

골프장 조성이 소유역의 지형적 특성에 미치는 영향 분석

안득수

전북대학교 조경학과

The Effects of Golf Course Construction on the Geomorphic Characteristics of a Small Watershed

Ahn, Deug-Soo

Dept. of Landscape Architecture, Chonbuk National Univ.

ABSTRACT

The purpose of this study is to find out the changes in geomorphic characteristics of a small watershed when a golf course is constructed. The research site is a set of seven small watersheds including an 18-hole golf course that were randomly selected. The size, shape, and drainage network of watersheds were measured by using planimeter, watershed eccentricity, and stream order, respectively. In addition, a 25m x 25m mesh was used on topographic maps and grading plans in order to obtain the slope, elevation, and aspect of the watersheds.

The major results of this research, while investigating of the changes in geomorphic characteristics of watersheds when a golf course is constructed, are as follows:

1. The size of watersheds is increased in accordance to the difference in elevation between the golf course site and the small watershed.
2. The watershed eccentricities are in general similar except for a few low-valued cases.
3. The changes in the average altitude and the gradient are more drastic with their bigger original values.
4. The aspects are changed more with decreasing elevation.
5. The stream order decreases in the case of a low watershed eccentricity.
6. The surface modification has a closer relationship to the slope rather than the size of effective use area.
7. With a steeper gradient and an excessively low gradient, the height of cutting/filling is increased.

Key Words : Small Watershed, Geomorphic Characteristics, Golf Course

1. 서론

경제성장과 소득증대에 따라 골프에 대한 국민의 관심이 고조되고 있으며 세입의 증대 및 고용촉진을 통한 지역경제의 활성화를 도모하려는 지방 자치단체에서도 또한 많은 관심을 가지고 있다.

우리 나라의 골프장 및 이용객 현황을 보면 운영중인 골프장은 1999년 1월 기준, 군관련 골프장 4개소를 포함하여 회원제 골프장이 97개소, 대중 골프장 30개소로 총 127개소이며, 이용객은 1997년도 기준, 회원제 골프장 이용객이 연인원 816만명이다. 회원제 골프장은 18홀 59개소, 27홀 24개소, 36홀 14개소이며 건설중인 골프장은 대중 골프장 26개소를 포함하여 74개소이다(한국골프장사업협회, 1999). 회원제 골프장의 경우 운영중인 골프장과 건설중인 골프장의 약 52%가 경기도에 집중하는 분포현상을 보이고 있다.

골프장은 지역경제 발전에 기여, 건전한 여가공간 및 사교공간으로서의 역할 등 유익한 기능이 있는 반면 대규모 면적의 산림훼손, 과도한 농약의 사용으로 인한 환경오염 및 용수의 고갈 등 생태계 파괴의 문제점도 지니고 있어 최적환경관리를 위한 사회적 요구가 비등하고 있다.

특히 근래에 조성되고 있는 골프장은 경제적, 제도적 불가피성에 기인하여 부적지에 입지함으로써 대규모 지형변경을 수반하게 되고 이에 따라 골프장 본래의 이상인 목가적, 회화적인 꿈이 담긴 모습과는 동떨어져 있으며 때로는 인위적 재해를 유발시키고 있다. 또한 과도한 건설비 투자로 공사중단 상태에 이르는 경우도 발생하고 있다. 이와 같은 사태의 발생은 여러 가지 복합적 원인이 작용하겠지만 골프장 개발에 부적당한 부지임에도 불구하고 사전에 충분한 조사와 검토 없이 건설을 시도한 것도 중대한 원인중의 하나일 것이다.

골프장을 건설하는데 있어서 먼저 기본적으로 고려해야 할 것은 개발의 대상이 되는 토지에 대해서 정확한 인식을 갖는 것이다. 토목기술이 크게 진보하였다 할지라도 대상지의 지형, 토질, 수문 조건 등을 무시할 수 없으며 오히려 그러한 조건들을 정확하게 파악하여 자연친화적인 개발계획을 수립하는 것이 중요하다.

따라서 골프장 건설로 발생되는 환경파괴를 최소화

하기 위한 적지선정 기준의 필요성이 요구되어지고 동시에 유역 중심의 효율적 국토관리 측면에서 골프장 운영상 발생할 수 있는 토양 및 수질오염의 관리에 적합한 입지조건 선정기준 방안도 철저히 모색되어야 할 상황에 있다. 그러나 이러한 분야에 대한 연구가 국내에서는 활발히 이루어지지 않고 있는 상황이다.

골프장에 관련한 국내 연구로는 크게 일반적인 계획 및 설계분야(이동근, 1979; 오기방, 1985; 정주현, 1987; 박한국, 1988; 김용수 등, 1989; 성영탁, 1990; 유복모, 1990; 김홍식, 1991; 주영규와 전수복, 1994; 유시건, 1997; 임상신, 1997; 서우현, 1998)와 환경영향평가 및 골프행정 분야(김귀곤 등, 1990; 김영필, 1992; 이동익, 1997), 토양생태 관련 분야(이인숙, 1994; 이인숙과 김옥경, 1994; 최선영 등, 1994; 최병주 등, 1995) 및 적지분석 관련분야(박성규, 1990; 노대균 등, 1992; 안득수, 1993) 등으로 대별할 수 있다.

본 연구의 목적은 골프장 개발이 소유역의 지형적 특성에 미치는 영향의 정도를 파악하는 것이며 궁극적으로는 골프장 개발을 환경친화적인 개발로 유도하기 위한 기초자료를 얻는데 있다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구내용 및 범위

유역의 특성들은 크게 지형적 요소, 토지이용적 요소, 지표하의 요소로 구분할 수 있으나 유역의 특성모형에 이러한 모든 요소들을 완벽하게 표현하기에는 많은 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 일차적으로 지형적인 물리적 변수들을 중심으로 골프장 건설로 변화된 유역의 특성을 분석하고자 한다.

