수 있다. 반면 보완의견에서 상대적으로 문제가 많이 지적되었던 수리·수문, 수질, 지형·지질 항목은 2차보완 및 3차보완으로 갈수록 의견제시의 빈도가 낮았다. 이것은 환경영향평가서 의견이 제대로 반영되어 대책의 수립이 적절하였거나 수리·수문과 같이 협의의견으로 제시된 경우도 있을 것이다.

결론적으로 골프장 조성시 환경에 영향을 가장 많이 주는 요인(중점항목)이 생태계와 수리·수문, 수질, 지형·지질, 위락·경관이라고 말할 수 있다.

나. 골프장 입지선정 및 조성시 고려할 사항

골프장 조성시 환경측면에서 고려할 사항은 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 골프장 조성시 환경측면에서 고려할 중점 사항

항목	고려할 사항
지형·지질	사면발생(절·성토고)이 30m가 넘지 않도록 조정
	사면안정하도록 구배를 완만히 유지(1:1.8 정도)
동·식물	양호한 수림 보존(녹지자연도 8등급의 훼손 등), 코스간도 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)

<표 3-2> 계속

항목	고려할 사항
수리·수문	저류지(재해방지용, 재활용) 계획, 재해방지용 저류지에는 오염물질이 유입되지 않도록 설계한다.
	홍수시 유출증가로 하류 하천에 영향이 없도록 한다
	지하수 영향조사를 반드시 수행하고, 용수공급에 차질이 없도록 계획을 수립한다.
	수용하천 및 주변지역에 영향, 지하수 사용으로 인하여 하천이나 주변지역의 수계에 영향이 없도록 한다.
	용수공급계획(농업용수 등 골프장 하류에 용수공급이 되도록 유지용수 공급계획을 사전에 수립하고 설계에 반영한다)
수질	비료, 농약, 오수발생의 영향 저감방안
	토사유출 저감대책
위락·경관	스카이라인 훼손여부 및 대책(훼손시 지반고를 낮춘다)
	경관영향 저감대책(복구계획 등), 조망점에서 경관영향이 발생하지 않도록 차폐수립 식재, 훼손지역 변경 등을 계획에 반영

<표 3-2>와 같은 환경을 고려한 내용들이 설계시 혹은 시공시 반영될 수 있는지 검토하고 불가피한 상황이 아닐 경우 환경친화적인 골프장을 조성하기 위해서 적극적으로 반영하는 것이 바람직할 것이다.

2. 골프장 시공시 또는 시공 직후 환경영향

가. 골프장 시공 후 환경변화

환경영향평가 협의 후 골프장 조성공사가 시작된다. 설계도면과 환경영향평가 협의내용, 공종별 시공계획에 따라 벌목과 토공, 사면안정, 배수공사, 코스공사가 진행된다. 벌목으로 인하여 보존지역을 제외한 식생의 훼손, 그리고 식생의 훼손에 따라 동물의 서식지가 훼손되며 기존 토양이 제거되거나 묻히게 된다. 한편 대규모 절성토에 의하여 기존 지형은 보존지역을 제외하고 대부분 변형된다<그림 3-1, 3-2>. 지형의 경사가 급하면 급하면 급할수록 많은 부지면적이 필요하고 경사가 완만하면 상대적

으로 적은 부지면적이 필요하게 된다. 실제 골프코스 부지는 18홀 기준으로 약 30만 m² 정도 필요하고 그 외에는 경사도에 따라 법면이 많은 면적을 차지한다. 따라서 경사가 급한 지역에 골프장을 조성할 경우 토공량이 많아지게 되며 현행 골프장 면적규제 조항(18홀에 108만 m²미만)은 토공량을 줄이는 걸림돌로 작용할 수 있다. 골프장별 부지면적과 경사도에 따른 개발면적과 보존면적을 비교한 자료<표 3-3>를 보면 경사가 완만할수록 부지면적에 비해 개발면적이 줄어들고 보존면적이 증가하는 예를 볼 수 있다. 따라서 가능한 지형조건이 완만한 곳을 입지로 선정하고, 토공량을 최소화하여 지형과 조화를 이루는 코스를 조성하는 노력이 필요하다.

<표 3-3> 경사도에 따른 골프장별 개발면적과 보존면적의 비교(단위 m²)*

골프장명	홀수	부지면적	개발면적	보전면적(보전율)	경사도
대둔산	18	1,025,161	693,638	331,523(32.3%)	1 : 2
정안	18	723,870	575,801	148,069(20.5%)	1 : 3
경포	18	818,887	579,564	239,323(29.2%)	1 : 3
비전힐스	18	980,000	753,764	226,236(23.1%)	1 : 2
남촌	18	1,079,690	654,914	424,776(39.3%)	1 : 2.5
마우나오션	18	895,628	697,481	198,147(22.1%)	1 : 2
강남	18	830,063	685,815	144,248(17.4%)	1 : 2
탐라	27	1,178,458	602,500	575,958(49.0%)	1 : 5
A/G	27	1,532,000	814,042	717,958(47.0%)	1 : 4

* 김명길(2000)

공사시 조망되는 경관은 심각하지만 일단 공사가 진행되어 잔디가 조성되고 이식된 수목의 수림이 형성되면 영향이 줄어든다. 그러나 인위적인 경관을 위주로 조성하기 보다 원래 입지의 자연경관을 최대한 살리면서 조성하는 것이 골프코스과 환경의 조화측면에서 바람직하다.

공사시 및 공사 후 가장 문제가 발생하는 부분은 계곡수의 유지와 용수공급문제, 그리고 수질의 유지관리 문제이다. 기존에 조성된 대부분의 골프장이 계곡의 위요된 지역을 포함하며 계곡의 물을 pond로 유입하여 사용하였듯이 현재 시공되는 골프장

도 주로 산지의 계곡 하천을 포함하고 있다. 벌목과 토공사 유출된 표토의 토사가 저류지에 모였다가 우기시 월류하여 하천으로 유출될 수 있다. 특히 장마철이나 폭우시에는 하류 하천으로 탁수가 유출되어 민원이 야기되기도 한다.

이전에는 골프장 상류 계곡에서 흐르는 우수가 별도 관거로 bypass되는 것이 아니고 골프장 내의 pond로 통과하거나 pond의 물과 합해져서 재활용 저수지로 유입되거나, 또는 우기시 pond에서 월류하여 하류 하천을 직접 오염시키거나 측구 등을 통하여 외부로 유출될 수 있는 잠재적인 가능성을 가지고 있었다. 하류 하천으로 유입되는 물에 농약, 비료, 오염물질 등을 함유할 경우 하천의 생태계에 지속적이며 누적적인 영향을 줄 수 있다. 현재는 계곡수를 pond와 계곡하류 양쪽으로 유출되도록 배수관거를 묻어 조작이 가능하도록 시공한다. 건기에는 pond쪽으로 계곡수를 집수하여 재활용하고, 장마시나 폭우시에는 하류로 연결된 관거로 계곡수를 유도하거나 pond가 만수위가 되면 월류한 물이 하류로 빠져 나가게 조작할 수 있도록 하고 있다. 이러한 과정에서 골프장의 오염물질이 하류로 유출될 가능성이 있으나 현재 까지 농약의 유출에 대한 문제가 실험적으로 제기되었거나 환경에 심각한 영향을 준 예는 조사된 적이 없다. 수량이 많고 유속이 빠른 장마기에 미량의 성분이 유출될지라도 희석되거나 씻겨져 없어지므로 오염물질의 성분이 발견되기 어려울 수 있다.

<그림 3-1> 골프장 건설로 변화된 경관



홀 인근의 변형된 지형(대절토)

계곡지역의 변형된 지형 및 경관

<그림 3-2> 골프장 건설 전·후의 변화된 모습



* 위 그림은 골프장 건설 전의 모습, 아래 그림은 골프장 건설 후 모습

한편 골프장 건설로 인하여 기존의 자연 생태계는 없어졌지만 넓은 지역에 조성된 잔디와 녹지의 조경으로 인하여 새롭게 창출된 경관이 조성된다. 계곡 상류부는 사람의 접근이 어려워 자연 그대로 보존된 상태를 유지하고 있기 때문에 골프장의 조성으로 인하여 생태계가 원형보존 되는데 기여하기도 한다. <그림 3-1> 좌측의 경우 식생이 양호한 능선 사면이 절토되어 기존의 식생이 벌목된 상태로 노출되어 있으며, 대 절토사면(약 30m)이 발생하여 경관상 영향이 발생한 지역이며, 우측은 기존 계곡이 매립되고 골프코스가 조성되면서 계곡이었던 곳에 인공의 pond 만들어진 그림으로 실제 계곡의 생태계는 없어졌다. 따라서 골프장 내에 야생동식물을 위한 대체서식지를 조성하는 방안은 크게 바람직하지 못하다.

골프장 건설시 지형변화와 식생의 훼손은 상당히 심하다. 골프장 건설전과 후를 비교해 본 결과<그림 3-2> 기존의 지형은 절·성토로 인하여 크게 변화된 상태이며 규모도 30m 이상 되는 곳도 있다(현장확인결과). 급경사를 이루고 있는 계곡의 형태는 성토로 인하여 변화되었으며 계곡의 생태계는 원형보존이 거의 불가능하므로 일부 식생만 존치되는 등 코스의 조성으로 인하여 자연환경은 완전히 사라졌다. 따라서 골프장 조성시 자연환경에 대한 영향의 심각성 정도와 보존여부는 입지선정 단계에서 신중히 검토할 필요가 있다.

나. 평가서의 저감대책 이행 여부

<표 3-4, 3-5>는 환경영향평가서 협의내용이 시공시 잘 반영되었는지 여부를 확인하고 골프장 건설시 문제점을 파악하고자 골프장 조성 직후의 현장에서 확인한 내용을 정리한 것이다. 사례1<표 3-4>의 경우 대부분의 항목별 협의의견과 저감대책이 전반적으로 잘 반영되었으나 수리·수문과 수질의 경우 배수관로 등을 확인할 수 없었지만 현장의 상황은 골프코스로부터 집수된 오염물질이 외부로 유출되거나, 하류 하천과 연결된 재활용 저수지로 유입되는 것을 확인하였다(토사가 배수관로를 통하여 유출됨). 골프장 조성시 흔하게 관찰되는 산화물이 성토지역 등으로부터 계속 분출되고 있었으며 기존의 수계를 막아 물의 흐름을 돌려 놓은 경우도 있었다. 이러한 산화

물이 하천으로 유출될 경우 저서성대형무척추동물의 서식을 심각하게 훼손하는 경향이 있다. 물이 흐르는 관거는 대부분이 콘크리트나 석축으로 포장되어 있었으며 하류 하천은 호안이 석축으로 정비되어 기존의 자연성이 심각하게 훼손되었다.

사례2<표 3-5>의 경우 협의내용이 미이행된 예가 있었으며 사례1처럼 저류지의 재해방지용과 재활용의 역할이 모호하였다. 특히 재해방지용 저류지가 없으므로 pond는 재활용 역할만 담당하고 폭우시 또는 장마시에는 계곡수가 1.5m 관거를 통하여 하류로 bypass되게 하였다. 이러한 시스템에서는 골프장으로부터 오염물질이 pond를 통하여 월류하여 하류로 유출될 수 있는 가능성을 배제하지 못할 것으로 생각된다.

골프장 건설시 큰 문제 중의 하나는 벌목후 잔디가 식재되기전 또는 잔디 식재 후 활착되기전 예측하지 못한 폭우나 장마비로 인하여 법면에 sliding이나 침식이 일어나는 것인데, 대량의 토사가 유출되고 하천이 심각하게 오염된다. 이로 인하여 하천생태계가 교란되며 하류에 영향을 미쳐 주민들이 민원을 제기할 수도 있다. 케릴라성 폭우시에는 불가피한 상황일 수 있으나 표토가 유실되지 않도록 공사(공정)시기를 조정하거나 저감대책을 철저히 수립할 경우 영향을 최소화할 수 있을 것이다.

한편 사례 1의 경우 원 지형이 급경사인 사면에 대해서는 법면 조성이 어려우므로 계곡부를 매립하여(약 50m) 법면의 경사를 완화하였다. 따라서 계곡부를 보존하는 것은 급경사 지역에서는 옹벽 등을 이용하지 않는 이상 거의 불가능할 수 있다. 본 사례에서도 원형보존하기로 계획된 계곡부의 수로는 이러한 사유로 인하여 매립되었으나 계곡부의 식생이 양호한 지역은 보존되었다. 다른 문제는 최종 방류구가 보통 계곡의 하천으로 향하여 설치되는데 계곡이 깊을 경우 경계지역에 고성토가 발생할 수밖에 없다. 이것은 주변의 생태계와 조화를 이루지 못하며 골프장 조성 후 어느 정도 기간 동안 법면으로부터 토사의 유출과 산화물의 발생 등으로 인하여 수계에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이와 같이 급경사 지역에서 골프장을 건설할 경우 지형변화가 심각하며 능선과 계곡의 원 지형은 완전히 개변된다고 볼 수 있다. 이러한 지형과 생태적인 측면을 최대한 살리면서 골프장을 조성할 수 있도록 국내에서 적용할 수 있는 설계나 시공기술의 개발이 필요하다.

상기에서 보듯이 골프장 시공시 가장 어려운 점은 환경영향평가 서류상의 협의내

용이 실제 시공시에는 적용할 수 없는 경우가 많다는 것이다. 설계시와 공사시 지형이 실제로 틀리는 경우가 많다. 예를 들면 설계에 원형보존녹지로 지정된 지역인데 보존할 경우 코스가 기형으로 나와 코스의 형태를 맞추기 어려울 경우 보존지역이 코스로 편입되어야 하는 경우가 있다. 그럴 때 다른 지역에 대체 보존지역을 설정할 수 있는 방안이 마련될 필요가 있다. 또한 산악지역에 골프장이 조성될 경우 불가피한 고도 차 때문에 옹벽이 생기는 경우가 있고, 그런 지역이 녹지자연도 8등급의 양호한 식생이 분포하는 지역일 경우 이용의 가능성을 면밀히 검토할 필요가 있다. 보존할 가치가 있는 지역이 사업지 내에 분포할 경우 절대보존이 필요한 core지역과 변경 가능한 지역을 선정하여 실제 작업 하에서 변경 가능한 지역은 설계변경이 가능하도록 하는 방안이 있을 수 있고 무엇보다도 골프장 설계시 철저한 현장조사를 통하여 코스 조성시 반영할 수 있는 보존지역을 명확히 정해 줄 필요가 있다.

