

경사도 분석에 적용하는 단위격자크기가 골프장의 입지 평가에 미치는 영향 분석(환경적 측면에서)

Analysis of the Effect on the Location Evaluation of Golf Course according to the Unit Grid Size applied in the Slope Analysis (In flank of Environment)

엄대용¹⁾ · 이병수²⁾

Um, Dae Yong · Lee, Beung Soo

Abstract

In this study, the problems were analyzed that derived a different position evaluation results depending on the unit grid size that are applied to the terrain slope analysis conducted to assess the its position and environmental impacts in the prior environment reviewing process of golf course construction projects. For this purpose, the unit grid size were analyzed that can precisely reflect a actual terrain by analyzing the change of a slope percentage according to the change of unit grid size about 12 golf courses is currently in progress of construction work through the environmental consultation or ongoing consultation. And the consultation availability of environmental assessment was reverified by applying the unit grid size derived through this study about a study golf course. In the result of study, the bigger grid size for slope analysis is set, the greatly gradient is changed and the slope ratio of the higher elevation was lowly evaluated in comparison with actual terrain. The analytical result that most closely match the actual terrain was extracted in the case applied 5m ×5m of the unit grid sizes setting in this study. So, we proposed this study results to the ministry of environment and could be amended the unit grid size of 5m ×5m as standard for the analysis of slope. Also, if new grid size for site evaluation is applied to the study sites, 4 sites exceed the standard suggested the existing regulations and they are not proper as golf course site in flank of environment.

Keywords : Golf Course Location, Prior Environment Review System(PERS), Terrain Analysis, Slope, Unit Grid Size

초 록

본 연구에서는 골프장 건설사업에 대한 사전환경성 검토과정에서 입지 및 환경 영향성을 평가하기 위해 실시하는 지형의 경사도 분석에 적용되는 단위 격자크기에 따라 상이한 입지평가 결과가 도출되는 문제점에 대하여 조사· 분석하였다. 이를 위해 환경성 사전 협의의 통과하여 현재 공사가 진행 중이거나 협의가 진행 중인 12개 골프장을 대상으로 단위격자 크기의 변화에 따른 경사도 비율의 변화를 분석함으로써 실제 지형을 정확히 반영할 수 있는 단위 격자크기를 분석하였다. 그리고 연구대상 골프장 사업지에 대하여 도출된 단위 격자크기를 적용하여 환경성 평가의 협의 가능 여부를 재검증하였다. 연구결과, 경사도의 분석을 위해 설정한 단위 격자크기가 커질수록 경사도가 높은 구역의 경사도 비율이 저평가됨을 확인할 수 있었으며, 본 연구의 설정 중 5m ×5m의 격자크기를 적용하였을 경우가 실제 지형에 가장 근접하는 분석결과를 도출할 수 있었으므로 이를 환경부에 건의하여 경사도 분석을 위한 단위 격자크기의 기준을 5m ×5m로 개정할 수 있도록 하였다. 더불어 본 연구에서 제안한 단위격자 크기를 적용하여 연구대상 골프장에 대한 경사도 비율을 재분석할 경우, 4개소의 골프장이 관련 규정의 협의기준을 초과하는 것으로 분석되어 환경적 측면에서 골프장 입지로서 부적절한 입지임을 입증할 수 있었다.

핵심어 : 골프장 입지, 사전환경성검토, 지형분석, 경사도, 단위 격자크기

1) 교신저자 · 정희원 · 한국교통대학교 토목공학과 부교수(E-mail:dyum@ut.ac.kr)

2) 새한향업(주)(E-mail:mylbsl@nate.com)

1. 서론

골프인구의 증가에 따른 골프장 수요증가와 국민체육 증진의 일환으로 골프장 입지규제가 완화되면서 최근 다수의 골프장 개발사업이 전국적으로 활발히 이루어지고 있다. 골프장의 개발입지는 토지매입 비용, 경관 및 접근성 등 측면에서 유리한 산지를 중심으로 개발이 이루어지고 있어 자연지형의 과도한 변형과 함께 환경적 측면에서 산림의 훼손, 경관훼손, 멸종 위기종 서식지의 파괴 등과 같은 환경적 피해가 발생할 수 있다는 우려의 목소리도 상존하고 있다(김지영, 2006; 권영환, 2005; 황소영, 2011). 이에 환경부에서는 골프장의 난개발을 방지하기 위하여 「골프장의 중점 사전환경성 검토항목 및 검토방법 등에 관한 규정」을 두고 골프장의 입지 및 환경영향성을 평가하고 그 입지의 적합성을 우선적으로 검토하도록 하고 있다. 이 규정의 제2조 제2항에는 골프장조성계획에 대한 사전환경성 검토과정에서 중점적으로 검토하여야 할 검토항목 및 검토방법 등에 관한 사항을 정하고 있다. 이 조항에서 제시되고 있는 「지형 및 경관」검토항목 및 검토방법을 살펴보면 골프장 개발 사업시 과도한 지형변화로 인한 경관훼손의 우려가 있거나 골프장 사업계획 부지 면적 중 경사도 25° 이상(25m×25m기준)인 지역의 면적이 전체면적의 40%이상인 지역에 대해서는 사전환경성 검토과정에서 부적합 판정을 내릴 수 있도록 함으로써 환경성 피해가 큰 개발사업에 대하여 제약할 수 있도록 하고 있다(환경부고시 제2010-90호 "골프장의 중점 사전환경성 검토항목 및 검토방법 등에 관한 규정")(정은경 등, 2003).