연구대상지의 공간적 범위는 우리 나라 골프장의 약 52%정도가 집중되어 있는 경기도를 중심으로 하는 중부권으로 한정하고 시간적 범위는 환경보전법이 개정되어 18홀 이상의 골프장 개발시 환경영향평가의 실시가 의무화된 1987년 7월 이후로 건설허가를 받은 골프장으로 제한한다. 이러한 조건을 갖춘 18홀 골프장 중에서 무작위표출법으로 그레이스 남부, 상록, 서서울, 캐피탈, 코오름 및 홀인원 등 7개의 표본을 선정하여

골프장이 입지한 소유역의 지형도, 골프장 정지계획도 및 관련자료의 분석을 연구의 내용적 범위로 한정한다.

2. 지형적 특성의 설정 및 분석

유역은 동적 균형에 있는 하나의 극히 복잡한 자연 체계로 고려될 수 있으며 유역균형의 요소들 중 하나의 변화는 유출패턴의 변경을 초래한다. 즉, 유역의 특성들은 유역내의 유출작용에 영향을 미치기 때문에 하천흐름에 대한 이러한 특성들의 영향을 이해하는 것은 유역을 지속시키는 유역관리의 원리와 토지관리실천의 성공적 수행에 필수적인 것이다. 소유역을 크기, 기능 또는 저장타입 등으로 한계를 정의하려는 많은 시도가 있었으나 수문학의 관점에서 소유역의 분명한 특성은 수로흐름의 영향보다 육로흐름의 영향이 침투유출에 미치는 주요 인자라는 것이다. 즉, 소유역이란 유역이 매우 작아서 단기간의 높은 강우강도와 토지이용에 대한 민감성이 유로저장특성에 의하여 억제되지 않는 곳이라고 정의된다(Black, 1991).

본 연구에서의 소유역 경계는 골프장 부지의 최저점을 구하고 이를 기준으로 부지의 위쪽으로 능선을 찾아가는 방법을 택하였다. 자료의 정밀도와 작업의 효율성을 고려하여 1/5,000 지형도를 골프장 정지계획도의 축척과 동일하게 1/1,200로 확대하여 25m × 25m의 메쉬를 기입하고 골프장 부지내의 정지계획도, 골프장 밖의 부지는 지형도에서 각 메쉬 교점의 표고데이터를 추출하여 유역의 수치지형모델(DTM)을 작성하였다. 본 연구에서 다루는 유역의 지형적 특성 및 분석방법은 다음과 같으며 추출된 자료는 기술통계를 이용하여 분석하였다.

1) 규모(size)

규모는 여러 가지 유역의 특성 가운데 모델화가 가장 어려운 문제점을 안고 있지만 유역의 수문학적 거동(hydrologic behavior)의 최초평가에 있어서 필수적인 고려사항이다. 규모는 연총산출량(total annual yield), 홍수잠재력과 같은 수자원 매개변수의 평가와 수질, 수량, 평형하상(regimen) 등을 조절하는 토지관리방법을 어떻게, 언제, 어디에 적용할 것인가를 평가하는데 중요한 유역특성이다(Black, 1991). 규모는

디지털구적기(Planix7)를 이용하여 1/5,000 지형도에서 구하였다.

2) 유역의 형상(watershed shape)

유역의 형상은 특히 소유역의 수문곡선, 하천의 거동(stream behavior) 등에 영향을 미치며 폭풍우시 침투유량에 대한 영향도 상당하다. 또한 유역의 형상은 평형하상(regimen)과 보다 큰 유역의 일부인 소유역으로부터 오염물질 이동 등에 대한 효과를 고려할 때 중요한 유역특성으로서 본 연구에서는 유역편심도(watershed eccentricity: τ)를 이용하여 분석한다(Black, 1991).

$$\tau = (|Lc^2 - W_L^2|)^{0.5} / W_L$$

단) τ = 유역편심도

Lc = 유출구에서 유역중심부까지의 거리

W_L = 유역중심에서 Lc 에 수직한 유역의 폭

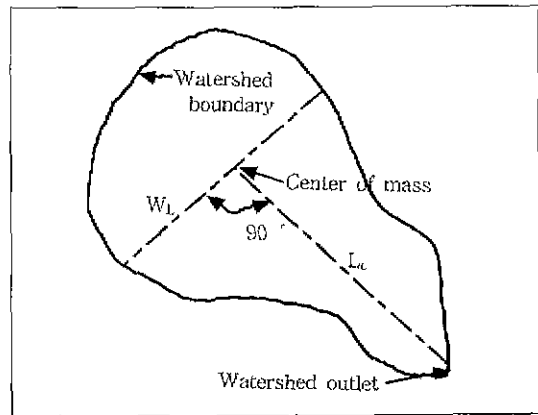


Figure 1. Watershed Eccentricity

3) 표고(elevation) 및 경사도(slope)

산악효과(orographic effect)로 인하여 표고는 중요하며 평균유출에 대한 표고의 영향도 상당하다. 경사도는 침투력에 중요한 인자로서 표고와 결합하여 산악 효과에도 중요한 영향을 미치며 사면의 향과 결합하여 증발산 및 눈이 녹는데 큰 역할을 하는 일사량에 영향을 미친다.