<표 3-4> 골프장 사업 협의내용에 대한 현장확인 체크리스트*(사례 1)

항목	세부항목	협의를 조건 또는 저감대책	확인사항
지형지질	지형변화	배수지 상부, 14번홀 285m 이상지역 원형보존	원형보존 됨
		배수지 사면(285-255): 약 30m	사면 조종됨
	사면안정	절토구간: 구배 완만히 처리, 측구설치	확인
		성토구간: 구배 완만히(1:1.8), 측구, 식생공	확인
	지하수	절토시 지하침투 방지 차수막, 맹암거설치	확인
비옥토	양질표토확보, 적치후 조경용 식재토 사용	확인	
동식물	식물보호	이식: 총 훼손수목: 67,640주, 이식량: 2,974주(소나무: 1243주, 상수리나무: 1108주, 굴참나무: 255주, 신갈나무 164주, 물박달나무: 141주, 졸참나무: 58주, 물오리나무: 5주)	평가서의 내용과 달리 소나무의 이식이 많고, 참나무는 적었음(정확한 숫자 미확인)
		골프코스간 수림보존	일부 조정됨
		양호한 식생 원형보존	보존됨
	동물보호	보호수 보호대책(수관폭 만큼 30m 이격)	폭 20-30m(영향없음) 수관폭 보다 더 이격
		주 능선부 생태축 연결 보존(A, B, C, D) 양서파충류 서식지 보전	보존(특히 A지점이 보존됨) 서식지 미완성(비효과적으로 판단됨)
담수생태	담수생태계 영향저감(자연수로-개수로, 생태수로-흡관, 수로박스 설치)	문제 있음	
	생태계 보전: 수로, 인공폭포, 웅덩이, 체크댐	생태계 보전이 불가능	
수리수문	저류지	저류지 설치(재해방지용-홍수조절-농약비료 없음; 재활용-초기우수 집수용-하류 유출 안됨)	재해방지용 저수지의 역할 의문(저수지에 탁수 등 오염물 유입)
	농업용수	운영시 농업용수 부족시 추가 용수 공급계획	지하수로 공급계획
		사면보호공, 사면배수공 설치	설치(배수체계모호)

* 골프장 면적: 93만 m² (3차보완 후 협의된 사업임)

<표 3-4> (사례 1)계속

항목	세부항목	협의시 조건 또는 저감대책	확인사항
토지이용		보도부와 주차장부의 투수콘 포장계획	주차장부지는 콘크리트 벽돌
수질	운영시	자체오수처리(BOD 5mg/l 이하 처리)	BOD 3mg/l
		그린, 티 하부에 집수, 차수, 흡착시설 설치	설치되었음
		기존 수로 보존	보존 안됨
		지하수 수질감시체계 확립	미확인
		농업용수 공급용 저류지 조성	조성되었으나 토사 등이 골프장으로부터 유입되고 있었음
토양		운영시 배수구역에서 토양모니터링계획	미확인
폐기물	쓰레기	음식물쓰레기 처리용 고속퇴비화시설 설치	미확인
		기타쓰레기는 전량 위탁처리	미확인
위락경관	차폐수림	마을에서 조망되는 곳은 차폐 수림 이식	이식할 예정
	건축배치	주변경관과 조화	설계대로 배치됨
	층고	층고는 외관과 스카이라인 훼손을 고려	고려함
교통	진입도로	기존 농로를 확포장	확인
		주민 안전을 위해 진출입구 및 정지선 설치	확인
	주차장 표지판	255대분의 주차장 신설 각종 표지판 설치	확인 설치

* 골프장 면적: 93만 m² (3차보완 후 협의된 사업임)

<표 3-5> 골프장 사업 협의내용에 대한 현장확인 체크리스트*(사례 2)

항목	세부항목	협약시 조건 또는 저감대책	확인사항
지형지질	지형변화	절성토고 30m 이하 유지	성토고 30m 이상, 50m 이상
		사면안정화(평매, 수목식재)-sliding 방지	구배 완만, 맹암거, 소단, 측구, 배수로
	코스사면	웨어웨이 1:1.7, 그 이상 1:1.5	평매, 녹생토
	비육도	양질표토확보, 적치후 조경용 식재토 사용	확인
동식물	식물보호	이식수목 교목(신갈 309, 소나무 247, 산벚 138, 박달 116, 팔배 70, 졸참과 굴참 각 62, 상수리 30, 갈참 5, 물푸레 4, 자귀 4, 굴피 6) 골프코스간 수림보존 양호한 식생 원형보존	이식된 수목종은 상이하였음. 조경 계획시 변경된 듯 함 수정(총면적 증가) 보존됨
	담수생태	계곡 생태계 보존 여부	매립됨(한쪽 사면이 급경사-불가피)
수리수문	저류지	저류지 설치(재해방지용, 재활용)	재해방지용 없음(2개 pond만 존재)
	수로보존	사업지구내 계곡 수로보존(개수로 428m, 관설치 450m) 보존면적 76462)	보존 안됨(pond 면적 등 변형)
		용수공급계획	계곡수의 bypass
수질	재활용	농약 및 비료유출 방지대책(pond 내로 차집되는 초기 우수는 재활용)	확인
	오염방지	개수로 구간에 비료 농약성분이 유입되지 않도록 방안 마련	개수로 없음(매립과 맨홀 설치)
		그린, 티 하부에 집수, 차수, 흡착 시설 설치, 그린, 티, 저류조, 병커 하부에 맹암거 설치	미 확인 (맹암거 설치됨)
저류조	저류조 설치(토사유출 저감대책)3 번홀 주계곡 보존지역 상류측 1개소, 5,6번홀 사이 1개소	확인(형태와 면적 변경)	
폐기물	쓰레기	이용시 가연성 폐기물 처리대책(자체소각할 경우 법에 맞는 증설 필요)	증설계획

* 골프장 면적: 43만 m² (2차보완 후 협의된 사업임)

3. 골프장 운영시 환경영향

가. 잔디관리(병·해충·잡초관리)의 문제점

골프장에서 가장 중요한 일 중에 하나는 잔디를 포함한 골프장내 식물들을 관리하는 것이다. 특히 골프코스의 그린과 티, 웨어웨이의 잔디 관리는 골프장의 생명이라고도 볼 수 있다. 잔디를 포함한 식물을 관리하는 방법은 여러 가지일 수 있지만 농약과 비료 등 화학물질의 사용이 가장 효과적이기 때문에 농약과 비료 사용의 의존도가 높다. 때문에 농약관리 및 농약잔류량 검사방법 등을 법으로 규정하여 골프장에서의 농약 오·남용을 철저히 규제하고 있다. 최근에는 비료와 오수 등도 재활용을 위한 처리과정에서 대부분 제거되므로 검사과정에서 이렇다 할 문제는 없는 것으로 알려져 있다. 하지만 기 운영되고 있는 골프장에서 방류된 물에 의한 하천생태계의 변화는 간과할 수 없다. 유기물이 축적된다든지 생물상이나 군집이 변화된다든지 하는 영향이 있다. 그것이 농약의 문제인지, 유기물의 영향인지, 여타 오수에 의한 영향인지는 밝혀질 필요가 있을 것이다.

골프장에서 농약잔류 검사결과를 보면 토양 중에 잔류하는 농약성분이 검출되지만 표본 수에 비해 검출건수는 매우 적은 것으로 알려져 있고 검출량의 대부분이 해당 농약의 농작물 중 농약잔류허용기준 보다 적다고 한다(한국잔디연구소, 2001)

골프장에서 사용하는 농약의 미립자들은 일반적으로 양성 전극을 띠고 있고 음성 전극을 갖는 토양입자와 결합하여 지하수로 이동하지 못한다. 특히 골프장은 흡착성이 강한 물질로 그린이나 티 하부에 대취층으로 설치되기 때문에 직접적으로 지하로 침투할 확률은 적을 것이다. 지자체의 보건환경연구원과 민간인의 조사결과(3개 골프장)와 지방환경관리청에 의한 조사결과(34개 골프장)를 보면 골프장 유출수와 최종 방류수에서 농약성분이 검출되지 않았다고 한다<표 3-6>.

한편 2001년도 환경부의 자료<표 3-7>에 의하면 골프장 수, 농약사용 품목 수, 총 농약 사용량은 전년도에 비해 증가하였으나 골프장의 단위 면적(ha)당 농약사용량은 전년 12.3kg에서 11.7kg으로 감소 추세를 보였다. 골프장 농약잔류량 조사결과<표 3-8>에서는 농약잔류성분은 92개 골프장에서 13개품목이 잔디·토양에서 검출되었

으나, 유출수에서는 검출된 곳이 없었다.

골프장을 오랫동안 사용할 경우 잔디의 병충해에 대한 저항성이 약해질 수 있다. 현재 다양한 농약이 고시되어 사용되고 있으므로 골프장에서 사용하는 농약이 다양할수록 잔류되어 검출되는 품목도 많아질 것이다. 향후 생물농약 등이 개발되어 사용될 경우 농약사용량이 감소할 것이며 잔류성분도 감소할 것이다. 그러나 맹독성의 농약이나 잔류기간이 긴 농약의 사용은 규제될 필요가 있다. 현재까지 조사에서 농약이 유출수에서 검출된 사례는 없었다. 골프장 유역에 대한 농약분석 조사결과에서도 농약이 검출되기는 하였지만 골프장에서 사용되는 농약이 아니었다(환경처, 1990). 이는 개스크로마토그램을 사용하는 조사분석상 오류일 수 있고 주변 농경지나 과수원에서 사용하는 농약이 오염되었을 가능성도 있다. 또한 농약이 잔디에 잔류하고 있지만 토양층에 흡수되거나 반감기가 지났거나 자연상태에서 분해되어 없어질 수 있다. 그러나 농약의 검출방법이나 분석에서 농약이 검출된 사례가 없다는 것은 전혀 없다고 보다 무시할 정도의 량(N/D)으로 표시하는 것이 옳으며 수중 화학물질의 검출을 보다 개관적으로 평가할 필요가 있다. 실제 물 시료의 검출한계 농도가 있으며 시료분석시 농약의 사용 여부에 관계없이 이들이 검출된다. 실제 농약 성분 검출골프장으로부터 화학물질이 유출되어 하천의 하류를 오염시킨다는 염려는 상기 자료에 의하면 기우일 수 있다. 그러나 미량의 화학물질이지만 오랜 시간 동안 지속적인 영향을 준다면 생태계를 변화시킬 수도 있을 것이다. 골프장 유출수의 영향을 받고 있는 지역에서는 지렁이류, 거머리류, 파리류가 높은 밀도를 보이며, 오염에 강한 종들이 출현하고 있는데 이는 골프장 유출수가 수질을 오염시키기 때문이라는 보고도 있다(환경처, 1990). 실제 저서성대형무척추동물의 조사자료의 분석을 통하여 경향을 예측할 수 있으며 상세한 추가 조사(예, 생존에 대한 영향조사, 담수동물에 농약이 축적되어 있는지 분석)를 통하여 보다 정확한 자료를 제시할 수도 있을 것이다.

<표 3-6> 농약의 유출 및 잔류량 조사*

조사기관	한국		일본
	제주도 환경위생담당관실	7개 지방환경청	환경청 후생성
조사기간	'90. 6 ~ '91. 5	'95. 3 ~ '95. 9	'90. 5 ~ '91. 3
조사지역	제주도 3개 골프장과 주변지역	34개 골프장 최종 방류수	1,455개 골프장의 배출수와 수돗물
조사농약품목수	9개	9개	21개
결과	농약이 전혀 검출 안됨	농약이 전혀 검출 안됨	농약이 전혀 검출 안됨

* 「한국잔디연구소 2000」 표를 수정

<표 3-7> 2001 골프장 농약사용량*

구 분	2001	2000	비교(2001/2000)
대 상 골 프 장 수	161	149	12개소 증가
총 면 적(천ha)	16.7	15.5	1.2천ha 증가
사용농약 품목수	140	121	19개 품목 증가
총 사 용 량 (톤)	196	190	6톤 증가
ha당 사용량(실물량kg)	11.7	12.3	0.6kg 감소

*자료: 환경부

<표 3-8> 2001 골프장 농약잔류량*

구 분	농약잔류량 검출 골프장수 및 농약품목수			
	2001년		2000년	
	골프장수	농약품목수	골프장수	농약품목수
토양, 잔디	92	13	20	5
유 출 수	-	-	-	-

- ※ 1. 농약잔류량 검출 골프장수가 급증한 것은 종전에는 평균 16품목을 검사하였으나 2001년에는 최소한 20개 품목 이상을 검사하도록 의무화하였기 때문임
- 2. 고독성 농약은 엔도셀판(나방, 굽벱이 구제)이며, 이는 잔디에 배토시 인근 고추밭이나 담배 밭의 흙을 사용한 것으로 추정. *자료: 환경부

골프장의 잔디관리 및 식물의 관리는 자연적인 상태가 아니고 단일 품종을 재배하고 관리하는 인위적인 시스템이므로 자연생태계의 다양성을 향한 에너지에 위배된다. 따라서 골프장의 monoculture를 유지하기 위하여 농약과 비료 등 화학물질의 사용은 필수적이다. 그렇지만 환경의 오염을 고려할 때 화학물질의 사용을 저감하는 것이 바람직하다. 잔디를 관리하기 위하여 농약으로 병해충을 방제하더라도 정확한 예찰을 통하여 적기에 방제하므로 농약의 사용을 최소화할 필요가 있으며, 제초제를 사용하기 보다 인력으로 제거하는 방법을 사용하고, 맹독성 농약이나 반감기가 긴 농약을 사용하는 대신 저독성과 반감기가 짧은 농약을 선정하여 사용할 필요가 있다. 최근에 생물농약이 개발 중에 있으므로 미생물 농약의 사용도 긍정적으로 검토할 필요가 있다. 완벽한 방제는 불가능하다. 농약이 남용될 경우 저항성인 미생물의 출현 등 생태계에 또 다른 변화를 유도할 수 있을 지도 모른다. 골프장의 적절한 유지와 환경의 보호는 서로가 공존할 수 있는 복합적인 방안 즉 IPM(Integrated Pest Management) 차원에서 이루어져야 할 것이다.

나. 물관리(수리·수문, 수질)의 문제점

1) 수환경의 영향

과거 10년 전만 하더라도 골프장에서의 가장 큰 환경문제는 농약 및 비료 성분의 유출로 인한 사회적인 문제였었다. 그러나 1987년부터 환경영향평가를 실시한 후, 지금까지 현지에서의 문제는 농약 및 비료 성분보다는 공사시 대규모 토사유출과 그로 인한 영향(탁수, 농경지 침수 등), 주변 지하수 사용처의 수량 감소 그리고 홍수시 강우 유출량 변화가 주라고 할 수 있다.

그러나 골프장 개발에 따른 수질 항목의 평가내용은 수질차원 뿐만이 아니고 수량을 포함한 수역의 환경변화가 종합적으로 평가되어야 한다.

현재까지 작성된 평가서를 살펴보면 다음 표와 같이 현황조사 단계에서는 하천수질의 조사, 예측평가 단계에서는 오수발생량 및 오수처리수에 의한 수질영향, 농약비

료 사용량 및 농약·비료성분 유출영향 그리고 저감방안에서는 오수처리계획이나 농약·비료성분 유출저감을 위한 조정지 등에 대해서 언급하고 있다<표 3-9>.

<표 3-9> 수질 항목의 평가내용

현 황	예 측 평 가	저 감 방 안
- 수질조사 지표수, 지하수, 수량 - 수계조사 유출수역, 상수원보호구역	- 오수발생량 - 농약 및 비료성분 유출 량 - 하천수질 예측	- 오수처리 계획 및 처리 수 재활용 방안 - 농약·비료 성분 유출 저감 방안

이는 수환경에 대한 종합적이며 체계적인 평가가 이루어지지 않고 있는 실정으로 향후 지형변화에 따른 유출수역 변화, 산림개발로 인한 강우 유출량 변화 및 그에 따른 하류지역의 이수 및 치수에 미치는 영향에 대해서 심도 있게 다루어야 할 사항이다. 이는 코스 Lay Out 등의 토지이용계획 수립시부터 고려되어야 할 것이다. 즉 조정지와 같은 다목적 환경오염 저감시설에 대해서는 계획 초기 단계에서부터 설치 위치, 규모, 구조, 운영방안 등이 검토되어야 할 것이다.

일반적으로 골프장 개발은 경관, 식생 등 자연환경이 양호한 계곡의 상류 즉 수원이 풍부하고 수질이 양호한 산림지역을 대상으로 하는 경우가 많기 때문에 그 수량과 수질의 보전상 문제가 되고 있다.

최근 국내 골프장과 관련한 공사시 탁수(토사유출) 발생문제나 하류부 농경지, 도로 등의 침수 그리고 범면붕괴나 산사태 발생 등은 가시적으로 나타난 문제들이며 사회 문제화되고 있는 농약오염이나 수질오염 문제는 오염의 실태에 관한 체계적인 조사자료나 실험자료가 부족한 실정으로 앞으로 계속 검토되어야 할 대상들이다.

산림지대의 골프장 개발은 삼림의 공익적 기능을 많은 부분 상실시키고, 수계에 대해서는 강수의 표면 유출의 증가와 지하수 함양기능을 저하시킨다. 또한 골프장 조성

지역의 하천은 유량이 적은 산지의 소하천인 경우가 많아 강우 유출량의 급격한 증가로 인하여 하천범람은 물론 정상적으로 처리된 방류수 역시 하천의 수질 및 어류 기타 생물에 영향을 미칠 가능성도 배제해서는 안될 것이다.

지금까지 산림지역이었던 지역이 골프장으로 변모하는 것은 치수기능과 지하수 감소, 수질오염원 발생 등으로 보아 바람직하지 못하지만, 자연환경의 개발이라는 측면에서 보전과 개발의 절충이 필요한 것이다.

일반적으로 골프장 건설시 주변 수환경에 미치는 영향은 육지(내륙)의 경우 다음 몇가지로 요약된다.

- 강우 유출량의 증가로 하류부 수리·수문학적 관련시설들에의 영향
 - 유출량 증가로 소하천이나 수로에 부담가중 및 침수지 발생가능
 - 하천의 유황(유속, 수위) 변화로 시설물(수문, 보, 취수탑 등)에의 영향
 - 수리권 변화로 농약용 수량 감소
- 강우류출수에 오염물질(농약성분,오수 수질오염물) 포함시 수자원 피해
 - 상수도원(하천수, 지하수)의 수질오염 위협
 - 농약용수의 수질변화
- 지하수를 다량 취수시 부존량 감소로 지반침하 및 인근 지하수원 고갈
- 상기 일반적 특성들은 특히 당해 시설 지역의 수리·수문학적 특성외에도 골프장 개발시 지형(표고·경사), 사업규모, 지질변개 정도등에 따라 영향의 유·무와 정도가 달라지게 된다.