표고평균(Aa)은 부지내 메쉬교점의 표고를 측정하여 합산한 다음, 메쉬의 교점수로 나누어 구한다.

$$Aa = \sum_{i=1}^n Hi/n \quad \text{단) } Hi : i\text{번째 교점의 표고}$$

n : 대상지역 메쉬의 교점수

경사도는 지형의 특성을 표현하는 중요한 지표로서 토지이용을 제약하는 인자이며 골프장 건설시 토공량 및 인공급수면 발생과 직접적인 관계가 있는 유역특성이다(안득수, 1993). 계측법으로는 일반적인 지표경사 측정법, 寺田法, 松井勇法, E.Raisz法, J.Hanson-Lowe에 의한 Clinographic곡선법, R.E.Horton법, C.K.Wentworth법 등이 있으나 본 연구에서는 비교적 소지역의 상세한 계측에 적합한 수치지형방법(安島博幸, 1984; 安島博幸과 熊谷圭介, 1985)을 이용하여 먼저 25m×25m 메쉬내의 최대경사율(G)을 구하고

$$G = \text{Max} \left\{ \left| \frac{h_1 - h_2}{L_x} \right|, \left| \frac{h_2 - h_4}{L_y} \right|, \left| \frac{(h_1 + h_2) - (h_3 + h_4)}{2L_x} \right|, \left| \frac{(h_1 + h_2) - (h_3 + h_4)}{2L_y} \right| \right\}$$

단) h_1, h_2, h_3, h_4 : 메쉬 교점의 표고
 L_x, L_y : 각방향 메쉬의 길이
 L_z : 메쉬의 대각선 길이

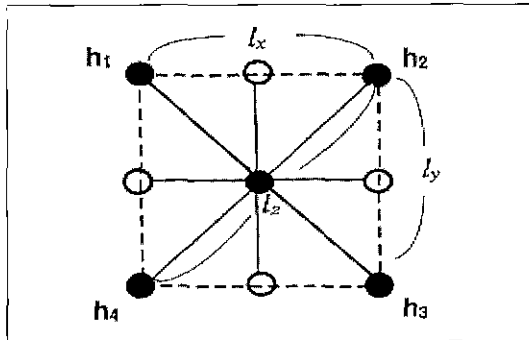


Figure 2. Measurement of gradient

다음으로 대상구역 전체의 평균경사(Ga)를 구한다.

$$Ga = \sum_{i=1}^n Gi/n \quad \text{단) } Gi : i\text{번째 메쉬의 최대경사율}$$

n : 대상지역 메쉬수

4) 사면향(aspect)

유역에서의 사면향은 일사량의 관점에서 특히 중요

하며 일사량이 많은 사면은 다른 부분보다 연평균 유출량이 낮다. 특히 골프장의 입지여건에 따라서는 사면향이 많이 변경될 수 있기 때문에 우수유출의 방향에도 큰 영향을 줄 것으로 판단된다. 사면의 향은 8방향으로 구분하여 분석하였으며 경사도가 5%이하인 지형은 평지로 간주하고 사면향 분석에서 제외시켰다.

5) 배수망(drainage network)

첨두홍수량(flood peaks)에 영향을 미치는 배수망은 지표 및 지하배수도 포함되나 본 연구에서는 지표배수망에 국한하며 배수망 평가는 하천차수의 기초위에서 실시한다.

수계망의 체계를 분석하는 방법은 Gravelius, Horton, Strahler, Scheidegger, Shreve, Woldenburg의 방식 등이 있으나 구분된 결과를 비교할 수 있다는 점, 차수 w값에 연속성이 있다는 점 등에서 Strahler방식이 가장 우수하다고 판단(표영평, 1996)되어 본 연구에서 이용하였다.

3. 골프장 계획요소의 설정 및 분석

골프장 계획요소 중 지형의 변화에 크게 영향을 미치는 것으로서 평면적인 요소로는 유효이용면적, 수직적인 요소로는 절·성토 사면의 구배와 흙의 종단구배 등으로 판단된다. 유효이용면적은 연구대상 골프장 사이에 차이가 있었으나 절·성토 사면과 흙의 종단구배는 일부 대상지를 제외하고 유사한 경향을 보였다(Table 1).

Table 1 Planning elements of golf courses

Sites	Effective use areas (㎡)	Ratio		Longitudinal grade(%)	
		Curling slopes	Filling slopes	Up	Down
1	376,999	1:1.45	1:1.75	4.66	6.96
2	340,346	1:1.27	1:1.88	3.26	5.48
3	449,711	1:1.41	1:1.85	3.20	4.71
4	492,183	1:1.42	1:1.78	1.33	1.41
5	444,583	1:1.22	1:1.52	6.58	7.36
6	477,805	1:1.34	1:1.71	3.78	4.76
7	432,342	1:1.45	1:2.00	2.45	3.39
Mean	376,746	1:1.35	1:1.70	3.15	4.25

III. 결과 및 고찰

1. 소유역의 지형적 특성 분석

1) 소유역 규모의 분석

18홀 골프장 부지의 규모는 1km² 전후의 유사한 크기로 나타났으나 골프장이 입지한 소유역의 규모는 최소 1.069km²에서 최대 1.679km²까지 입지여건에 따라 많은 차이가 있었다. 이에 따라 소유역 중에서 골프장 부지가 차지하는 비율도 최저 61.70%에서 최고 90.27%까지 다양하다.

골프장 부지의 규모가 유사한 것은 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률시행규칙」에서 18홀 골프장의 부지면적을 최대 1.080km²로 제한하고 있는 것과 관련이 있는 것으로 판단되며 대부분의 골프장은 법률시행규칙에서 제한하는 최대면적을 확보하고 있다. 골프장의 규모에 따라서 소유역의 규모도 변할 수 있으므로 객관화된 자료의 추출을 통한 비교분석이 필요하다. 이를 위하여 골프장 단위면적당 소유역의 규모를 산출하여 전체 소유역의 규모와 비교한 결과, 대부분 전체 소유역의 규모가 클수록 골프장 단위면적당 소유역의 규모도 큰 것으로 나타났는데 이것은 7개 골프장의 규모가 비슷하기 때문인 것으로 판단된다.

골프장 단위면적당 소유역의 규모에 영향을 미치는 요인을 추출하기 위하여 소유역의 평균표고와 골프장 부지의 평균표고와의 차이를 구하고 이를 소유역의 규모와 비교하여 분석하였다. 그 결과 양자간의 표고차가 크면 클수록 소유역의 규모는 커지는 것으로 나타났는데 이것은 골프장이 소유역의 중심부보다 상부나 하부에 입지할 경우에 소유역의 규모가 더욱더 커진다는 것을 의미한다(Table 2).

Table 2. Correlation between watersheds and golf course sizes

Sites	Watersheds (W, km ²)	Golf courses (G C km ²)	G C/W(%)	W/G C	Elevation difference between W and G C (m)
1 A	0.698	1.079	83.90	1.19	1.51*
B	0.554				
2	1.556	1.008	64.78	1.54	1.51**
3	1.231	0.958	77.82	1.28	2.08**
4	1.671	1.039	62.07	1.61	12.58**
5	1.679	1.036	61.70	1.62	18.27**
6	1.069	0.965	90.27	1.11	0.44**
7	1.477	1.011	68.50	1.46	2.22**
Mean	1.410	1.010	72.72	1.40	5.51

*Watershed<Golf Course, **Watershed>Golf Course

2) 유역편심도 분석

Lc가 Wc에 접근하면 유역편심도(τ)는 0에 접근한다. 즉 낮은 유역편심도는 잠재적으로 높은 첨두홍수량(flood peaks)과 관련이 있으며 Lc 또는 Wc이 커지면 우수가 균일하게, 동시에, 그리고 완전하게 유역을 커버한다는 경험적 가정하에 높은 유역편심도는 낮은 첨두홍수량(flood peaks)과 관련되어 무한대에 접근한다(BLACK, 1991).

소유역편심도는 7개 대상지 중 4개소에서 0.90에 근접하고 있어 소유역의 형상은 상당수가 비슷한 것으로 나타났으나 골프장 1이 입지한 소유역의 B유역과 골프장 7이 입지한 유역은 각각 0.132와 0.355로 낮게 나타나 첨두홍수량이 커질 잠재력을 지니고 있는 것으로 판단된다.

특히 골프장 1은 2개의 소유역에 걸쳐 조성되어 있어 유역관리의 측면에서 보면 부적지에 입지한 것으로 판단된다. 연구대상지 중 골프장 조성후 유역편심도에 변화가 발생한 곳은 2개의 소유역에 걸쳐 조성된 골프장 1의 유역으로 유역편심도가 증가하였고 골프장이 1개의 소유역에 입지한 모든 대상지에서는 유역형상이 변화되지 않았다(Table 3).

Table 3. Comparative analyses of watershed eccentricities

Sites	Pre-construction			Post-construction		
	Lc(km)	Wc(km)	τ	Lc(km)	Wc(km)	τ
1:A	0.600	0.690	0.494	0.510	0.790	0.764
B	0.579	0.574	0.132	0.556	0.533	0.297
2	0.660	1.510	0.899	0.660	1.510	0.899
3	0.570	1.330	0.903	0.570	1.330	0.903
4	0.680	1.680	0.914	0.680	1.680	0.914
5	0.615	1.500	0.912	0.615	1.500	0.912
6	0.610	0.850	0.696	0.610	0.850	0.696
7	1.000	1.070	0.355	1.000	1.070	0.355

3) 표고 및 경사도 분석

소유역의 평균표고는 최저 112.8m에서 최고 393.75m까지 분포하여 편차가 많았다. 골프장 조성후 소유역 평균표고의 변화정도는 소유역의 평균표고가 높을수록 크게 나타났으나 표고의 증가나 감소는 평균표고와는 관계없이 이루어지고 있다(Table 4).

Table 4. Comparative analyses of altitudes(unit:m)

Sites	Watersheds			Golf courses		
	Pre -construction	Post -construction	Differ -ence	Pre -construction	Post -construction	Differ -ence
1	309.79	310.17	+0.38	311.30	311.75	+0.45
2	393.75	392.37	-1.38	392.24	390.27	-1.97
3	123.43	123.79	+0.36	121.35	121.80	+0.45
4	100.02	100.10	+0.08	87.44	87.57	+0.13
5	222.68	222.55	-0.13	204.41	204.18	-0.23
6	119.69	119.40	-0.29	119.25	118.89	-0.36
7	112.80	112.71	-0.09	110.58	110.44	-0.14
Mean	197.45	197.29		192.36	192.12	

소유역내 최고표고와 최저표고의 차는 88m에서 344m로 대상지간 지형의 기복량에 큰 차이가 있었으며 대상지에 따라 골프장 조성후 기복량이 증가나 감소하였다(Table 5).

평균경사도는 최저 23.26%에서 최고 53.29%까지 대상지에 따라 매우 큰 편차를 보였다. 유역의 경사도가 급할수록 골프장 조성후의 경사도 변화정도는 커지는 경향이었으며 모든 대상지에서 경사도는 낮아졌다(Table 6).

이것은 18홀의 조성으로 전체적인 평균경사도가 낮아진데 기인한 것이지만 동시에 국지적인 급경사의 인공사면 발생도 초래하고 있다. 따라서 급경사지에 위치한 골프장의 경우는 집중강우시 인공급사면에서 침식

Table 6. Comparative analyses of slope ratio

Sites	Watersheds(%)			Golf courses(%)		
	Pre -construction	Post -construction	Differ -ence	Pre -construction	Post -construction	Differ -ence
1	49.49	36.59	-12.90	48.42	33.66	-14.76
2	53.29	44.15	-9.14	54.80	42.03	-12.77
3	35.33	29.22	-6.11	33.53	26.17	-7.36
4	23.26	20.33	-2.93	19.96	15.17	-4.71
5	43.89	39.09	-4.80	40.28	32.28	-8.00
6	29.75	24.01	-5.74	28.03	21.18	-6.85
7	26.43	23.25	-3.18	23.34	18.80	-4.54
Mean	37.34	30.94		35.48	27.04	

내지는 산사태의 문제가 발생될 수도 있을 것으로 판단된다.