한편 상기 수환경 영향들의 예측은 강우시 유출량, 유달량, 유출수 오염농도 등이 종합 검토되어야 예측이 가능하다고 판단된다. 특히 지하수 영향예측은 지하수 보존 형태 및 부존량 그리고 지하수맥 오염경로나 오염정도 등은 기초 자료 조사가 선행되어야 한다.

2) 수환경의 영향에 대한 대책

가) 수리측면

- 상수도 : 지역주민 상수도시설 설치(신설·이전) 또는 대체

- 농업용수 : 용수 공급시설 설치 또는 대체
 - 표류수에 대하여는 수리권 신청서
 - 기타 용수에 대해서는 공급자의 승인서
 - 하천 또는 연해가 오수나 토사 등의 유입에 의해 영향을 받을 염려가 있는 경우는 해당 이해관계자와 협의
 - 골프장의 살수에 사용하는 용수는 주변 농업용수 등에 관계없는 연못, 호소 등을 유효하게 활용
 - 현재 이용되고 있는 농업용수 등에 지장이 없도록 조치
 - 골프장내 배수시설은 방류선의 배수능력, 이수의 상황 기타 상황을 감안하여 조성구역내의 하수를 유효 적절하게 배수 가능하도록 하수도, 배수로 기타의 배수 시설 또는 하천으로 접속

나) 치수측면

- 하류부 홍수피해에 대비한 조정지 설치
- 하류부 농업용수 공급용 또는 골프장내 잔디용수 공급용 저류지 설치
- 사업시행으로 우수의 유출형태가 변화하여 하류의 하천 및 수로에 새로운 부담을 줄 경우는 하천 및 수로를 신설 또는 개수
- 시행구역을 포함한 주변지역 및 하류의 토지에 침수지역이 있는 경우는 사업시행으로 인한 영향이 없도록 배수계획을 입안
- 방류선의 배수능력이 계획유량을 하회하는 경우는 하천 또는 수로의 관리자와 협의하여 일시 우수를 저류하는 조절지 또는 기타의 적절한 시설을 설치하든가 또는 지장이 없는 지점까지 개수
- 하천 및 수로의 개수가 불가할 경우는 조정지를 설치하되, 하류의 하천 및 수로의 유효능력이 년초과 확률강우량 일정분에 대하여 부족한 경우에는 부족분을 개수

다. 생태계의 문제점

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 자연스럽게 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 4장에서 조사된 바와 같이 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 3-10>는 여러 가지 환경관리전략을 통하여 골프장과 환경의 서로 다른 관점들이 해결될 수 있는 방안을 보여 주고 있다.

<표 3-10> 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, 화학물 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 서식지 관리, 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 서식지 관리

제4장 골프장이 하천생태계에 미치는 영향

1. 환경 변화와 저서성 대형무척추동물

담수생태계의 생물군집은 조류와 수생식물, 어류, 그리고 저서성 대형무척추동물 등 다양한 생물들로 구성되어 있다. 이들 생물 중에서 저서성 대형무척추동물은 담수 생태계에서 가장 높은 다양성을 유지하는 동물군으로 영양단계에 있어 중간자 역할을 수행하여 생태계내의 에너지 흐름과 물질순환에 있어 중요한 기능을 수행한다. 따라서 담수생태계의 구조와 기능을 밝히는데 근본적인 요소인 군집의 구조에 대한 연구는 의의가 매우 심대하다. 특히 수서곤충류는 종수나 개체수에서 저서성 대형무척추동물의 약 95%를 차지하는 매우 큰 분류군으로서 환경변화에 민감하고, 종류에 따라 비교적 뚜렷한 내성범위를 가지고 있어서 담수생태계의 환경을 평가하는 생물학적 그리고 생태학적 지표로서 매우 중요한 생물적 구성요소이다 (노 1999). 일반적으로 자연 생태계내의 생물군집은 소수의 종류가 다수의 개체 수를 차지하고 나머지 다양한 종류가 소수의 개체만을 포함하는 특성을 보인다. 따라서 군집수준에서의 생태계 조사는 정성적(qualitative) 그리고 정량적인(quantitative) 접근방법의 조화를 필요로 한다.

이와 같은 각종 오염의 형태에 따른 수 환경의 변화분석에 있어서 수서곤충은 여러 가지 측면에서 그 유용성 높다. 이는 다음과 같은 4가지로 정리되어 질 수 있다 (노 등 2001). 첫째, 다양한 오염원에 대한 분별적인 민감성이 높다는 점이다. 즉 종 또는 특정 분류군에 따라 민감한 오염원이 다르며 특히 오염원 유입에 따른 빠른 반응성(drift 등)을 보인다는 것이다. 둘째, 대부분의 자연적인 담수생태계(특히 유수생태계)에 다양한 종들이 풍부하게 분포하기 때문에 채집이 용이하고 보편성(universality)이 높다는 장점을 지닌다. 셋째, 대부분의 종이 이동성이 적어 지역적 환경을 잘 대변하므로 장시간에 걸친 환경 변화를 판단하기에 충분한 지표로서 역할이 가능하다는 점이다. 마지막으로 다양한 수서곤충은 군집 내에서 다른 기능을 보인다는 점이다. 즉, 수서곤충 들이 다양한 영양단계를 구성하고 있으므로 이는 특정 수계에서 나타나는 환경을 타 수계의 환경과 객관적으로 비교할 수 있게 한다는 점이다(윤과 노,

1999).

수서곤충 군집의 변화는 일련의 과정을 거쳐 나타나게 된다. 수환경의 교란이나 오염원의 유입은 개체군의 수적, 질적 변화를 야기하게 되고 이는 지역 개체군에 직접적인 영향을 미치게 되며 이는 장시간에 걸쳐 메타개체군수준에서 변화 및 반응을 유발하게 된다. 개체군 수준에서의 변화는 군집의 종조성 및 생체량, 밀도의 변화(군집의 구조적 변화)를 야기하게 되며 결국 군집 내 생물학적 상호작용에 영향을 주게 된다. 따라서 오염이나 환경의 변화에 따른 개체군 수준의 변화는 군집 수준에서의 변화의 원인이 되는 것이다. 이러한 관점에서 군집의 변화는 다분화된 스트레스의 영향 또는 오염에 대해 종합적으로 반응된 결과이며, 환경으로부터 받는 축적된 영향을 설명할 수 있는 현상으로 나타나게 되는 것이다.

국내의 수생태계는 농경지 개간, 댐 건설, 골재 채취, 하천정비공사 등과 같은 교란요인들과 인구의 집중화, 산업화, 도시화에 따른 오·폐수의 수계내 유입, 그리고 여가활동을 위한 단지(스키장이나 골프장)의 건설 및 운영에 따른 교란의 정도가 심각한 상황에 이르고 있다. 즉, 근래까지 국내 하천은 홍수나 장마를 대비한 단순하먼서도 획일적인 수로로 바뀌었고, 도로나 주차장 확보를 위해 메워져 왔으며, 인간 생활의 편의를 위해 무계획적으로 개발됨으로써 건전하고 지속가능한 생태계의 유지와는 거리가 멀었다.

하나의 골프장을 건설하기 위해서는 대부분의 경우 대단위 삼림의 파괴, 자연녹지의 훼손, 그리고 수계의 변형 등을 동반한다. 또한 잔디 및 해충의 관리를 위해 사용되는 화학물질이나 골프장의 용수는 직·간접적으로 하천에 유입되어 수생태계에 영향을 미치며, 심각한 경우 인근 지역 주민의 생활에도 중요한 변수로 작용한다. 또한 골프장내에 정화시설물과 저류지를 설치하고 이를 거쳐서 배수를 한다고 하여도 하천으로의 미치는 비점오염 부하의 영향을 절대 무시할 수 없다. 인간의 건강과 여가선용이라는 측면에서 골프장의 운영은 긍정적인 면이 존재한다. 그러나 건설에서부터 사후 관리까지 친환경적으로 올바르게 운영되지 못할 경우에는 오히려 경제적, 환경적, 심미적으로 커다란 손실을 야기한다.

본 장에서는 골프장이 위치한 유역내 수생태계의 생물상 현황을 알아보고, 골프장

이 하천생태계에 미치는 영향을 파악하고자 수행되었다. 본 내용은 향후 생태적 조건을 고려한 친환경적이고 효율적인 골프장 건설 및 관리에 이용할 수 있는 기초 자료가 될 것으로 사료된다.

2. 조사 및 분석

가. 조사기간 및 조사지점

저서성 대형무척추동물의 군집분석이나 이들을 이용한 생물모니터링은 최소한 1년을 단위로 계절별 또는 월별로 조사를 수행하는 것이 바람직하나, 우리나라처럼 여름에 강우가 집중되고 겨울에 하천이 결빙되는 기후적 조건에서는 생물들의 활동시기를 고려하여 생물상 조사를 수행하는 것이 불가피하다. 현지조사는 이러한 조건을 참작하여 2002년 10월에 수행되었다.

조사지역은 경기도 일대에 위치하는 3개의 골프장을 임의로 선택하였으며, 각 골프장을 중심으로 수계의 상·하류 지점을 선정하였다. 각 조사지점의 개황은 아래와 같다<표 4-1>.

1) 골프장A

St. 1 (상류 지점) : 골프장내 자연보전지역의 소계류이다. 제방은 자연상태를 유지하고 있으며, 식생은 갈참나무, 신갈나무, 단풍나무 등의 고목이 대부분이다. 수량이 매우 부족한 상태이며, 토사에 의한 저질 교란이 다소 있다. 하천폭은 1-4m, 저수로폭은 0.5-1m, 평균유속은 26.12cm/sec이다. 하상은 gravel이 주를 이루며 sand에서 boulder까지 다양하다. 수온은 14.0℃였다.

St. 2 (하류 지점) : 골프장에서 하류 약 100m 지점이다. 골프장 저류지에서 하류 약 40m지점까지는 콘크리트로 제방이 되어 있으나 이후는 자연상태를 유지하고 있다. 유역은 나대지로 건축물 폐자재 집하장으로 이용되고 있다. 하천 주변은 고목류와 초본류가 풍부하게 식생하고 있다. 수량은 풍부하며, 토사의 지속적인 퇴적이 발생하고 있다. 본 지점은 골프장 저류지로부터 유출되는 배출수로 유지되고 있다. 하천폭은 5-7m, 저수로폭은 1-3m, 평균유속은 50.70cm/sec이다. 수변부가 암반이며, 하상은

gravel이 주를 이루며 sand에서 cobble까지 다양하다. 수온은 18.0°C였다.

Control (대조구) : △△천(골프장 관련 하천)을 중심수계로 형성된 집수역으로 유입되는 지류로서 골프장 수계와는 독립적인 소하천이다. 수변역은 삼림으로 둘러싸여 있으며, 주변에 주택이 다소 존재한다. 상류 약 50-100m 지점의 전원주택 건설로 인한 물리적 교란을 받을 것으로 추정되나 제방은 자연상태를 유지하고 있으며, 고목류가 풍부하게 식생하고 있는 등 인위적 교란의 영향이 매우 적은 계류이다. 하천폭은 3-5m, 저수로폭은 1-3m, 평균유속은 48.24cm/sec이다. 하상은 gravel이 주를 이루며 sand에서 boulder까지 다양하다. 수온은 14.0°C였다.

2) 골프장B

St. 1 (상류 지점) : 골프장내 상류에 위치하는 곳으로, 암반구조로 된 전형적인 산간 계류이다. 식생은 자연녹지도 8등급 이상으로 매우 양호하며, 인위적 간섭을 전혀 받지 않는 곳으로 추정된다. 수량이 매우 부족한 상태이나, 여울-소의 구배가 잘 이루어져 있다. 하천폭은 4-6m, 저수로폭은 1-2m, 평균유속은 16.90cm/sec이다. 하상은 boulder가 주를 이루며 부분적으로 gravel, pebble 및 cobble로 구성되어 있다. 수온은 13.0°C였다.

St. 2 (하류 지점) : 골프장 경계로부터 하류 약 200m 지점이다. 유역은 나대지로 골프장 시설물이 소재하고 있다. 제방은 자연상태이며, 하천주변은 고목류와 초본류가 풍부하게 식생하고 있다. 수량이 풍부한 상태이다. 저질에는 유기물이 상당히 많이 퇴적되어 있으며, 토사에 의한 교란을 받는 곳이다. 하천폭은 6-10m, 저수로폭은 1-4m, 평균유속은 69.91cm/sec이다. 하상은 cobble이 주를 이루며 부분적으로 sand, gravel, 및 pebble로 구성되어 있다. 수온은 18.0°C였다.

Control (대조구) : 조사하천을 제외한 수계가 모두 건천화 상태여서 대조구를 설정할 수 없었다.

3) 골프장C

St. 1 (상류 지점) : 골프장 측면을 따라 흐르는 하천으로 골프장에서 유출되는 방류

수로 하천이 심각하게 교란 받고 있다. 하천의 투명도는 높으나 붉은 색의 침전물이 하천 바닥에 상당히 많이 퇴적되어 있으며, 도로변의 소계류로 자연상태를 유지하고 있다. 하천폭은 4-6m, 저수로폭은 1m미만, 평균유속은 24.25cm/sec이다. 하상은 boulder가 주를 이루며 부분적으로 sand, gravel, 및 cobble로 구성되어 있다. 수온은 15.0℃였다.

St. 2 (합류 지점) : St. 1과 Control이 위치한 계류가 합류하여 흐르는 하천으로 상기 지점들로부터 하류 약 500m에 위치한다. 제방은 일부구간이 석축으로 되어 있고 나머지 구간은 모두 자연상태를 유지하고 있다. 저질에 유기물이 많이 퇴적되어 있다. 하천폭은 10m, 저수로폭은 2-5m, 평균유속은 51.36cm/sec이다. 하상은 pebble이 주를 이루고 있으며 부분적으로 sand, gravel, 및 cobble로 구성되어 있다. 수온은 16.5℃였다.

Control (대조구) : St. 1과는 도로에 의해서 분리된 하천으로 자연성을 유지하고 있다. 인위적 교란은 도로 외에는 없는 것으로 추정된다. 하천의 투명도가 높다. 수량이 부족한 청정 소계류로서 수변은 자연상태를 유지하고 있다. 하천폭은 1-3m, 저수로폭은 1m미만, 평균유속은 22.02cm/sec이다. 하상은 gravel에서 boulder까지 다양하게 구성되어 있다. 수온은 15.0℃였다.

각 조사점점의 선정은 1장에서 밝힌 바와 같이 골프장이외의 타 교란요인을 배제한 곳을 대상으로 하였다. 현지조사 실험의 설계에 있어서는 대조구(control) 및 실험구(site 1과 2)의 자연적인 환경은 유사성에 기초하여 선택하였으므로 골프장의 영향을 객관적으로 평가하는데 최선의 접근방법을 사용한 것으로 사료된다. 적절한 대조구를 활용할 수 없었던 골프장B를 제외한 2곳 골프장의 대조구와 site1의 물리적 자연환경의 조건(고도, 하폭 및 저질의 조성 등)은 거의 일치함을 밝힌다.

<표 4-1> 3개 골프장 조사지점의 물리적 환경요소 비교

조사지점		고도 (m)	하폭 (m)	수폭 (m)	평균유속 (cm/sec)	수온 (℃)	하상 구성
골프장A	St. 1	143	1-4	0.5-1	26.12	14.0	sand, gravel, pebble, cobble, boulder
	St. 2	22	5-7	1-3	50.70	18.0	sand, gravel, pebble, cobble
	Control	133	3-5	1-3	48.24	14.0	sand, gravel, pebble, cobble, boulder
골프장B	St. 1	310	4-6	1-2	16.90	13.0	gravel, pebble, cobble, boulder
	St. 2	161	6-10	1-4	69.91	18.0	sand, gravel, pebble, cobble
골프장C	St. 1	323	4-6	< 1	24.25	15.0	sand, gravel, cobble, boulder
	St. 2	263	10	2-5	51.36	16.5	sand, gravel, pebble, cobble
	Control	323	1-3	< 1	22.02	15.0	gravel, pebble, cobble, boulder

나. 군집분석

저서성 대형무척추동물의 군집을 분석하기 위하여 정량조사를 통해 채집된 종의 개체수 현존량을 1 m²의 단위면적 당 확인된 개체수로 환산하여 구하였다. 수리적 분석에 사용된 4가지 지수(다양도, 종풍부도, 균등도 및 우점도지수)의 공식들은 다음과 같다.