유역의 평균고도와 평균경사도를 비교하여 고찰하면 평균고도가 높을수록 평균경사도도 급경사가 되는 경향을 보여 두 요소간에 매우 밀접한 상관이 있는 것으로 사료된다.

4) 사면향의 분석

골프장이 입지한 소유역의 사면향을 8방향으로 분류하여 정리하면 Table 7과 같다. 지형 조건상 소유역이 1방향으로 집중할 수 없기 때문에 최대 사면향과 인접의 2방향을 묶은 3방향의 합산치로 사면향의 집중률을 산출하였다.

Table 5. Comparative analyses of relief energies (unit:m)

Sites	Watersheds						Golf courses					
	Pre-construction			Post-construction			Pre-construction			Post-construction		
	High point	Low point	Differ -ence	High point	Low point	Differ -ence	High point	Low point	Differ -ence	High point	Low point	Differ -ence
1	462.9	135.0	327.9	462.9	135.0	327.9	461.0	160.0	301.0	461.0	160.0	301.0
2	576.0	232.0	344.0	576.0	212.0	364.0	576.0	232.0	344.0	576.0	231.5	344.5
3	194.0	63.0	131.0	177.0	62.0	115.0	194.0	63.0	131.0	177.0	62.0	115.0
4	161.0	57.0	104.0	161.0	57.0	104.0	151.0	57.0	94.0	151.0	57.4	93.6
5	401.0	84.0	317.0	401.0	84.0	317.0	370.0	94.0	276.0	370.0	92.0	278.0
6	175.8	71.0	104.8	169.0	73.0	96.0	175.8	73.0	102.8	169.0	73.0	96.0
7	162.0	74.0	88.0	158.0	74.0	84.0	162.0	74.0	88.0	158.0	79.0	79.0

사면향 집중률은 최소 51.26%에서 최고 71.33%까지 다양하며 방향은 북-동향이 3개소, 북-서향이 2개소, 남-동향과 남-서향이 각각 1개소로 골프장들이 북-동향이나 북-서향 사면의 유역에 많이 입지하였다.

북사면의 비율도 대상지에 따라 최저 17.08%에서 최고 24.50%까지 분포하여 유역의 일부는 겨울철의 일사량이 낮을 것으로 판단된다.

Table 7. Comparative analyses of aspects between before and after construction (unit: m(%))

Watersheds		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total	Area of modified aspect	Concent
												-ration rate of aspect
1	Before	280,010 (22,36)	96,178 (7.68)	58,436 (4.67)	13,392 (1.07)	149,744 (11.96)	161,964 (13.17)	416,965 (33.30)	72,436 (5.79)	1,252,125 (100)		61.45%
	After	270,879 (21.63)	112,002 (8.95)	46,264 (3.69)	9,739 (0.78)	138,789 (11.08)	187,486 (14.97)	404,788 (32.34)	78,525 (6.27)	1,248,472 (99.71)	-3,653	60.24%
2	Before	381,250 (24.50)	185,625 (11.93)	409,375 (26.31)	135,625 (8.71)	158,750 (10.20)	9,375 (0.60)	129,375 (8.31)	146,875 (9.44)	1,556,250 (100)		62.74%
	After	398,750 (25.62)	161,875 (10.40)	445,625 (28.64)	117,500 (7.55)	140,625 (9.04)	8,125 (0.52)	127,500 (8.19)	149,375 (9.60)	1,549,375 (99.56)	-6,875	61.66%
3	Before	300,000 (24.36)	59,375 (4.82)	271,875 (22.08)	63,125 (5.13)	163,125 (13.25)	45,625 (3.71)	248,750 (20.20)	78,125 (6.35)	1,230,000 (99.90)		51.26%
	After	298,125 (24.20)	67,500 (5.48)	269,375 (21.87)	63,750 (5.18)	168,125 (13.64)	46,250 (3.76)	218,125 (17.75)	81,875 (6.65)	1,213,125 (98.53)	-16,875	51.55%
4	Before	169,375 (10.12)	65,000 (3.88)	323,750 (19.34)	119,375 (7.13)	485,000 (28.98)	134,375 (8.03)	285,000 (17.03)	63,750 (3.81)	1,645,625 (98.32)		55.45%
	After	188,125 (11.24)	60,625 (3.62)	328,125 (19.60)	123,125 (7.36)	465,625 (27.83)	136,250 (8.14)	286,875 (17.14)	60,000 (3.58)	1,648,750 (98.51)	+3,125	54.79%
5	Before	301,250 (17.94)	16,875 (1.01)	23,125 (1.38)	6,250 (0.37)	196,875 (11.73)	238,125 (14.18)	654,375 (38.98)	241,875 (14.41)	1,678,750 (100)		71.33%
	After	299,375 (17.83)	14,375 (0.86)	20,000 (1.19)	4,375 (0.26)	196,875 (11.73)	243,125 (14.48)	650,000 (38.72)	247,500 (14.74)	1,675,625 (99.81)	-3,125	71.29%
6	Before	182,500 (17.08)	20,625 (1.93)	103,750 (9.71)	33,125 (3.10)	261,875 (24.50)	116,250 (10.88)	276,875 (25.90)	53,750 (5.03)	1,048,750 (98.13)		61.28%
	After	166,875 (15.61)	21,875 (2.05)	100,000 (9.36)	33,750 (3.16)	254,375 (23.80)	113,125 (10.58)	278,125 (26.02)	66,250 (6.20)	1,034,375 (96.78)	-14,375	60.40%
7	Before	278,125 (18.84)	95,625 (6.47)	383,750 (25.99)	82,500 (5.59)	277,500 (18.79)	63,125 (4.27)	235,625 (15.95)	57,500 (3.89)	1,473,750 (99.79)		51.30%
	After	279,375 (18.92)	115,000 (7.79)	395,625 (26.79)	63,125 (4.27)	285,625 (19.33)	50,000 (3.39)	232,500 (15.74)	41,875 (2.84)	1,463,125 (99.07)	-10,625	53.50%

골프장 개발 전후의 사면향 집중률을 비교하면 모든 대상지에서 근소한 정도의 변화가 있으나 대상지별로 전체적인 사면향의 변화는 최소 3,125㎡에서 최대 16,875㎡까지 분포한다. 대부분의 대상지는 골프장 조성후 경사 5%이하인 지형의 규모가 증가하여 사면향의 합계가 낮아진 반면 표고와 경사도가 각각 100.02m와 23.26%로 가장 낮은 소유역 4는 개발후 사면향의 전체면적이 증가하였는데 이것은 기존 유역중 경사도가 5%이하인 일부 지형이 오히려 골프장 개발로 경사도가 상승하였기 때문인 것으로 판단된다. 변경된 사면향의 규모는 평균표고 112.8m-123.43m인 유역에서 가장 큰 것으로 나타났다.

5) 배수망 분석

연구대상지의 수류차수를 비교하면 골프장 7이 입지한 소유역만이 4차 수류이며 나머지 모든 대상지는 3차 수류의 수계망을 형성하고 있다. 골프장 조성후에 소유역 7은 오히려 3차 수류로 수류차수가 감소하였는데 이는 낮은 유역편심도와 관련이 있을 것으로 판단되며 유역편심도가 더욱 낮은 골프장 1의 B유역에서 변화가 발견되지 않은 것은 당해유역이 다른 유역에 비하여 매우 소규모이기 때문인 것으로 사료된다. 유역편심도가 큰 4개소 중에 2개소에서는 3차 수류에서 4차 수류로 오히려 증가하는 양상을 보였다(Table 8).

Table 8 Comparative analyses of stream orders

Sites	Construction	
	Pre-construction	Post-construction
1 : A	3	3
: B	3	3
2	3	4
3	3	4
4	3	3
5	3	3
6	3	3
7	4	3

2. 지형개변과 소유역의 특성

1) 지표개변의 평면적 분석

골프장 조성으로 야기되는 소유역내 지형개변 면적은 최소 693,861㎡에서 최고 908,682㎡까지 분포하며 이들의 규모는 당해 골프장의 유효이용면적 규모보다는 지형의 경사도에 의한 영향이 더 큰 것으로 나타

났다. 즉, 평균경사가 23.26%로 대상지 중 최소인 유역의 유효이용면적당 지표개변의 면적이 1.41㎡로 가장 낮았으며 경사도의 증가와 함께 지표개변의 면적은 증가하였다. 그러나 경사도가 너무 낮을 경우에도 골프장의 형태상 오히려 지표개변면적이 증가할 것으로 판단된다. 유역내 지표변경률은 41.53%에서 73.94%까지 분포하나 4개소가 40%대에 해당한다(Table 9).

Table 9. Surface modification when a golf course is constructed in small watershed

Sites	Watersheds (ha)	Golf courses (ha)	Effective use area (EUA, m ²)	Watershed slopes(%)	Size of modified surface (SMS, m ²)	SMS/EUA	Ratio of modified surface (%)
1	1,252	1,079	376,999	49.49	908,682	2.41	73.94
2	1,556	1,008	340,346	53.29	753,291	2.21	48.40
3	1,231	0,958	449,711	35.33	701,876	1.56	57.01
4	1,674	1,039	492,183	23.26	695,045	1.41	41.53
5	1,679	1,036	444,583	43.89	777,989	1.75	46.34
6	1,069	0,965	477,805	29.75	731,334	1.53	68.43
7	1,477	1,011	432,342	26.43	693,861	1.60	46.98

2) 지형개변의 입체적 분석

골프장 조성으로 발생하는 지형의 수직적 변화를 파악하기 위하여 절·성토고를 비교분석하였다. 대상지별 지형개변지의 최대절토고는 20.0-57.0m, 평균절토고는 4.31-16.25m의 분포를 보이고 있으며 최대성토고는 15.0-53.0m, 평균성토고는 3.88-14.44m의 범위로 대상지별로 커다란 편차를 보였다. 평균 절·성토고는 당해 유역의 평균경사와 관계가 있으며 경사도가 23.26%로 가장 낮은 대상지가 경사도 26.43%인 대상지보다 평균 절·성토고가 높은 것은 일정수준 이하의 경사도를 지닌 골프장 부지에서는 지형의 미묘한 변화를 위해 오히려 성·절토고가 증가할 수 있기 때문인 것으로 판단된다(Table 10).

Table 10. Changes of elevation when a golf course is constructed in small watershed (unit: m)

Sites	Slopes(%)	Height of cutting		Height of filling	
		Maximum	Mean	Maximum	Mean
1	49.49	57.0	14.17	53.0	14.44
2	53.29	56.6	16.25	43.5	11.53
3	35.33	42.2	10.32	31.0	9.06
4	23.26	20.0	4.39	16.2	4.56
5	43.89	52.5	11.34	39.6	10.30
6	29.75	30.5	7.16	25.8	8.51
7	26.43	24.1	4.31	15.0	3.88
Mean	37.34	40.4	9.70	32.0	8.61