① 다양도 지수(Diversity index)는 Margalef(1958)의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Weiner function(H')을 Lloyd & Ghelardi가 변형시킨 공식(Pielou, 1966)을 사용하였다.

$$H' = -\sum(n_i/N) \cdot \ln(n_i/N)$$

[n_i : i 종의 개체수, N : 총개체수]

② 종풍부도 지수(Species richness index)는 총개체수와 총종수에 근거한 지수로 Margalef(1958)의 지수를 사용하였다.

$$R1 = (S-1) / \ln(N)$$

[S : 총종수, N : 총개체수]

③ 균등도 지수(Evenness index)는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 지수로 Pielou(1975)의 지수를 사용하였다.

$$J' = H' / \ln(S)$$

[H' : 다양도, S : 총종수]

④ 우점도 지수(Dominance index)는 McNaughton(1970)의 지수를 사용하였다.

$$DI = (n1 + n2) / N$$

[$n1, n2$: 제1우점종, 제2우점종, N : 총개체수]

3. 결과 및 고찰

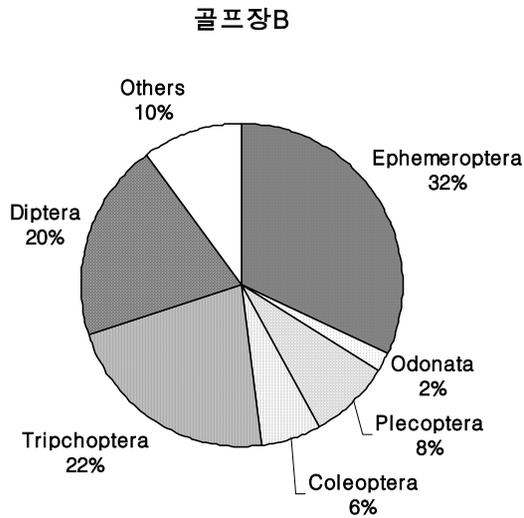
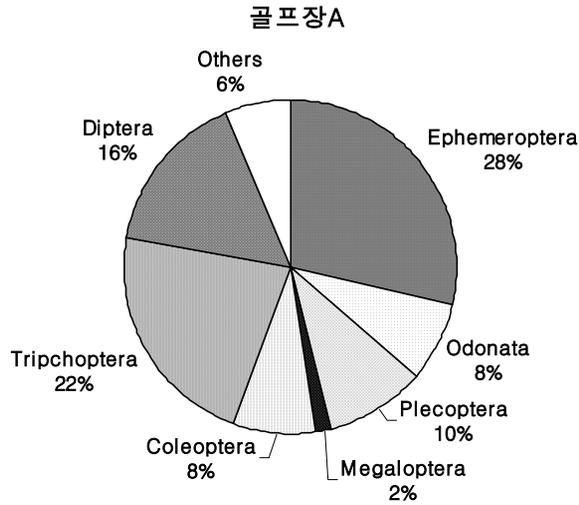
가. 출현분류군에 따른 군집의 유형

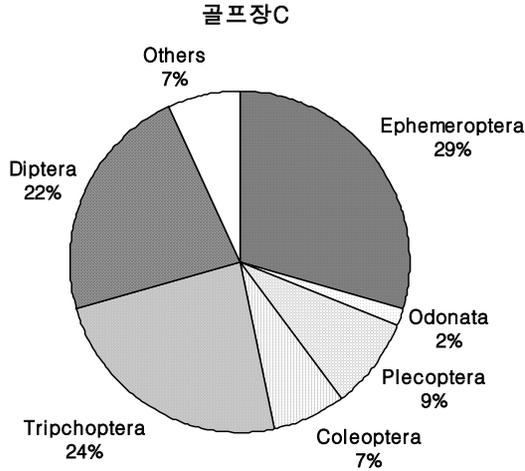
각 골프장에서 모든 조사정점을 포함하여 분석된 전체적인 지역별 종조성은 거의 유사한 것으로 판단된다<그림 4-1>. 정량조사와 정성조사를 통해 밝혀진 저서성 대형무척추동물의 총 분류군수는 골프장A가 3문 4강 11목 24과 61종, 골프장B가 4문 5강 11목 26과 50종, 그리고 골프장C가 3문 4강 10목 26과 58종이었다.

골프장A의 경우 편형동물문이 1종(1.64%), 환형동물문이 2종(3.28%), 그리고 절지동물문이 58종(95.08%)이었다. 절지동물은 갑각류 1종을 제외하고 모두 수서곤충이었으며, 하루살이목 18종, 잠자리목 3종, 강도래목 6종, 뱀잠자리목 1종, 딱정벌레목 5종, 날도래목 14종 및 파리목 10종이었다.

골프장B의 경우 편형동물문이 1종(2.00%), 환형동물문이 1종(2.00%), 연체동물문이 1종(2.00%), 그리고 절지동물문이 47종(94.00%)이었다. 절지동물은 갑각류 2종을 제외하고 모두 수서곤충이었으며, 하루살이목 16종, 잠자리목 1종, 강도래목 4종, 딱정벌

레목 3종, 날도래목 11종 및 파리목 10종이었다.





<그림 4-1> 골프장이 위치한 지역의 저서성 대형무척추동물 군집구조(상대적 종조성 비율)

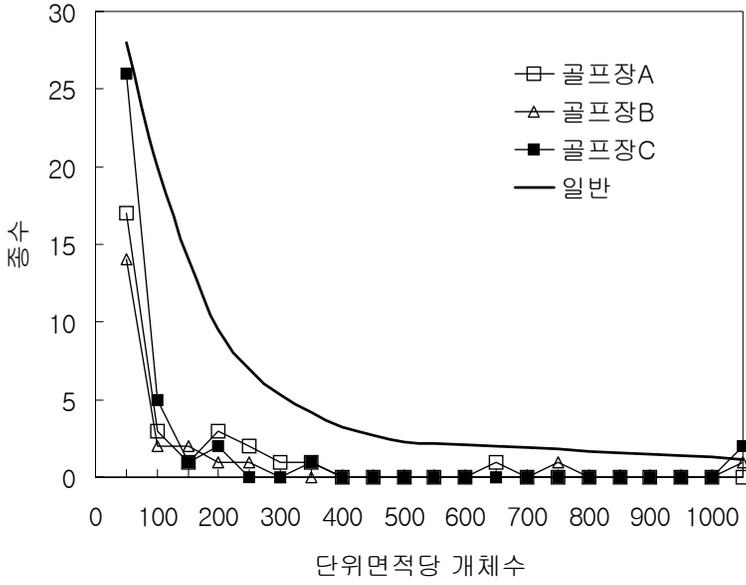
마지막으로 골프장C의 경우 편형동물문이 1종(1.73%), 환형동물문이 1종(1.73%), 그리고 절지동물문이 56종(96.54%)이었다. 절지동물은 갑각류 2종을 제외하고 모두 수서곤충이었으며, 하루살이목 17종, 잠자리목 1종, 강도래목 5종, 딱정벌레목 4종, 날도래목 14종, 및 파리목 13종이었다<그림 4-1>. 3개의 골프장 지점은 모두 수서곤충이 우세하게 서식하고 있는 것으로 확인되었다.

위와 같은 분류군의 조성비율은 골프장이 위치하고 있는 지역의 일반적인 종조성의 형태로 받아들일 수 있을 것으로 판단된다. 즉 기능이 서로 다른 분류군들이 적절한 비율로 군집을 구성하고 있어 골프장이 위치하거나 인접한 지역의 수생태계는 보편적인 군집의 구조를 이루고 있다고 평가할 수 있다.

각 조사지점별로 정량조사를 통한 개체수 현존량을 살펴보면<표 4-2>, 골프장A의 경우 전체적으로 1058.4 - 2756.3개체/m²를 보였다. 골프장B의 경우 상류 지점은 280.0개체/m²를 보인 반면, 하류 지점은 3102.4 개체/m²를 보였다. 일반적으로 상류 지점보다는 하류 지점이 하천의 규모가 점차 커짐으로써 개체수가 많아지기는 하지

만, 이곳은 하류 지점에 유기물이 많이 퇴적되어 있어서 이러한 서식처를 선호하는 소수의 종들(*Hydropsyche* KUe, *Baetis fuscatus* 등)이 풍부하게 출현한 것에 기인한다. 골프장C의 경우도 대조구 지점이 1456.0개체/m²인 반면, 합류 지점은 7358.4개체/m²로 *Chironominae* sp.1과 *Hydropsyche* KUe 등의 특정종이 우세한 개체수 현존량을 보임으로써 골프장B와 같은 현상을 나타내었다.

자연 생태계내의 안정적인 생물군집은 소수의 종이 다수의 개체수를 차지하고 다양한 종이 소수의 개체를 포함하는 특성을 보이며 이러한 종들의 개체수 변화는 연속적인 구배를 보이는 것이 일반적이다<그림 4-2>. 그러나 본 조사의 결과에서는 이러한 연속적인 구배 현상은 보이지 않으며 급격한 변화 양상을 보임으로써 3개 골프장 하류역은 인위적인 영향에 의해 교란되고 있음을 알 수 있다. 즉, 짧은 유탄거리에 비해 급증하는 유기물의 유입에 따른 수환경의 변화로 일부 종이 우세하게 서식하는 양상으로 분석되는 바, 이는 생태계의 구조적·기능적 관점에서는 부정적인 것으로 사료된다.



**<그림 4-2> 군집의 개체수와 종수의 상관성 분석에 따른
골프장 하류역의 양상**

<표 4-2> 각 조사지점의 저서성 대형무척추동물상 및 개체수
 현존량(개체수/m²)

Taxa	골프장A			골프장B		골프장C		
	St.1	St.2	Cont.	St.1	St.2	St.1	St.2	Cont.
Phylum Platyhelminthes								
Class Turbellaria								
Order Tricladida								
Family Planariidae								
<i>Phagocata</i> sp.	16.8	5.6	5.6	•	•			39.2
Phylum Annelida								
Class Oligochaeta								
Order Neoligochaeta								
Family Lumbricidae								
<i>Eisenia</i> sp.	5.6		5.6					
Order Archiologochaeta								
Family Tubificidae								
<i>Limnodrilus gotoi</i>	16.8	179.2	33.6	•	5.6			89.6
Phylum Mollusca								
Class Gastropoda								
Order Basommatophora								
Family Physidae								
<i>Physa acuta</i>					11.2			
Phylum Arthropoda								
Class Crustacea								
Order Amphipoda								
Family Gammaridae								
<i>Gammarus</i> sp.	526.4		929.6	22.4	151.2			414.4
Order Decapoda								
Family Cambaridae								
<i>Cambaroides similis</i>				•				•
Class Insecta								
Order Ephemeroptera								
Family Baetidae								
<i>Baetiella tuberculata</i>		16.8	39.2					61.6
<i>Baetis</i> KUa	39.2	56.0	•	5.6	•			11.2
<i>Baetis thermicus</i>	33.6		33.6	•				16.8
<i>Baetis fuscatus</i>	16.8	308.0	33.6	•	700.0		324.8	100.8

<표 4-2> 계속

Taxa	골프장A			골프장B		골프장C		
	St.1	St.2	Cont.	St.1	St.2	St.1	St.2	Cont.
Family Heptageniidae								
<i>Bleptus fasciatus</i>				•				
<i>Epeorus latifolium</i>		151.2			89.6		145.6	
<i>Epeorus curvatulus</i>	184.8		61.6					
<i>Ecdyonurus bajkovae</i>				5.6				
<i>Ecdyonurus dracon</i>	5.6	11.2		84.0			5.6	100.8
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	11.2	•	22.4	•				5.6
<i>Ecdyonurus levis</i>		252.0			39.2			
<i>Heptagenia kihada</i>	•			44.8				207.2
Family Leptophlebiidae								
<i>Paraleptophlebia chocolata</i>				39.2			11.2	78.4
Family Ephemeridae								
<i>Ephemera orientalis</i>		•						
<i>Ephemera strigata</i>	50.4	140.0	16.8	33.6	•		5.6	•
<i>Ephemera separigata</i>				5.6				11.2
Family Ephemerellidae								
<i>Drunella cryptomeria</i>	16.8							
<i>Drunella triacantha</i>			22.4					
<i>Drunella aculea</i>					22.4		44.8	
<i>Cincticostella levanidivae</i>		5.6					5.6	
<i>Cincticostella tshernovae</i>							89.6	
<i>Ephaceraella longicaudata</i>					44.8		16.8	
<i>Uracanthella rufa</i>		44.8					16.8	
<i>Serratella setigera</i>	16.8	•	72.8		5.6		33.6	16.8
Family Caenidae								
<i>Caenis</i> KUa		5.6						
Family Perlidae								
<i>Kiotina decorata</i>			•					
<i>Oyamia nigrbasis</i>			•					
<i>Paragnetina flavotincta</i>			•	•				
<i>Kamimuria</i> KUa			84.0				11.2	16.8

<표 4-2> 계속

Taxa	골프장A			골프장B		골프장C		
	St.1	St.2	Cont.	St.1	St.2	St.1	St.2	Cont.
Family Chloroperlidae								
<i>Sweltsa nikkoensis</i>	33.6		39.2	11.2			5.6	11.2
Order Megaloptera								
Family Corydalidae								
<i>Parachauliodes continentalis</i>		16.8						
Order Coleoptera								
Family Dytiscidae								
Order Odonata								
Family Calopterygidae								
<i>Mnais strigata</i>		•						
Family Gomphidae								
<i>Sieboldius albardae</i>		5.6						
<i>Dauidius lunatus</i>	11.2	•	39.2					11.2
<i>Anisogomphus maaki</i>				•				
Order Plecoptera								
Family Nemouridae								
<i>Nemoura tau</i>				•			11.2	112.0
<i>Nemoura</i> KUB							168	
<i>Amphinemura coreana</i>	11.2			•				28.0
<i>Neonectes natrix</i>							•	
<i>Potamonectes hostilis</i>					•			
<i>Potamonectes</i> sp.					•		•	
Family Hydrophilidae								
<i>Cercyon</i> sp.			11.2					5.6
<i>Sternolophus rufipes</i>	•							11.2
<i>Laccobius bedeli</i>		5.6						
Family Helodidae								
Helodidae sp.				•				
Family Elmidae								
Elmidae sp.	11.2							

<표 4-2> 계속

Taxa	골프장A			골프장B		골프장C		
	St.1	St.2	Cont.	St.1	St.2	St.1	St.2	Cont.
Family Psephenidae								
<i>Psephenoides</i> KUa		5.6						
Order Trichoptera								
Family Stenopsychidae								
<i>Stenopsyche griseipennis</i>					128.8		22.4	
<i>Stenopsyche bergeri</i>					28.0			
Family Philopotamidae								
<i>Dolophilodes</i> KUa	•							
<i>Wormaldia</i> KUa							5.6	
Family Psychomyiidae								
<i>Psychomyia</i> KUa		11.2						
Family Polycentropodidae								
<i>Plectrocnemia</i> KUa				•				
Family Hydropsychidae								
<i>Hydropsyche</i> KUa		39.2			95.2		16.8	
<i>Hydropsyche</i> KUb		39.2					39.2	
<i>Hydropsyche</i> KUe	5.6	604.8	•		1299		2083	
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	5.6	218.4						11.2
<i>Cheumatopsyche</i> KUa					11.2		22.4	
<i>Cheumatopsyche</i> KUb		11.2					11.2	
Family Rhyacophilidae								
<i>Rhyacophila articulata</i>								•
<i>Rhyacophila shikotsuensis</i>	16.8		11.2		11.2		5.6	
<i>Rhyacophila impar</i>							11.2	
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>		22.4						
<i>Rhyacophila brevicephala</i>	5.6				11.2		78.4	11.2
<i>Rhyacophila kuramana</i>	5.6							
Family Glossosomatidae								
<i>Glossosoma</i> KUa					240.8		11.2	
Family Brachycentridae								
<i>Micrasema</i> KUa				•				

<표 4-2> 계속

Taxa	골프장A			골프장B		골프장C		
	St.1	St.2	Cont.	St.1	St.2	St.1	St.2	Cont.
Family Limnephilidae								
<i>Apatania</i> KUa				•				
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>			•					
<i>Nothopsyche</i> KUa				•				
Family Odontoceridae								
<i>Psilotreta kisoensis</i>			•					5.6
Order Diptera								
Family Tipulidae								
<i>Tipula</i> KUa	•				•	•	22.4	50.4
<i>Tipula</i> KUb							•	
<i>Tipula</i> KUd		•						
<i>Hexatoma</i> KUa			•	•			•	28.0
<i>Hexatoma</i> KUb								5.6
<i>Antocha</i> KUa		196.0		5.6	112.0		16.8	
<i>Dicranota</i> KUa								16.8
Family Culicidae								
Culicidae sp.			•					11.2
Family Simuliidae								
Simuliidae sp.							173.6	
Family Dolichopodidae								
Dolichopodidae sp.				5.6				
Family Tabanidae								
<i>Tabanus</i> sp.					11.2		11.2	
Family Chironomidae								
Tanypodinae sp.		95.2			44.8		89.6	
Chironominae sp.1	11.2	201.6	5.6	•	33.6		3634	39.2
Chironominae sp.2		33.6		5.6				
Chironominae sp.3		11.2			5.6		44.8	5.6
Chironominae sp.4		62.7			11.2		72.8	11.2
Individual number	1058.4	2756.3	1467.2	280.0	3102.4	0	7358.4	1456.0
Species number	23	29	18	13	22	0	37	28
*Total species number	27	35	28	30	28	1	41	31

각 조사지점별로 출현종수를 살펴보면, 골프장A의 경우 상류 지점(St. 1)이 27종, 하류 지점(St. 2)이 35종, 그리고 대조구 지점이 28종이었다. 골프장B의 경우 상류 지점(St. 1)이 30종, 그리고 하류 지점(St. 2)이 28종이었다. 골프장C의 경우는 상류 지점(St. 1)에서 단 1종만이 출현하였으며, 대조구와 합류 지점(St. 2)은 각각 31종과 41종이 출현하였다. 결과적으로 골프장A와 골프장B의 경우는 유사한 출현종수를 보임으로써 전체적으로 조사지역이 비슷한 수환경을 유지하고 있다고 판단할 수 있지만, 골프장C의 경우는 상류 지점이 골프장으로 인해 매우 심각한 영향을 받고 있다고 할 수 있다.

출현 종 중에서 가재(*Cambaroides similis*), 옆새우류(*Gammarus* sp.), 강도래류 등은 매우 청정한 지점에서 출현하는 지표종으로 잘 알려져 있다. 골프장A의 경우 상류 지점과 대조구 지점에서는 옆새우류와 강도래류가 출현함으로써 고도청정지점임을 알 수가 있다. 반면에, 가장 많은 종 수를 보인 하류 지점에서는 이들 청정지점 지표종이 출현하지 않음으로써 시사하는 바가 크다 하겠다. 즉, 하류 지점은 골프장에서 배출되는 유입수의 영향을 받아 점차적으로 유기물이 퇴적되고, 이러한 환경에 적응하는 종들로 군집이 조성되는 천이양상이 일어나고 있는 것으로 추정된다. 골프장B의 경우도 상류 지점에서는 이들 청정지점 지표종들이 모두 출현을 하였지만, 하류 지점에서는 옆새우류 1종만이 출현하였다. 골프장C의 경우는 대조구 지점에서 이들 청정지점 지표종이 모두 출현하였지만, 합류 지점에서는 강도래류만이 출현을 하였고, 청정지점 지표종들이 출현할 것으로 예상되는 상류 지점은 오염에 대한 내성이 강하며 넓은 서식 범위를 가지는 각다귀류(*Tipula* KUa)만 1종 출현하였을 뿐이었다. 골프장C의 경우 대조구 지점과 상류 지점은 같은 고도와 유사한 물리적 환경임에도 불구하고 매우 대조적인 생물상을 보이고 있다. 즉, 최우선보호지점과 최우선개선요망지점이 공존하고 있는 것이다.

중 수준에서 이들의 분포양상을 비교하여 보는 것은 향후 특정 종의 생태적 지위 확보 또는 분산과 서식처 분할 등의 변화에 대한 개략적인 예측을 가능하게 한다. 만약 지금과 같은 상태로 골프장A나 골프장B의 하류 지점이 골프장 배수에 의해서 유

기물이 계속 퇴적되어 가는 상황이라면 청정지점 지표종들은 점차적으로 도태되어 사라지고 유기오염에 내성이 강한 종들이 서식하게 됨으로써 생태계가 단순화되어 갈 것으로 추정된다. 골프장C의 경우는 골프장의 유출수에 의한 교란으로 생물 서식 공간이 급격히 사라져가고 있으며, 대처 방안이 강구되지 않는 한 인근 지점이나 하류 지점까지 그 악영향이 미칠 것으로 판단된다.

나. 군집내 종 다양성

3곳의 골프장에서 분석된 결과를 토대로 볼 때, 종 다양성의 특성은 일반적인 형태를 나타내고 있는 것으로 판단된다. 즉, 종 다양성 측면에서는 상류역이 하류역에 비하여 다소 단순한 측면을 나타내고 있으나, 수환경을 지표하는 종의 조성은 뚜렷이 구분되는 형태를 보이고 있다. 다음은 골프장별로 출현한 전체적인 종수의 현황으로 정량 및 정성적인 구배가 각기 상이함을 나타내고 있다<표 4-3>.

<표 4-3> 종 다양성의 분석 결과 및 비교

		골프장 A	골프장 B	골프장 C
Site 1	정량조사	23	13	N/D
	정량+정성조사	27	30	1
Site 2	정량조사	29	22	37
	정량+정성조사	35	28	41
Control	정량조사	18	N/A	28
	정량+정성조사	28	N/A	31

위의 결과로 볼 때, 3곳의 모든 골프장이 수계에 미치는 영향이 부정적이라고 결론 지을 수는 없으나 일부 골프장은 심각한 영향을 담수생태계에 미치고 있는 것으로 판단된다. 골프장 A의 경우, 골프장 내에 위치한 지점(site 1)에서의 종수(27)는 유사

한 물리적 구조를 지닌 control의 결과(28)와 매우 비슷하며 골프장 B에 있어서는 영향이 미치지 않는 정점(site 1)과 골프장을 통과한 후의 수계에서 나타나는 종수는 30과 28종으로 결과는 거의 유사하다. 그러나 골프장 C의 경우는 매우 다른 양상을 나타내고 있는 것으로 분석되었다. 직접적인 영향을 받는 정점(site 1)에서는 단지 1종만이 서식하는 것으로 나타난 반면 5m 폭의 도로로 이격되어 있는 control에서는 31종이 확인되어 심각한 영향이 종 다양성에 미치고 있음을 알 수 있다.

다. 군집의 우점종 비교

우점종은 서식지역의 수환경의 상태를 지표해 주는 매우 중요한 정보를 담고 있는 생물종이다. 청정지역, 일반지역, 오염지역, 고도로 오염된 지역은 생물학적으로 판정이 가능한데 이는 그 지역에서 가장 우점적으로 서식하고 있는 생물종으로 판정할 수 있다. 전체적인 분류군의 조성비율과는 달리, 우점종에 대한 분석에 기초할 때 조사대상 골프장 3곳은 각기 상이한 수환경을 나타내고 있는 것으로 판단된다<표 4-1>.

우점도 지수는 군집 내에서 가장 높은 출현도를 보이는 두 종의 개체수에 대한 총 개체수의 상대적 구성비율로써 지수가 높을수록 특정종이 차지하는 비율이 높음을 의미한다. 각 조사지점별로 저서성 대형무척추동물의 제 1, 2 우점종과 우점도 지수를 분석한 결과는 다음과 같다<표 4-4>.

골프장A의 경우 대조구 지점과 상류 지점은 대체로 용존산소가 풍부한 청정지점에서 서식하는 옆새우류와 강도래 KUa, 그리고 흰부채하루살이가 우점종을 차지하였다. 이들 지점은 외부로부터 교란을 거의 받지 않는 양호한 수계임을 알 수 있다. 하류 지점은 유기물이 잔존하는 곳에서 자주 출현하는 즐날도래 KUe와 광의의 서식 범위를 갖는 개똥하루살이가 우점종으로써 상류 지점 및 대조구 지점과 약간의 차이를 보였다. 그러나 우점도 지수가 0.33을 나타냄으로써 나머지 종들과 안정된 서식처 분할을 하고 있다고 하겠다.

골프장B의 경우도 골프장A와 유사하게 상류 지점은 대체로 청정지점에서 서식하

는 참납작하루살이와 총채하루살이가 우점종을 차지하였으며, 하류지점은 줄날도래 KUE와 개똥하루살이가 우점종을 차지하였다. 그러나 하류 지점의 경우 두 종의 개체수가 전체의 64%를 차지함으로써 이들 종이 서식하기에 유리한 환경임을 대변하고 있다.

골프장C의 경우는 상류 지점에서 종이 전혀 출현하지 않은 반면, 인근 지점인 대조구에서는 청정지점에서 서식하는 옆새우류와 총채하루살이가 우점종을 차지하였다. 이러한 비교는 상류 지점도 과거에는 매우 우수한 지점이었지만, 골프장의 영향으로 인해 생물이 서식할 수 없는 공간으로 변질되었음을 시사하는 것이다. 합류 지점에서는 유기물이 퇴적된 곳에서 자주 출현하는 깔따구류와 줄날도래 KUE가 우점종을 차지하였다. 또한 두 종의 개체수가 차지하는 비율이 78%나 됨으로써 서식처 환경이 이들 종이 선호하는 방향으로 변화되어 가고 있음을 알려주고 있다. 결과적으로 합류 지점은 대조적인 두 지점, 즉 매우 우수한 지점과 매우 악화된 지점의 영향을 동시에 받고 있는 것이다. 골프장이 미치는 악영향을 고려할 때, 이 일대 전역에 대해서 담수 생태계 복원을 위한 올바른 대처 방안을 마련하고, 철저한 관리와 보전이 필요하다 하겠다.

결론적으로 요약하면, 골프장 A의 경우, site 1과 control은 고도의 청정수에서만 서식하는 종이 제1우점종으로 출현하였고 제2우점종도 청정수에서 출현하는 종으로 나타났다. Site 2에서 나타나는 종들은 다소 오염된 환경에서 나타나는 종으로서 우리나라 일반적인 하천에 분포하는 종들이다. 따라서 골프장 A의 경우, 담수 생태계에 미치는 영향이 일부 부정적이기는 하나 그리 심각한 영향을 미치지 않는 것으로 판단할 수 있다. 골프장 B의 경우, 전체적으로는 골프장 A와 큰 차이점을 보이고 있지는 않으나 site 1에서 나타난 1, 2 우점종 모두 청정수를 지표하는 종으로 이는 주변 식생의 차이에 의한 영향으로도 분석되어 질 수 있다. 따라서 본 조사정점도 매우 청정한 상태를 유지하고 있다고 결론지을 수 있으며, site 2는 골프장 A와 동일한 지표종으로 구성되어 있어 골프장 B도 주변 담수생태계에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단된다.

<표 4-4> 군집의 우점종의 구성 및 변화양상 비교

골프장 A	제1우점종	제2우점종	우도지수
Site 1	<i>Gammarus</i> sp.	<i>Epeorus curvatus</i>	0.67
Site 2	<i>Hydropsyche</i> sp.	<i>Baetis fuscatus</i>	0.33
Control	<i>Gammarus</i> sp.	<i>Kamimuria</i> KUa	0.69
골프장 B	제1우점종	제2우점종	우도지수
Site 1	<i>Ecdyonurus dracon</i>	<i>Heptagemia kihada</i>	0.46
Site 2	<i>Hydropsyche</i> KUE	<i>Baetis fuscatus</i>	0.64
골프장 C	제1우점종	제2우점종	우도지수
Site 1	N/A	N/A	
Site 2	Chironominae sp.	<i>Hydropsyche</i> sp.	0.43
Control	<i>Gammarus</i> sp.	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	0.78

그러나 골프장 C의 경우는 앞에서 기술된 2곳의 골프장과는 매우 다른 양상을 보이고 있다. 골프장의 직접적인 영향을 받는 수계에서는 단 1종이 출현하였고 이 종은 오염 ~ 고도로 오염된 수계에서만 출현하는 종이다. Site 1과 인접하였으나 골프장의 영향을 받지 않는 수계의 조사정점인 control의 경우 청정한 수환경을 지표하는 종이 우점적으로 출현하여 극명한 대조현상을 나타내고 있다. 또한 site 2는 어느 정도 오염이 진행된 곳에서 출현하는 종들이 1, 2 우점종으로 나타났다. 이는 곧 골프장 C의 경우, 유출수의 직접적인 영향을 받는 곳은 수환경의 상태가 극도로 악화되어 있으며 간접적인 영향을 받는 하류역(site 2) 역시 다소 오염되어 있음을 나타낸다.

라. 수리적 군집분석 및 지표생물군 밀도비교분석

각 조사지점에서의 수리적 군집분석 지수를 산출한 결과는 <표 4-5>와 같다. 종다양도 지수는 출현한 각종의 개체수와 전체 출현 개체수의 상대적인 출현도를 알려주는 것으로써 지수가 높을수록 다양한 종이 안정적으로 서식함을 의미한다. 골프장B와 골프장C의 경우는 상류 지점 또는 대조구 지점이 하류 지점이나 합류 지점보다 높은 종 다양성을 나타내었으나, 골프장A는 하류 지점이 상류 지점이나 대조구 지점보다 상대적으로 높은 종 다양성을 보였다. 그러나 이것은 상류 지점이나 대조구 지점의 물리적 환경, 즉 하천 규모가 작고 수량이 부족한 상태에 기인한 것으로 정량조사의 제한성에 의해 객관적인 수환경을 대변하는 것으로 보기는 어렵다. 이러한 경우 정성조사된 자료를 병행하여 결과를 도출하여야 하며, 종조성에 의한 결과 분석은 앞에서 이미 언급하였다. 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 균등도 지수도 종다양도 지수와 유사한 경향을 보였다. 종풍부도 지수는 총개체수와 총종수에 근거한 지수로 골프장A, 골프장B, 골프장C 모두 하류에 위치한 지점이 가장 높은 수치를 보였다.

<표 4-5> 각 조사지점의 수리적 군집분석 지수

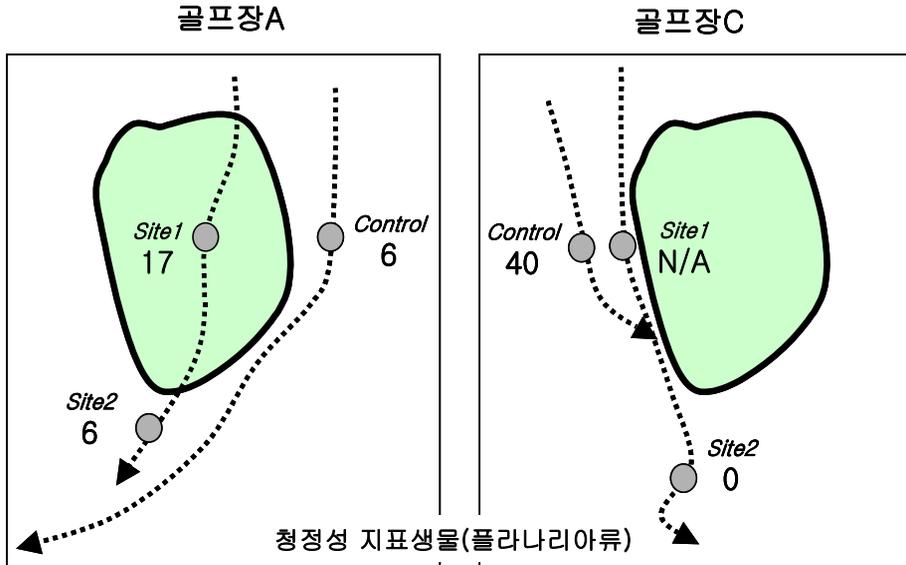
조사지점		종다양도 지수	균등도 지수	종풍부도 지수
골프장A	St. 1	1.94	0.62	3.16
	St. 2	2.65	0.79	3.53
	Control	1.60	0.55	2.33
골프장B	St. 1	2.11	0.82	2.13
	St. 2	1.95	0.63	2.61
골프장C	St. 1	N/A	N/A	N/A
	St. 2	1.68	0.47	4.04
	Control	2.56	0.77	3.71

골프장의 영향을 파악하기 위한 보다 구체적이고 현실적인 분석방법은 생물학적 수질판정에 중요하게 사용되는 지표생물군의 출현정도에 대한 비교분석이다. 전체적인 군집 구조에 대한 수리적인 분석은 군집의 특성을 통해 개략적인 수환경 평가나 다양성유지 기능에 대한 총론적인 평가를 위한 방법으로 큰 규모에서의 자연생태계의 비교에 유용한 방법이다. 본 연구에서와 같이 작은 규모에서의 특정한 영향인자에 대한 평가를 위해서는 군집 내 일부 지표생물군에 대한 비교·분석이 보다 효율적이며 구체적인 평가의 도구로써 유용성이 뛰어나다.