IV. 결론 및 제언

골프장 건설을 환경과파괴적인 개발에서 환경친화적인 개발로 유도하기 위하여 구역의 지형적 특성 측면에서 골프장 적지선정을 위한 기초자료의 도출을 목적으로 실시한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 골프장 부지규모가 유사함에도 불구하고 골프장이 입지한 소유역의 규모에는 많은 차이가 있었다. 골프장 단위면적당 소유역의 규모에 영향을 미치는 요인은 골프장과 소유역간의 평균표고의 차이이며 표고차가 클수록 구역의 규모는 증가하였다. 따라서 구역의 효율적인 관리를 위해서는 골프장을 소유역의 중심부에 입지시키는 것이 바람직하다.
2. 골프장이 입지한 소유역의 편심도는 대상지간에 일정한 수준을 보이고 있으나 일부 대상지는 소유역의 편심도가 매우 낮아 침투홍수량이 커질 잠재력을 지니고 있다. 골프장 조성 전후의 구역 편심도를 비교하면 대부분의 대상지에서 변화가 없었으며 골프장이 2개의 소유역에 걸쳐 조성된 대상지만이 구역의 편심도가 증가하였다.
3. 소유역의 평균표고와 기복량은 대상지간에 많은 차이가 있으며 골프장 조성후 평균표고의 변화정도는 평균표고가 높을수록 크게 나타났다. 평균경사도는 대상지간에 편차가 컸으며 경사도가 급할수록 골프장 조성후 경사도 변화정도가 커지는 경향을 보였다. 모든 대상지에서 평균경사도가 낮아졌으나 대상지에 따라서는 부분적으로 인공급경사면도 발생하며 평균경사와 평균고도 사이에는 높은 상관관계가 있는 것으로 판단된다.
4. 구역의 사면향은 북·동향이나 북·서향이 주를 이루고 있으며 골프장 조성후 변경된 사면향의 규모는 표고가 낮을수록 더 증가하였으며 표고와 경사가 너무 낮은 구역에서는 오히려 골프장 건설후에 경사도 5% 이상인 사면의 양이 증가하였다.
5. 소유역의 수류차수는 대부분이 3차 수류로 이루어져 있다. 골프장 조성후의 변화는 대상지에 따라 증가하기도 감소하기도 하였으며 구역편심도

가 낮은 구역만이 감소하였다.

6. 구역의 지표개변 정도는 골프장의 유효이용면적 규모보다는 지형의 경사도와 더 밀접한 관계가 있다. 따라서 지표변경을 최소화하는 개발을 위해서는 일정수준의 평균경사도를 가진 대상지를 선정하는 것이 바람직하다.
7. 지형의 수직적 변화인 절 · 성토고는 대상지에 따라 많은 차이가 있으나 경사도와 상관관계가 있으며 너무 경사도가 낮을 경우에도 오히려 절 · 성토고는 증가한다.

구역의 특성은 크게 지형적 요소, 토지이용적 요소 및 지표하의 요소로 이루어져 있으나 본 연구는 지형적 요소에 한정하여 분석을 시도하였기 때문에 골프장 건설로 변화되는 구역의 특성들을 종합적으로 분석하지 못하였다. 토지이용, 토양깊이, 지하유출 및 식생구조 등의 구역특성을 고려하는 보다 심도있는 연구를 위한 1차적 연구로서의 의의를 갖고자 하며 앞으로 이 분야의 연구 발전에 초석이 되었으면 하는 바램이다.

인용문헌

1. 박한국(1988) Golf Course에 대한 이용자의 만족요인 분석. 경북대학교 대학원 석사학위논문.
2. 김용현, 이민희(1982) 경사 분류도 작성 방법에 관한 고찰 지리학총 10 : 150-161
3. 김귀곤 외 6인(1990) 골프장 개발에 따른 환경영향평가에 관한 연구. 한국조경학회지 18(2) : 1-13.
4. 김만경, 박노식(1975) 사면형성 요인의 Mesh법적 계량분석 한국지리연구소논문집 1 : 5-53.
5. 김세진, 이행렬, 안득수(1990) 토공사의 조경공학적 접근방법 연구. 대한건축학회논문집 6(4) : 171-181.
6. 김영필(1992) 골프장 건설의 환경평가에 관한 연구 -비지장계획의 가치평가를 중심으로-. 고려대학교 대학원 석사학위논문.
7. 김용수 외 6인(1989) 자연입지 조건을 고려한 Golf장 계획 방법론에 대하여. 경북대 농학지 7 : 185-199.
8. 김우관, 윤인혁(1986) 통계적 분석에 의한 고도와 기복량의 관계. 경북대 논문집 41 : 49-51.
9. 김홍식(1991) 골프 코스의 샌드벙커 설치가 경기에 미치는 영향. 한양대학교 환경대학원 석사학위논문.
10. 노대균, 유주형, 김진혁(1992) 골프장 스키장의 전용입지 기준. 임연연보 45 : 85-100.
11. 박성규(1990) 사진측량을 이용한 골프장 기본계획 및 설계에 관한 연구. 연세대학교 산업대학원 석사학위논문.