본 연구에서는 다양한 영향 중에서 3가지 유형의 영향에 대한 수생태계 환경현황을 지표할 수 있는 생물군에 대한 양적 밀도분석을 실시하였다. 즉, 조사지점에서는 건전화 현상을 제외한 다른 물리적 교란 요인은 없었으므로 주로 화학적 교란요인을 규명할 수 있는 항목에 대한 분석으로 골프장의 영향을 분석하였다. 청정성을 지표하는 생물군, 일반적인 오염의 형태인 유기물에 의한 오염의 정도를 지표하는 생물군, 그리고 오염이 상당히 진행된 곳에서 출현하여 오염에 대한 내성을 지닌 지표 생물군에 대한 분석은 골프장별로 차이가 상이한 것으로 나타났다(대조구가 존재하는 골프장A 및 골프장C에 대해서만 분석을 실시하였다).

수생태계 환경의 청정성을 지표하는 생물군으로는 플라나리아류를 선정하여 이들의 단위면적(1m²) 당 개체수를 분석하였다<그림 4-3>. 골프장A의 경우, 골프장내의 자연보전구역내(st.1)에서의 플라나리아류 밀도(17개체/m²)가 대조구(6)에서 보다 높게 나타났으며, 하류(st.2)에서는 동일하게 나타났다. 그러나 우리나라의 일반적인 유수생태계에 있어 고도로 청정한 지역에서는 밀도가 40 이상이 유지되는 것을 고려할 때 이들 지역은 고도의 청정성을 유지하지는 못하지만 일반 평지하천에 비하여서는 청정성을 어느 정도 유지하고 있고 골프장A로부터의 영향은 그리 크지 않다고 평가할 수 있다. 골프장C의 경우에는 앞의 경우와는 매우 대조적인 결과를 나타냈다. 즉, 골프장의 직접적인 영향을 받고 있는 지점(st1)에서는 청정성을 지표하는 생물군이 서식하지 못하는 것으로 나타났으며, 하류역(st2)에서도 출현하지 않았다. 그러나 골프장C의 st1과 불과 10m 정도 이격되어 있으며 동일한 자연조건을 지닌 대조구(control)에서는 단위면적 당 밀도가 40에 이르는 것으로 분석되었다. 따라서 대조구

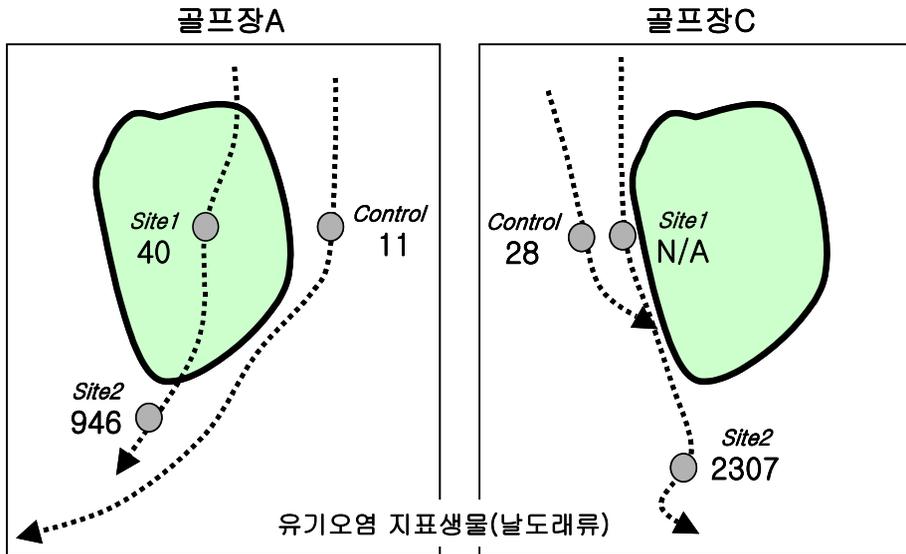
는 매우 청정한 수환경을 유지하고 있으나 골프장C의 영향을 직·간접적으로 받는 수계는 청정성이 극히 불량한 것으로 판단된다.



<그림 4-3> 청정성 지표생물군의 밀도(개체수/m²)분석을 통한 골프장 주변 수생태계가 받는 상대적 영향의 정도

우리나라 하천의 일반적인 오염의 형태 중 하나인 유기물 오염에 따른 영향의 정도를 비교하기 위해서는 날도래류를 선정·분석하였다. 날도래류는 유기물질의 유입이 많으나 오염의 정도가 심각하지 않은 곳에서 밀도가 증가하는 특성을 보이는 생물군으로서 이와 같은 오염의 정도를 지표하는데 매우 유용하다. 우리나라의 경우 해발고도 400m이하에서는 산간+평지하천 또는 평지하천이 대부분이고 조사정점이 이에 해당되는 물리적 특성을 지니고 있다는 점과 이러한 곳에서는 날도래류 중 유기물을 활용하는 섭식기능군이 주를 이루고 있어 본 비교에 있어서는 출현한 모든 날도래종의 밀도를 이용하였다. 골프장A에서의 결과를 살펴보면, 골프장 내에 위치한 곳과 대조구는 4배 정도의 차이가 나는 것으로 분석되었으나 이들의 밀도가 40(st1), 11(control) 정도로 밀도가 낮은 수치를 보여 4배라는 차이는 별 의미가 없다고 판단

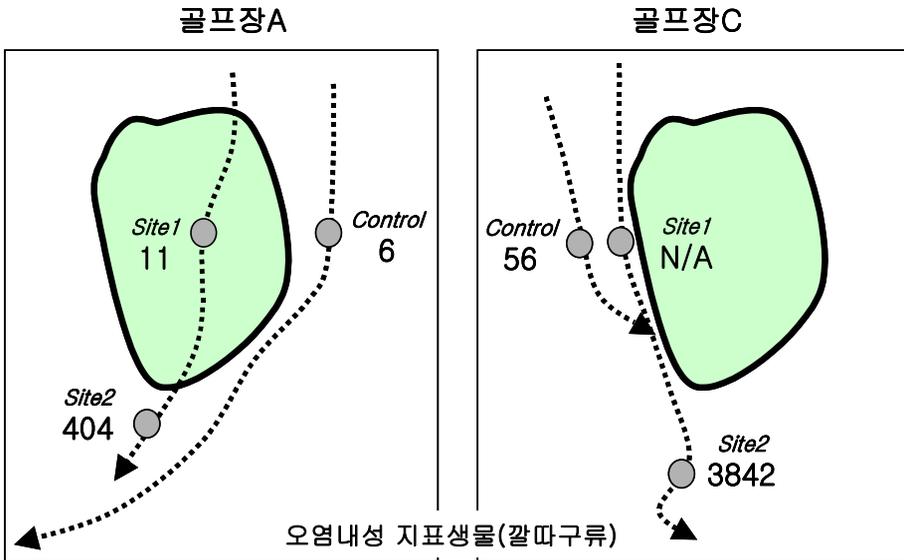
된다<그림 4-4>. 그러나 하류역(st2)의 경우는 대조구의 밀도의 86배나 되어 골프장으로부터 유출되는 유기물에 수생태계가 영향을 받고 있는 것으로 분석되었으나 그 정도가 심각한 수준은 아닌 것으로 판단된다. 골프장 C의 경우는, 청정성을 지표하는 생물군에 대한 분석의 결과와는 상이하게 나타났다. 직접적인 영향을 받는 곳(st.1)에서는 출현한 분류군이 없으므로 0의 값이 도출되었고 대조구는 28로 나타나 유기오염이 거의 없는 것으로 분석되었다. 간접적인 영향을 받는 하류역(st.2)의 경우는 대조구의 82배에 해당하는 밀도(2307)를 보였으며 이 밀도는 오염이 어느 정도 진행된 상태를 의미하는 밀도로 평가할 수 있다. 따라서 두 골프장 모두 유기물에 의한 영향을 주변 수계에 미치는 것으로 사료되나 골프장C의 경우는 영향의 정도가 상대적으로 높은 것으로 설명할 수 있다.



<그림 4-4> 유기오염 지표생물군의 밀도(개체수/m²)분석을 통한 골프장 주변 수생태계가 받는 상대적 영향의 정도

오염의 정도가 심각한 수환경을 지표하는 생물군으로는 국내에서 가장 보편적으로

활용되고 있는 깔따구류를 선정하였고 이들의 단위면적당 개체수에 기초한 조사지점별 분석결과는 <그림 4-5>에 나타난 바와 같다. 골프장A의 경우에는 대조구와 상류역(st.1)에서 매우 낮은 밀도를 보이고 있어 앞의 결과와 일치하는 경향성을 잘 나타내고 있는 것으로 판단할 수 있다. 하류역(st.2)의 경우, 국내 수생태계의 일반적인 경향성에 비추어 그리 심각한 밀도수준은 아니라 할 수 있다. 즉, 다소 오염된 환경을 의미하는 밀도수준이라 할 수 있으나 수계의 작은 규모를 고려할 때 향후 이들 생물군집단의 폭발적 증가 가능성을 배제할 수는 없다. 즉, 본 수계의 생물군집은 저항력이 낮아 오염이 급속히 진행될 수 있는 상황이라 평가할 수 있다. 일반적으로 깔따구류의 1m²당 개체수가 100이하인 경우 수생태계의 서식환경은 매우 양호한 것을 의미한다. 따라서 골프장A 대조구의 밀도 6은 골프장C 대조구 밀도 56과 등가의 의미를 지닌다



<그림 4-5> 오염내성 지표생물군의 밀도(개체수/m²)분석을 통한 골프장 주변 수생태계 영향

고 할 수 있다. 그러나 골프장C의 하류역(st.2)에서의 밀도 3842는 골프장A 하류역에서의 밀도 404와는 매우 다른 의미를 지닌다. 이는 갈따구의 1m² 당 밀도가 500-1000은 어느 정도의 오염이 진행되고 있는 상태를, 1000 - 3000은 오염수률, 3000 이상은 고도의 오염수률을 의미하기 때문이다. 따라서 골프장 C의 st.2의 경우는 골프장 및 타 인자에 의한 오염 및 교란의 정도가 매우 높은 것으로 판단된다.

본 조사를 통해서 골프장과 직접적으로 관련된 수계의 저서성 대형무척추동물의 분포현황과 이들을 이용한 골프장의 수계에 미치는 영향의 정도를 파악하여 보았다. 3곳의 조사를 통해 골프장이 수생태계에 미치는 공통적인 경향성은 하류역에 유기물의 유입에 따른 군집의 변화를 야기한다는 점이나 그 영향은 그리 심각하지 않은 것으로 판단된다. 그러나 골프장별로 그 차이가 매우 다르게 나타났다는 점을 주지할 필요가 있으며 이는 본 조사를 통해 규명된 매우 중요한 사항이라 사료된다. 즉, 골프장 A와 B는 유역내 수생태계에 미치는 영향이 미비한 것으로 분석되었으나, 골프장C의 경우에는 그 영향이 매우 심각한 것으로 평가되었다.

골프장A나 골프장B의 경우, 골프장내 또는 상류역에 위치하나 인간 활동에 의한 교란을 직접 받지 않는 상류 지점은 생물이 서식하기에 양호한 것으로 나타났다. 이것은 시사하는 바가 크다. 즉, 골프장을 관리하고 운영할 때 자연에 인위적 간섭을 가하지 않는다면 생태계는 건전한 상태를 유지한다는 것이다. 골프장을 환경친화적으로 관리·운영하고 이용자들에게 홍보를 통해 자연보전에 대한 의식을 고취시키는 것이 중요한 사안이 될 것이다. 그러나 이들 골프장의 하류 지점의 경우는 골프장 배출수로 인한 부정적인 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 따라서 더욱 철저한 정화 시설 운영이 필요하고 하류 지점에 미치는 골프장의 영향에 대해서 골프장 관리자가 책임감을 가져야 하며, 환경전문가를 통해 지속적인 모니터링을 수행하고 조언에 항상 귀를 기울여야 할 것이다. 특히 골프장C의 경우는 현재 골프장 운영 및 환경관리 방안을 전향적으로 수정해야 한다. 침출수에 의한 수계의 오염은 골프장이 환경에 미치는 부정적인 영향을 극명하게 보여 주고 있다. 근본적인 원인을 밝히고 이에 요구되어지는 모든 저감방안을 적극적으로 강구하고 실천해야 한다.

제5장 요약 및 결론

1. 입지선정상 영향과 문제점 및 대책

입지(면적과 규모 등)는 현재 법적으로 규제되고 있다. 현행 규정에 의하면 골프장의 입지와 면적, 규모 등에 제한 요소들이 있으며 입지의 여건에 따라 자연친화적인 골프장 조성을 위해 골프장 관련자들과 이용자들이 개선책을 요구하고 있다. 이는 입지를 선정하고 환경을 고려하면서 골프코스를 조성하는데 많은 제약요소로 작용하고 있다는 주장에 근거를 두고 있으나 개선에 앞서 골프코스의 원래 목적을 토대로 환경과 조화를 이룰 수 있는 기준에 대한 충분한 검토가 필요할 것이다. 현재 골프장의 입지상 환경적인 문제는 국내의 산지 지형이 주로 경사가 급한 지역이므로 대규모 토공량이 발생하며, 생태계가 양호한 지역의 경우 보존가치가 있는 식생의 훼손과 담수생태계 교란의 문제가 발생하는데, 문제는 지형의 보존이나 생태계가 양호한 지역(계곡 포함)을 보존지역으로 설정하더라도 코스조성 공사시 거의 보존이 어렵고, 개발지역내에서 일부 수림을 형식적으로 보존하는 것은 생태계 측면에서 의미가 없다는 것이다.

입지나 규모를 제한하는 규정에 문제가 있다고 하지만 현재 18홀을 조성할 경우 대부분 제한 상한면적까지 사용하지 않고 있다. 왜냐하면 농지 보다 산지를 이용해야 하는데 산지의 경우 경사가 급하여 사용할 수 있는 면적이 한정되어 있기 때문이다. 현재 산지와 연결한 농지들이 유휴지로 남아 있는데 경사가 완만하여 골프장 조성지로서는 가장 적절하다. 그러나 농지법과 골프장 입지 선정시 높은 지가(地價) 때문에 거의 골프장 부지로 사용하기 어려운 실정이다. 향후 한계농지에 대한 현행 규제가 해제될 경우 면적제한에 따른 문제점들이 해결되리라 예상된다. 환경적으로 문제가 발생하는 지역은 입지 선정단계에서 부지로서 가부를 결정할 필요가 있다. 실제 입지 선정단계의 중점항목인 자연환경은 저감대책을 마련하기 보다 영향이 심각할 것으로 예상될 경우 입지를 변경하거나 조정할 필요가 있으며 코스에서 섬처럼 남겨진 원형 보존지역은 생태계의 연결통로로 유용하게 사용될 수도 있다.

2. 공사시 영향과 문제점 및 대책

골프장 조성시 벌목이 진행된 후 대규모의 절·성토가 발생하는 지역은 지형의 변화가 심하게 된다. 이러한 경우 일반적으로 표토의 유실로 인한 토사의 영향이 심각하다. 이것은 또한 사면안정성과 연관이 있다. 낙석의 위험과 사면의 유실 가능성도 존재한다. 개발지역 내 원형보존지의 생태계(산림, 담수)는 보존되기 어려우며 거의 수림대의 역할만 한다. 수림이 보존될 경우 활용방안이 필요하다. 토사유출을 대비하여 침사지를 조성하지만 용량이 충분치 않을 경우 토사유출의 영향이 심각할 수 있다. 일반적으로 토사가 유출되면 하천하류의 생태계와 양식장 등에 영향이 있게 마련이다. 붉은 색깔을 띤 물질(산화물질로 추측)이 신규로 준공된 골프장의 성토사면이나 기존 수계로 누출되는 경우가 흔히 있다.

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 원형보존 지역이 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 오탉물질에 의해 파괴되므로 토사(미립자)의 유출을 최대한 줄여야 한다. 골프장으로부터 오염물질(특히 산화물질)은 생태계에 위해하므로(중의 서식이 불가능함) 원인을 찾아 수계로 유출되지 않도록 하여야 한다.

3. 운영시 영향과 문제점 및 대책

재활용 저수지와 재해방지용 저수지의 운영이 혼합형태이거나 설치 목적대로 제대로 지켜지지 않고 있다. 관로 시스템과 맨홀의 부실 시공으로 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 물

이 필요할 경우 계곡수를 이용할 수 있지만 농업용수를 위해 유지용수가 하류로 흘러가도록 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 검출한 계 이상의 농약이 함유되었다는 보고는 없었다. 현재 시공중인 대부분의 골프장의 경우 BOD 5ppm 이하로 설계 시공하고 있다.

4. 담수생태계에 미치는 영향 및 대책

현지조사를 통한 분석의 결과에 기초하여 도출된 결론은 다음과 같다.

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 서식하는 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 종 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.

5. 골프장 조성시 전반적인 영향에 대한 평가방안

가. 공사시 영향

1) 대규모 절·성토

- 지형변화
- 사면침식
- 비옥토 유실

2) 육상생태계 훼손

- 벌목에 따른 식생의 훼손
 - 야생동·식물 서식지 파괴(먹이, 은신처, 물, 활동공간, 생태축 교란 등)

3) 담수생태계 훼손

- 수계차단, 토사유출 등으로 계곡, 하천, 강의 생태계 교란

4) 소음·진동 및 비산먼지의 영향

나. 이용시 영향

- 1) 사면 불안정, 토양침식, 기반침하
- 2) 계곡, 하천, 강의 생태계에 영향
 - 화학물질에 의한 생태계 구조 및 기능의 변화
- 3) 잔디 및 조경수 관리에 따른 사업지구 내·외의 생태계 교란
- 4) 유지용수 공급에 영향
 - 갈수기 계곡수가 pond로 유입되어 하류에 용수 공급이 감소하고 이로 인해 하류 생태계에 영향
- 5) 지하수 이용에 영향
- 6) 화학물질 사용에 따른 영향(예, pond나 하천에 유기물질이 유입되면 부영양화 유도)

다. 저서성 대형무척추동물상을 이용한 생물학적 평가

- 1) 하류역에 배출수(유기물 등)의 유입에 따른 군집의 정량적 변화에 대한 지속적인 모니터링
- 2) 계절적인 군집의 현황을 파악하고 우점종의 변화정도를 분석
- 3) 인근 지역의 대조구를 선정하고 이를 비교분석
- 4) 골프장별로 이용가능한 지표생물군을 선정하여 생물학적 평가를 지속적으로 실시하고 이에 대한 결과를 토대로 저감방안을 수립

라. 입지선정에 대한 평가

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 입

지 선정시 고려해야 할 중요한 환경요소들은 아래와 같다.

1) 경사도가 급한 지역

현재 경사도가 20도 이상 지역일 경우 골프코스로 적절하지 않다는 기준은 필요하다. 경사가 급할 경우 계곡도 깊기 때문에 대규모 절·성토에 따른 지형의 변화가 심각하게 발생하여 부지면적에 따른 개발면적이 늘어나고 토공량이 많이 발생하기 때문이다. 사면이 높을 경우 안정성에 문제가 발생할 수 있으며, 붕괴와 침식으로 인한 추가적인 영향이 발생할 수 있다. 그러나 코스 구성에 필요한 면적이 약 30m²임을 고려하여 설계와 코스의 시공시 토공량이 많이 발생되지 않도록 할 경우 기준을 지역과 지형에 따라 탄력적으로 적용할 필요도 있다. 이러한 경우 대규모 절·성토는 발생하지 않도록 하며, 계단식 코스를 조성할 경우 급사면을 만들기 보다 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(떡이, 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 입지로 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 시에

는 입지로서 활용이 바람직하지 않다.

5) 골프장과 인접하여 주거환경이 조성된 지역

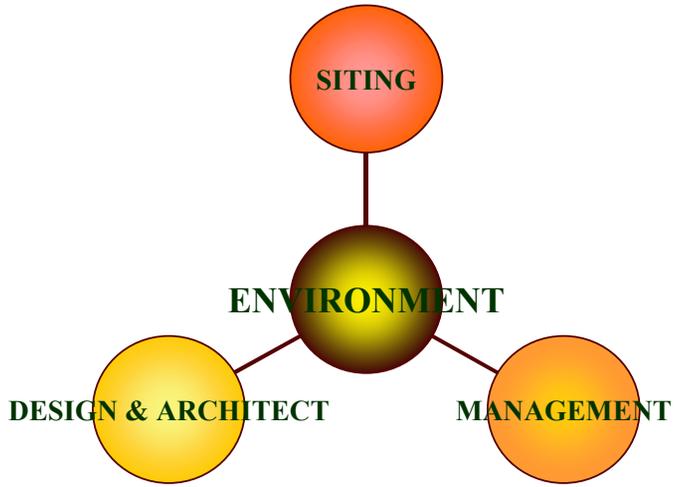
6. 골프코스의 건설 단계 및 골프장의 가치에 대한 제언

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 5-1>. 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 설계

되어서는 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 환경적이거나 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 물사용에 초점이 가게 된다. 때문에 이용자와 관리자의 골프장 보는 관점의 변화가 필요하다. 단순히 골프코스만 돌보기 보다 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 5-1> 환경친화적인 골프장 조성을 위한 골프장의 입지선정, 설계, 시공 및 관리 측면에서 환경을 결합한 모형

참 고 문 헌

- 권오길. 1990. 한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물 I). 문교부.
- 김명길. 2000. 국토개발의 효율화와 환경친화적 골프장 건설방안. pp 31-50. 새천년 한국골프의 발전방향. 한국골프관련단체협의회. p74.
- 김명길. Golf Course Design 실무
- 노태호, 송미영, 김동욱, 윤일병 2001. 지구환경생태학. 한국방송대학교 출판부. p294
- 노태호, 윤일병 1991. 줄날도래 2종의 개체군 변동과 수증 이화학적 요인의 상관성. 환경생물학회지 9(1):18-28
- 노태호. 1999. 저서성 대형 무척추동물 분야, pp.v-vi; 106-125; 200; 245-257. 명지산 생태계보전지역 관리기본계획. 경기도. p263.
- 서우현. 2000. 생태골프장 활성화 방안. 환경과조경 149:76-79.
- 윤일병 1988. 한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병 1995. 수서곤충검색도설. 정행사.
- 윤일병, 노태호. 1999. 수계오염에 따른 수서곤충의 계량적 변화. pp52-63. 환경변화와 곤충자원 심포지움. 고려대학교 한국곤충연구소. p92.
- 한국잔디연구소. 2001. 올바른 골프장 이해. p86.
- 환경부 보도자료. 2002. 2001 골프장 농약사용실태 조사결과
- 환경처. 1990. 농약이 자연 생태계에 미치는 영향조사 연구 보고서. p316Audubon International. 2002. A guide to environmental stewardship on the golf course. 2nd ed. Audubon International, Selkirk, NY
- Hong S.-K. and T. H. Ro. 2001. Landscape Ecological Planning for Policy of Wildlife Conservation and Management. Bulletin of the KACN 20: 111-127.
- Hur, J. M., J. H. Hwang, T. H. Ro and Y. J. Bae. 2000. Association of Immature and Adult Stages of *Hydropsyche kozhantschikovi* Martynov (Trichoptera: Hydropsychidae). Korean J. of Entomology. 30(1): 57-61.
- Kawai, T., 1985. An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan

- Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *General Systematics* 3:36-71.
- McCafferty, W.P., 1981. *Aquatic Entomology*. Jones and Bartlett, Boston.
- McCafferty, W. P. 1981. *Aquatic Entomology*. Jones and Bartlett, Boston. 448pp.
- McNaughton, S.J., 1967. Relationship among functional properties of California Grassland, *Nature*. 216:168-169.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3rd ed. Kendall/Hunt. Dubuque, Iowa. 862pp.
- Perkins, J.L., 1983. Bioassay evaluation of diversity and community comparison indexes. *J. Water. Pollution Control Federation*. 55: 522-530.
- Petts, G. and P. Calow. 1996. *River Restoration*. Blackwell Science.
- Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological succession. *J. Theor. Biol.* 13:131-144.
- Pielou, E.C., 1975. *Ecological diversity*. Wiley, New York.
- Rosenberg, D. M. and V. H. Resh 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Routledge, Chapman & Hall, Inc. 488pp.
- Wiederholm, T., 1983. *Chironomidae of the Holarctic Region Keys and Diagnoses(I)*. Motala.

Abstract

Environmental Impact and Evaluation Scheme in the Development of a Golf Course

Although environmental effects during golf course development have been a long debate, researches on a clear solution for the debate have been rarely accomplished. This work aimed to identify environmental effects during construction and operation of a golf course through analysis of review results of five environmental impact statements as well as on-site visit of two constructed golf courses. Also an experiment about alteration of benthic species in a stream affected by golf course operation has been carried out. Based on the result, important environmental effects and an evaluation scheme during a golf course development have been discussed.

A critical step is a site selection which is restricted by a steep slope and both ecologically important and environmentally sensitive areas. A golf course should flow with the geological shape to prevent from forming a steep slope. Although government laws regulates site and size according to the number of course, they are faced to be improved for a development of a nature friendly golf course. Analysis of review results of five environment impact statements shows that environmental concerns in ecosystem, geological change, hydrological alteration, water quality, and landscape should be considered in order to develop a new golf course. Unnecessary change in land use and logging causes soil erosion and habitat loss. Each pond for recycling and prevention of disaster is not really separated,

causing failure of pollution control and ecosystem in a stream watershed. Valley water should flow through a by-pass line, which maintains water available for use. Pond and stream water would be easily polluted by chemicals and eutrophication if the golf course is not properly constructed and managed.

Ecosystem in each stream appears to be negatively affected by each golf course according to the result of analysis of benthic fauna and stock. Species diversity of two investigation sites was similar in affected points compared to the control, but a major component of the species in the affected point was different from the uncontaminated control where genus *Gammarus* and *Ecdyonurus* were dominated, indicating that species component would be affected by drained water from the golf course. One site among them was heavily affected by the golf course. Non of species was found in the site, indicating that the stream ecosystem is extremely altered. It happened in the stream that polluted water, leaked from unknown sources, flow in.

Further researches remain to clarify which component in the drained water causes alteration of benthic fauna and also to provide unequivocal data by detailed analyses. It is extremely important in the future that the impact on the environment in siting, design and construction, and mostly management should be considered in order to develop a sustainable golf course.

< 부 록 >

□ 골프장의 사후환경관리

영향평가법에서는 (골프장)사업자가 환경영향평가협의 내용을 적정하게 이행하도록 관리하고, 사업시행시 예기치 못한 환경피해가 발생되는지 여부를 파악함과 아울러 환경피해 발생시 적절한 대책을 강구하도록 하기 위하여 사후환경 감시 제도의 일환인 사후환경관리제도를 도입·운영하고 있다

사후환경관리는 영향평가법 제25조(사업자의 의무) 및 제26조(협의내용의 관리·감독)의 규정에 의거 이루어지고 있으며 그 주된내용은 협의내용관리대장의 비치(시행규칙 제13조), 협의내용관리책임자 지정통보(시행규칙 제14조), 사후환경영향조사(법제25조제4항), 사후환경영향조사결과의 통보(시행규칙 제15조의2)등에 관한업무이다. 그리고 영향평가법에서는 사후환경관리제도의 실효성확보를 위해 공사중지(법 제26조제4항), 협의기준초과 부담금부과(법제33조)에 관한 제도를 도입·운영하고 있다

공사중지의 경우 영향평가법 제26조 규정에 의거 협의내용을 이행하지 않아 환경에 중대한 영향을 미치는 것으로 판단되는 때에는 사업승인기관의 장 또는 협의기관의 장은 공사중지를 명하거나 공사중지를 요청할 수 있으며 공사중지명령을 위반한 자는 동법제39조 규정에 의거 5년이하의 징역 또는 5천만원이하의 벌금에 처하게 된다

협의기준초과 부담금은 영향평가법 제33조의 규정에 의거 사업계획에 반영된 협의내용에 오염물질의 배출농도에 관한 환경영향평가협의기준이 포함되어 있는 경우 그 협의기준을 초과하였을 때에는 협의기준 초과부담금을 부과·징수할 수 있도록 하고 있다.

골프장은 “오수·분뇨및축산폐수처리에관한법률” 제2조제5호에 의한 오수처리시설이 이에 해당되는데 동법제5조 및 시행령 제9조의 규정에 의하면 골프장에

설치된 오수처리시설의 방류수 수질기준은 BOD, SS가 각각 10mg/l이하로 되어 있으나 예컨대 협의기준이 BOD, SS가 각각 5mg/l 이하로 되어 있을때에 오수처리시설을 운영하는 과정에서 그 협의기준이 초과되면 영향평가법 제33조제1항내지 제4항의 규정에 의거 협의기준 초과부담금이 부과된다

협의기준초과부담금을 납부하여야 하는자가 납부기한내에 납부하지 아니 한때에는 영향평가법제33조 제5항내지 제10항의규정에 의거 가산금이 부과되며 초과부담금과 가산금을 납부하지 아니한 때에는 국세체납처분에 의해 이를 징수한다.

<부표 1> 영향평가법상 사후환경관리 시행내용

구 분	시 기	근 거	비 고
-협의내용을 반영한 사업계획서 통보	-사업계획 확정후 30일 이내	-영향평가법 제21조 작성규정 제28조	-협의기관의 장
-협의내용 관리책임 자 지정통보	-지정일로부터 10 일 이내	-영향평가법 제25 조제12항	-협의기관의 장 -5백만원이하 과태료
-협의내용관리대장 비치 및 기록	-공사착공후 즉시	-환 경 영 향 평 가 법 제25조제12항	-협의기관의 장 -5백만원이하 과태료
-사업착공, 준공, 3 월이상 공사중지 통보	-사유발생일로부 터 20일 이내	-환 경 영 향 평 가 법 제27조제4항	-협의기관의 장 -5백만원이하 과태료
-사후환경영향조사 결과 통보	-매년말 작성 다음 해 1/31일 이전 제출	-환 경 영 향 평 가 법 제24조제4항	-사후환경대행업체 작성 -미통보:5백만원이하 과태 료 -미조사·허위통보: 1천 만원이하 과태료

□ 골프장의 공사 및 운영시 환경관련 법제

1. 사후환경조사

영향평가협의를 거친 골프장은 영향평가법 제25조(사업자의 의무) 제4항내지 제6항의 규정에 의거 사업자는 사업착공 후 평가항목별로 환경영향을 조사하여 그 결과를 통보하고 조사결과 환경피해방지를 위해 조치가 필요한 경우에는 지체없이 이를 환경부장관에게 통보하고 필요한 조치를 취해야 한다

영향평가법 시행규칙 제15조3조에 의하면 골프장의 사후환경조사기간은 사업착공연도부터 공사완료연도까지 하도록 되어 있으며 골프장의 환경영향조사항목, 조사내용, 조사방법, 조사주기는 다음과 같다

<부표 2> 사후환경영향조사 기준

구 분		조 사 항 목	조 사 지 역	조사지점	조사방법	조사주기
대 기 질	공사시	-환경기준항목 (사업시행으로 인한 환경영향이 없거나 경미한 항목은 제외 가능)	-사업시행에 따라 영향을 받을 것으로 예상되는 지역	-환경영향평가시 조사예측한 지점	-대기오염공정시험방법	-분기 1회이상
	소음시	-환경기준항목 (사업시행으로 인한 환경영향이 없거나 경미한 항목은 제외 가능)	-사업시행에 따라 영향을 받을 것으로 예상되는 지역	-환경영향평가시 조사예측한 지점	-소음진동공정시험방법	-분기 1회이상
	수질시	-환경기준항목 (사업시행으로 인한 환경영향이 없거나 경미한 항목은 제외 가능)	-사업시행에 따라 영향을 받을 것으로 예상되는 지역	-환경영향평가시 조사예측한 지점	-수질오염공정시험방법	-분기 1회이상

<부표 2> 계속

구 분	조 사 항 목	조 사 지 역	조사지점	조사방법	조사주기
지 형 · 사 지 질	-보존가치가 있어 지정된 지형· 지질의 형태등	-평가서 및 협 의서에서 지정 된 지역	-환경영향평 가시 조사 예측한 지 점	-현지조사	-반기 1회 이상
동 · 공 식 물 시 상	-보호가치가 있어 지정된 동·식 물 서식현황등	-평가서 및 협 의서에서 지정 된 지역	-환경영향평 가시 조사 예측한 지 점	-현 지 조 사 및 탐문조 사	-반기 1회 이상