12. 서우현(1998) 골프코스 디자인이 경기력에 미치는 영향에 관한 연구 -산악형 코스를 중심으로-. 한양대학교 환경대학원 석사학위논문.
13. 성영탁(1990) Goli Course의 시각적 선호 분석. 경북대학교 대학원 석사학위논문.
14. 안득수(1991) 지형설계를 위한 토의 공학적 특성과 공간구성기법에 관한 연구. 대한건축학회논문집 7(1) : 217-226.
15. 안득수(1993) 골프장 조성을 위한 지형변화 예측모델 개발에 관한 연구. 경희대학교 대학원 박사학위논문.
16. 오기방(1985) 우리나라 골프장 설계기준에 관한 연구. 한양대학교 환경대학원 석사학위논문.
17. 오창수(1986) 효율적인 토지이용을 위한 수리지형정보의 정확도 향상에 관한 연구. 한국측지학회지 4(1) : 43-48.
18. 유복모(1990) 조구장 적지선정 및 기본계획. 대한토목학회지 38(1) : 104-111.
19. 유시건(1997) 골프장 이용자의 만족도 영향요인에 관한 연구. 한남대학교 중소기업대학원 석사학위논문.
20. 윤인혁(1985) 고도분포특성의 계량적 표현. 측과 홍순원교수 화갑기념논문집 : 97-106.
21. 이도원(1991) 골프장의 유지관리와 생태학 -환경문제와 생물다양성에 대하여-. 골프장의 건설관리와 환경오염 94 심포지움 : 19-31.
22. 이동근(1979) 골프코스의 계획과 설계에 관한 연구. 홍익대학교 산업미술대학원 석사학위논문.
23. 이동익(1997) 한국 골프행정 현황의 합리적 개선방안 -골프장사업 조세제도를 중심으로-. 한양대학교 대학원 석사학위논문.
24. 이석찬, 신봉호, 이재효(1985) Digital Terrain Model을 이용한 토공량 산정. 대한토목학회논문집 5(1) : 83-90.
25. 이인숙(1994) 경기도 골프장의 코스별 토양의 화학적 특성. 한국산지학회지 8(1) : 25-28.
26. 이인숙, 김옥경(1994) 개장년도에 따른 골프코스 토양의 미생물 활성. 한국산지학회지 8(3) : 167-177.
27. 임상진(1997) 시화지구 개발지역내 토취장을 활용한 대중 골프장 설계. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
28. 정주현(1987) Golf Course 공간 이용 다변화 방안에 관한 연구. 홍익대학교 대학원 석사학위논문.
29. 조동규, 고의장(1980) 생태론적 방법에 의한 한국 산지사면의 환경보전에 관한연구. 경희대학교 지역개발논문집 9 : 17-34.
30. 주영규, 전수복(1994) 환경영향을 고려한 골프코스 전산설계법. 한국산지학회지 8(3) : 179-192.
31. 최병주, 주영희, 심재성(1995) 남부지역 골프장의 토양단면 특성. 한국산지학회지 9(1) : 75-80.
32. 최선영, 홍정림, 장남기(1994) 경기도 골프장의 코스별 세포성 점균의 출현분포. 한국산지학회지 8(2) : 105-110.
33. 체육청소년부(1992) 체육시설의 설치·이용에 관한 법률시행규칙 개정안내 -골프장에 관한 내용을 중심으로-.
34. 한국골프장사업협회(1992) 용인지역 골프장 수해 발생요인 조사분석. 홍보자료 제8집.
35. 한국골프장사업협회(1999) 골프장 및 골프장 이용현황(미발행자료)
36. 표영평(1996) 하천공학. 서울 : 보문당.
37. 골프퍼어의綠花促進協力會(1992) 環境にやさしいゴルフ場. 博友社.
38. 瀧澤克己 外2人(1986) 傾斜地におけるゴルフコースの特性とコース評價に關する研究. 造園雜誌 49(4) : 255-268.
39. 林邦能 外3人(1990) 日本, 韓國, 臺灣におけるゴルフ場 開發と環境アセスメント制度. 造園雜誌 53(5) : 377-382.
40. 武内和彦 外3人(1987) 丘陵地の土地自然特性と開發に伴う自然潜在力の變化. 造園雜誌 50(5) : 125-130.
41. 信州大學/地域開發と環境問題研究班編(1990) コルフ場・リゾート開發. 信山社.
42. 安島博幸(1984), 地形による送電線ルートの屈曲とその視覚的影響に關する研究. 土木學會論文集, Vol. 47 No. 4 : 145-152.
43. 安島博幸, 藤谷圭介(1985), 自然風景地内の 構造物に對して, 地形がもつ景観的緩和力に關する研究. 造園雜誌, Vol. 48 No 5 : 228-233.
44. 鷗澤宏, 沈相旭(1991) 廣域における地形條件からみた土地利用形成に關する研究. 日本建築學會計劃系論文報告集 42 : 31-39.
45. 中野直枝(1990) ゴルフ場の造成をめぐる諸問題. 財團法人日本綠化センター 11 : 18-20.
46. Balogh, James C. and Walker, William, J.(1992) Golf Course Management & Construction, Lewis Publishers.
47. Beardsley, John.(1989) Earthworks Renaissance Landscape Architecture 79(5) : 42-49.
48. Black, Peter E.(1991) Watershed Hydrology. Prentice-Hall, Inc : 248-309, 371.
49. Cosgrove, Denis and Petts, Geoff.(1990) Water Engineering and Landscape. Belhaven Press.
50. Dodson, Roy D(1995) Storm Water Pollution Control, McGraw-Hill, Inc.
51. Dorward, Shery(1990) Design for Mountain Communities, Van Nostrand Reinhold.
52. Green, B. H. and I. C. Marshall(1987) An Assessment of The Role of Golf Courses in Kent, England, in Protecting Wildlife and Landscapes. Landscape and Urban Planning 14 : 143-154.
53. Hausmann, Manfred R.(1990) Engineering Principles of Ground Modification, McGraw-Hill Publishing Co.
54. Hawtree, F. W(1983) The Golf Course - Planning, Design, Construction and Maintenance. E. & F. N. Spon.
55. Hemcks, Edwin, E.(1996) Stormwater Runoff and Receiving Systems. CRC Press, Inc.
56. Janetti, Albert R.(1995) Golf Course & Grounds, Prentice-Hall, Inc.
57. Landphair, Harlow C and Monloch, John L.(1985) Site Reconnaissance and Engineering - An Introduction for Architects, Landscape Architects and Planners, Elsevier.
58. Satterlund, Donald R. and Adams, Paul W(1992) Wildland Watershed Management, John Wiley & Sons. Sharpe, Grant W, et al.(1995) Introduction to Forest and Renewable Resources McGraw-Hill, Inc : 249-279.
60. Storn, Steven, and Kurt Nathan, P. E.(1998) Site Engineering for Landscape Architects(3th ed.) John Wiley and Sons, Inc.
61. Terman, Max R.(1997) Natural Links : Naturalistic Golf Courses as Wildlife Habitat. Landscape and Urban Planning 38 : 183-197.