2. 골프장의 공사과정에서의 환경관련 법제

골프장조성공사시 적용되는 일반적인 환경법제는 오염물질배출시설 등에 대한 인·허가 관련 사항이 대부분을 차지하고 있는데 공사착공전과 공사진행중으로 나누어 보면 다음과 같다

<부표 3> 공사착공전 환경관련법

구 분	법 규	신고기간	인·허가기관	비 고
비산먼지발생 신고	대기환경보전법 제28조	사업시행일 3일전	시·도지사	100 만 원 이 하 과태료
특정공사신고	소음진동 규제법 제26조	공사개시 3일전	시·도지사	50만원이하 과태료
○특정공사 : 항타기, 착암기, 굴삭기 등의 기계를 2일이상 사용하는 공사 ○신고대상 : 연면적 1천㎡이상 건축물건축공사, 구조물의 면적합계가 1천㎡이상 토목건설공사 등				

<부표 4> 공사진행중 환경관련법

구 분	법 규	신고기간	인·허가기관	비 고
사업장폐기물 배출자 신고	폐 기 물 관 리 법 제24조	사업개시일로부터 7일 이내	시장·군수	2년이하의 징역 또는 1천만원이하 벌금
○ 신고대상 - 폐기물을 일련의 공사·작업등에 의하여 5톤(공사의 경우 착공에서부터 완료시까지 발생하는 폐기물의 량)이상 배출하는자(공사의 경우 발주자로 부터 최초로 공사의 전부를 도급받은 자를 포함)				
오수처리시설의 설치신고	오수분뇨 및 축산 폐 수 처 리 법 제19조제2항	설치전	시장·군수	5백만원이하 과태료
오수처리시설 등의 준공검사	오·분법 제12조	설치 완료후	시장·군수	5백만원이하 과태료 (미준공사 용지)
○ 오수처리시설 설치대상 - 오수를 배출하는 건물 등을 설치하는 자				

□ 골프장의 이용과정에서의 환경관련법제

골프장공사가 완료되고 난 이후 운영과정에서 적용되는 환경관련법은 주로 사업장 내에서 발생하는 폐기물, 오수처리 등과 관련되는 인·허가사항 관련법규가 대부분인데 그 주요내용은 다음과 같다

<부표 5> 이용과정에서의 환경관련법

구 분	법 규	비 고
폐기물의 처리기준 등	폐기물관리법 제12조	2년이하의 징역 또는 1천만원이하의 벌금
사업장폐기물의 처리	폐기물관리법 제25조제1항	-부적정처리 3년이하의 징역 또는 2천만원이하의 벌금 -부적정보관 1천만원이하 과태료
폐기물의 (간이)인계서 작성	폐기물관리법 제25조제4항	(간이)인계서 미작성·허위작성 2년이하징역 또는 1천만원이하 벌금
지정 폐기물처리계획 확인	폐기물관리법 제25조의2	2년이하의 징역 또는 1천만원이하 벌금
<p>○ 지정폐기물처리계획 확인대상</p> <ul style="list-style-type: none"> - 폐농약, 폐유기용제 또는 폐유등이 각각 월평균 50kg이상 또는 합계, 월평균 100kg이상 발생 - 폐합성고분자, 화합물, 폐산, 폐알칼리, 폐락카 등의 경우 각각 월 100kg이상 또는 합계 월평균 200kg이상 발생 <p>○ 지정폐기물처리전에, 배출자의 폐기물처리계획서 등을 환경부장관에게 제출 확인</p>		

<부표 5> 계속

구 분	법 규	비 고
대기배출시설 설치신고	대기환경보전법 제10조	-시설설치 전 신고 -5년이하징역 또는 3천만원이하 벌금
배출방지시설의 가동개시신고	대기환경보전법 제14조	-가동개시 전 신고 -1년 이하의 징역 또는 5백만원 이하 벌금
방지시설미가동, 배출시설의 공기유입배출	대기환경보전법 제15조제1항제1호	7년이하의 징역 또는 5천만원이하 벌금
비정상가동으로 인한 배출허용기준 초과	제15조제1항제5호	7년이하의 징역 또는 5천만원이하 벌금
방지시설을 거치지 않는 공기조절장치·가시배출관설치	제15조제1항제2호	5년이하의 징역 또는 3천만원이하 벌금
방류수수질기준 초과	오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률 제5조	5백만원이하 과태료
오수처리시설의 설치신고	오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률 제9조제2항	-설치전 신고 -5백만원이하 과태료
오수처리시설 등의 준공검사	오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률 제12조	-설치완료 후 검사 -5백만원이하 과태료(미준공사용)

□ 과거 평가협의된 골프장 침사지·조정지 제원과 그 산출방법(근거)

<부표 6> 1990년대 초반 평가협의된 골프장별 침사지 및 조정지 제원

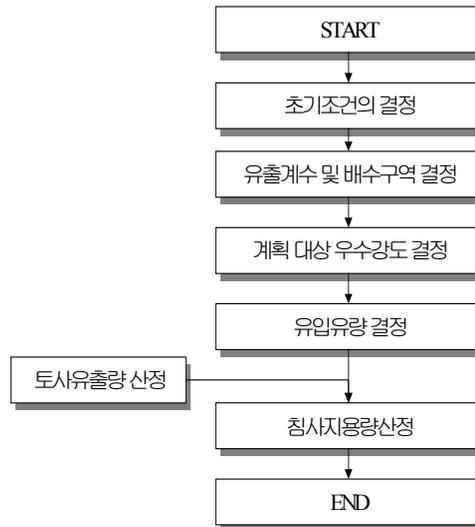
골프장 명	뉴골드	중원	설악	신여주	신성	비고
규모 면적 (코스면적)	18홀 844,683 (327,400)	18홀 1,593,521 (357,631)	18홀 1,167,552 (383,487)	18홀 1,246,099 (328,700)	18홀(+6홀) 966,544 (498,634)	
침사지	개소	3	5	5	6	6
	용량	43,500	55,100	44,600	33,863	39,599
조정지	개소	3	5	5	14	18
	용량	113,200	168,200	204,000	117,200	115,387

1. 침사지 및 조정지 용량 산출 방법(당사(장안환경) 적용)
 - 가. 침사지 용량 산출 방법
 - 나. 조정지 용량 산출 방법
2. 기타 他 골프장 및 관련 자료상의 산출방법
3. 국내골프장의 조정지(및 침사지) 최적용량 검토

가. 침사지 용량 산출방법

골프장 정지작업시 절성토 작업으로 발생하는 토사의 이동은 강우로 인하여 토사와 지표면의 오염물질이 인근 하천으로 유출되어 일시적이지만 영향을 미치게 된다. 따라서 강우로 인한 토사 유출을 최소화하기 위하여 가배수로 및 침사지를 설치하도

록 하며, 침사지 위치는 수계를 따라서 설치하여 충분한 체류시간을 두어 토사의 유출을 최대한 방지토록 계획하였다. 공사시 침사지 유량 결정 Flow는 다음과 같다.



<그림 1> 침사지 용량결정 flow

1) 배수구역별 토사유출량

골프장 조성공사시 1ha당 유출토사량은 “Golf Course Design 실무, 김 명길 저”에 의하면 200-400m³/년 정도이며, 잔디가 어느 정도 활착된 다음부터는 이 유출량이 급격히 줄어 유출 토사량은 1ha당 15m³/년 정도가 된다.

한편 일본의 정강현 “토지이용에 관한 지도요강”에 의하면 지표상태에 따라 <표>와 같이 ha당 토사유출량의 원단위가 보고되어 있다.

<부표 7> 토사유출 원단위

지표상태	1ha당 토사유출량 (m ³ /년)	두 계 (mm)
나지, · 황폐지 등	200~400	20~40
개발지 · 초지 등	15	1.5
택별지	2	0.2
보통임야	1	0.1

2) 침사지용량 산출

침사지 용량은 다음과 같이 50년 확률 강우강도를 적용하여 합리식에 의해 구한 침투유량을 산출한 후 구하였다.

(가) 침투유량

$$\text{합리식} : Q = \frac{1}{360} \times C \times I \times A$$

여기서, Q : Peak유량(m³/sec)

C : 유출계수

I : 도달시간내 평균강우강도(mm/hr)

A : 유역면적(ha)

a. 유출계수

유출계수는 개발전후의 유역상태에 대하여 조정지의 계획지점, 유역의 상황, 토지이용, 유역의 지질 등을 고려한 수치를 사용한다.

<부표 8> 유출계수의 표준치

토지이용상황	개발전	공사중	조성후
유출계수	0.5~0.75	0.8~0.9	0.6~0.8
적 용	0.5	0.9	0.7

(나) 침사지 용량의 산정

침사지용량은 앞에서 산출한 침투유량에 대해 5분 동안 체류 가능한 용량으로 다음 식에 의해 산출하였다.

$$V=C \times A \times a \times t_i$$

여기서

V : 필요침사지용량 (m³)

C : 공사시의 유출계수(0.9적용)

A : 유역면적 (ha)

t_i : 체류시간 (초)

a : 여유율(1.3-2, 1.3적용)

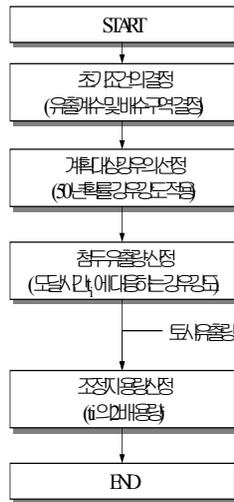
나. 조정지 용량 산출방법

골프장 잔디관리를 위하여 이용되는 비료 및 농약성분의 사업지역 외 유출저감을 위하여 배수구역 하류부에 조정지를 설치토록 하였다. 이러한 조정지는 다음과 같이 여러 가지 목적으로 사용된다.

- (A) Water hazard로서
- (B) Course의 경관으로서
- (C) 살수용의 저수지로서
- (D) 관개용수지로서
- (E) 배수용으로서 집수정이 점, 배수구가 선이라면, 연못은 면이다. 연못은 각 배수 Root의 중계지의 역할의 의의도 있다.
- (F) 저사용으로서
- (G) 홍수조절용으로서
- (H) 초기우수의 집수지로서

이상과 같은 다목적용을 갖고 있지만, (A)~(D)는 이수용이며 (E)~(G)는 치수용이다. (A)~(E)는 항상 물이 있어야 하며, (G)는 항상 비어 있어야 한다. (F), (H)는 평수면하 저수위정도를 유지하는게 좋다.

가) 산출방법



<그림 2> 조정지 용량결정 flow

나) 산출예

조정지용량은 합리식에 근거를 둔 다음식을 이용하여 산출하였으며, 식의 개요는 다음과 같다.

$$V=C \times I \times A \times a \times t_i$$

여기서

V : 필요조절용량 (m³)

C : 조성후의 유출계수(초지 및 수림지역 유출계수 0.7 적용)

A : 유역면적 (ha)

I : 1/50 확률강우강도곡선상의 도달시간 t_t 에 대응하는 강우강도(mm/hr)

t_t : 초기강우지속시간 (유역내의 도달시간으로 하되 도달시간이 30분 미만인 경우는 30분으로 산정)

a : 안전율 (2.0 적용)

2. 기타 他 골프장 및 관련자료상의 산출방법

가. 조정지 용량

초기 강우를 14일 이상 저류할 수 있는 용량

1) 조정지 용량 산정 방법

$$V = \text{조성후 토사 유출량}(V1) + \text{초기 강우량의 14일 저류용량}(V2)$$

2) 조성후 토사유출량(V1)

$$\text{잔디 안착전} : 15\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{년} \times (\text{코스조성면적}) + 1\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{년} \times (\text{보전면적})$$

$$\text{잔디 안착후} : 1\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{년} \times (\text{코스조성면적} + \text{보전면적})$$

3) 초기 강우량이 14일 이상 저류용량(V2)

① 일 평균 강우량을 $\times 14$ 일 저류

$$V2 = \text{일평균강우량}(\text{mm}/\text{일}) \times \text{유출계수} \times \text{집수면적}(\text{m}^2) \times 14$$

② 일 평균 강우량 $\times 14$ 일 동안의 강우횟수

$$V2 = \text{일평균 강우량}(\text{mm}/\text{일}) \times \text{유출계수} \times \text{집수면적}(\text{m}^2) \times (\text{강우횟수})$$

③ 임의의 강우지속시간 중 최대유출량

나. 침사지 용량

토사의 지구외 유출방지 및 수질오탁 저감

(1) 침사지 용량 산정 방법

$$V = \text{공사시 토사 유출량}(V1) + \text{강우량의 체류용량(Peak 유출량)}$$

(2) 공사시 토사유출량(V1)

$$V1 = 300\text{m}^3/\text{년} \cdot \text{ha} \times \text{훼손면적} + 1\text{m}^3/\text{년} \cdot \text{ha} \times \text{보존면적}$$

(3) 강우(Peak 유출량)의 체류용량

① Peak 유출량 $\times 5$ 분

$$V2 = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A \times 5\text{분}(\text{sec})$$

C : 유출계수

I : 강우강도

② 평균강수량 또는 Peak 유출량의 수면적 부하 기준

③ 일최대 강우량 적용

$$V2 = \text{강우량} \times \text{유출계수} \times \text{유역면적}$$

$$\text{유하거리} = \text{하천수심/입자의 침강속도} \times \text{유속}$$

$$0.05\text{mm 입자} \rightarrow \text{침전속도 } 1.7\text{mm/sec}$$

$$\text{강우시 골프장내 평균수심} : 10\text{cm}$$

$$\text{강우시 평균유속} : 10\text{m/sec}$$

※ 수면적부하에 의한 침전지 용량

$$0.05\text{mm } 6.1\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr} = 146.4\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$$

$$A = 82,640\text{m}^3/\text{일} / 146.4\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{일}$$

$$564\text{m}^2$$

다. 조정지 용량 적정치(기준치) 검토

- 골프장 조정지는 골프코스 내·외 살포된 농약의 유출저감을 위한 즉 독성성분 농약의 분해시간을 부여, 자연정화로 무해화시켜 방류 또는 재사용하는 조정지가 있고, 일본과 같이 하류부한수 피해나 농업용수 공급을 위한 이수과 치수의 목적을 겸한 조정지(또는 조절지)도 있다.

- 주요농약성분의 자연분해기간을 고려할 경우

Dacohnil 과 Benlait가 14일 정도이며 (기타 성분은 7일이내) 농약의 유출가능성은 초기강수시이므로, 최대치는 초기강우 14일 이상 저류가능한 조정지가 될 것이다.

- 일본의 경우 골프장 개발시 조정용량을 1,200m³/ha 확보하도록 기준을 설정하고 있다.

- 조정지 용량은 조정수량 외에도 퇴사량을 감안하는바, 일본은 공사중 절·성토 퇴사량을 포함하기도 한다. 국내는 별도의 공사중 침사지를 설치하고 있다. 이는 공사중 침사지를 확장하여 이용시 조정지로 사용하기도 한다. 평균 18홀기준 국내 골프장의 경우 '90년 11월 현재 계획조정지 용량은 10만~15만m³을 상회한다.

<그림 3> 생태계를 고려한 골프코스 조성의 예



※ 그림 좌측은 골프장 내 원형보존된 계곡이며, 그림 우측은 그린과 pond 사이의 사면을 원형보존하여 생태통로의 역할을 할 수 있도록 조성한 사례

<그림 4> 골프장 운영시 계곡수의 Bypass 문제



※ 그림 좌측은 골프장 상류부의 계곡이며 골프장 pond로 계곡수가 유입되도록 조성되었으며, 그림 우측은 유입된 계곡수가 골프코스의 pond로 유입되도록 조성된 수로를 보여 주고 있음

<그림 5> 골프장 조성시 배수 및 수질의 문제



※ 그림 좌측은 최종 배수구에 형성된 유기물질과 누수된 오염물질이며, 그림 우측은 성토사면 하단에서 누수된 오염물질이 수로를 따라 저수지로 유입됨

<그림 5> 계속



- ※ 그림 좌 상: 콘크리트로 포장된 수로에 오염물질이 저류지로 유입되고 있음
- ※ 그림 우 상: 콘크리트로 포장된 수로에 유기물 부착되어 있으며, 저류지로부터 하천으로 물이 월류하여 유출되고 있음
- ※ 그림 하 좌·우: 저류지에서 유출된 물에 유기물(녹색)이 덩어리로 형성된 모습과 콘크리트 석축으로 정비된 하류 하천으로 유기물질이 유출되고 있음