그러나 경사도 분석시 적용되는 단위 격자크기 값은 일반적으로 골프장 부지면적에 대비하여 매우 큰 격자크기로서 실제 지형에 대한 정확한 묘사와 이를 근거로 한 사업입지의 적절성 판단, 환경 및 재해에 대한 영향예측 등에 부적절한 조건이라 판단된다. 더욱이 격자크기에 대한 규정은 대상사업부지 면적의 크기에 무관하게 동일하게 적용되고 있는 점은 큰 문제점이라 판단되며, 이로 인해 실제 경사도 비율이 낮게 분석될 가능성이 존재하고 있다. 이로 인해 실제 지형의 경사가 매우 심한 지형에서 건설되는 골프장이 해당 규정을 만족하여 골프장 입지로서 적합성 판정을 받는 사례가 다수 존재하고 있는 것으로 조사되고 있으며, 이는 자칫 과도한 지형변화와 산림훼손에 의한 2차, 3차적인 환경적 피해를 초래할 수 있어 매우 우려되는 상황이다(김지영 등, 2005; 남희찬, 2011).

환경부는 이러한 문제점을 인식하고 이를 보완하기 위한 방안으로 지형분석을 위한 격자크기가 경사도 분석에 미치는 영향에 대하여 검토하였다. 그리고 2011년 12월 경사도 분석을 위한 단위 격자크기를 기존 25m×25m를 5m×5m로 축소하도록 개정하기에 이르렀다(「환경정책기본법」 시행령 제8조 제3항의 규정에 의한(「골프장의 중점 사전환경성 검토 항목 및 검토방법 등에 관한 규정」)환경부 공고 제2011-385호).

본 연구는 환경부의 관련 규정의 개정 이전에 경사도 분석을 위한 단위 격자크기에 따라 경사도 비율이 큰 편차를 보임을 증명하고 경사 분석의 정확도를 높이기 위한 단위 격자크기의 기준을 재설정하기 위해 수행한 것이다. 금번 규정개정을 통해 골프장 건설사업에 따른 사전환경성 평가시 경사도 분석의 정밀도를 높이는 한편, 이를 통해 골프장 산지 입지기준을 강화함으로써 난개발을 방지하고 친환경 골프장의 건설 및 운영을 유도하는데 상당한 도움이 될 것으로 기대된다. 더불어 본 연구에서는 단위 격자크기에 대한 관련 규정의 개정 전 사업승인을 득한 12개 골프장에 대하여 개정된 규정을 적용하여 지형적 측면에서 입지평가 기준에 부합하는지의 여부를 재평가하여 규정 개정의 적절성을 입증하고자 하였다.

2. 단위 격자크기별 경사비율 분석

2.1 연구 대상 골프장 개발사업

본 연구에서는 연구대상 사업지로 최근 수도권과의 접근성이 양호하고 토지매입비용 등의 측면에서 타 지역에 비해 유리하여 강원도 서북부 지역과 더불어 골프장 개발사업이 폭발적으로 증가하고 있는 충북 북부권 충주, 음성 등지에 현재 공사 중이거나 2011년 12월 이전 사업계획이 수립되어 사전환경성검토를 수행하고 있는 12개 골프



그림 1. 연구대상 골프장 분포

장 개발 사업지를 선정하였다. 그림 1은 연구 대상지의 분포를 나타낸 것이며, 표 1은 이들 사업지의 현황을 나타낸 것이다.

표 1. 연구대상 골프장 현황 (2011년 12월 기준)

구 분	위 치	계획부지 면적(m ²)	사업시행 여부
A-골프장	충주	1,115,535	미착공
B-골프장	충주	1,332,900	미착공
C-골프장	충주	583,867	공사중
D-골프장	충주	924,048	공사중
E-골프장	충주	1,088,635	미착공
F-골프장	충주	1,066,799	미착공
G-골프장	충주	1,325,616	미착공
H-골프장	음성	1,431,341	공사중
I-골프장	음성	1,372,500	공사중
J-골프장	음성	960,154	공사중
K-골프장	음성	1,027,095	미착공
L-골프장	음성	1,219,700	미착공

2.2 수치표고모델 및 경사도 제작

단위 격자크기에 따른 경사도 비율의 변화를 분석하기 위하여 12개 연구대상 골프장 개발 사업지를 대상으로 관련 규정에서 제시하고 있는 단위격자 크기를 적용하여 수치표고모델(DEM) 및 경사도를 제작하였다.

환경부의 골프장 개발 및 평가에 관한 규정에서 지형 항목에 대한 분석시 개발사업 대상지에 대하여 지형측량 또는 수치지형도(축척 1:5,000)를 이용하여 DEM을 작성하고 이를 이용하여 경사도를 작성한 후 최종적으로 경사도별 면적비율을 산출하도록 규정하고 있는 바, 관련 규정에서 정하고 있는 경사도 비율 산출방법의 적합성을 분석하기 위하여 관련 규정에서 통상적으로 적용하고 있는 경사도 제작방법 및 분석절차를 준용하였다. 그리고 DEM 및 경사도의 제작을 위한 단위 격자크기는 관련규정에서 규정하고 있는 25m×25m를 포함하여 20m, 15m, 10m, 5m로 각기 달리 설정하여 DEM 및 경사도를 제작하였다. DEM로부터 경사도를 제작하는 과정에서 각의 등급은 통상 10°로 제작되나 본 연구에서는 사전환경성 평가시 경사도의 분석에 적용하고 있는 등급분류 기준인 5°로 등급 구간을 조정하였다.



그림 2. I-골프장 위성사진

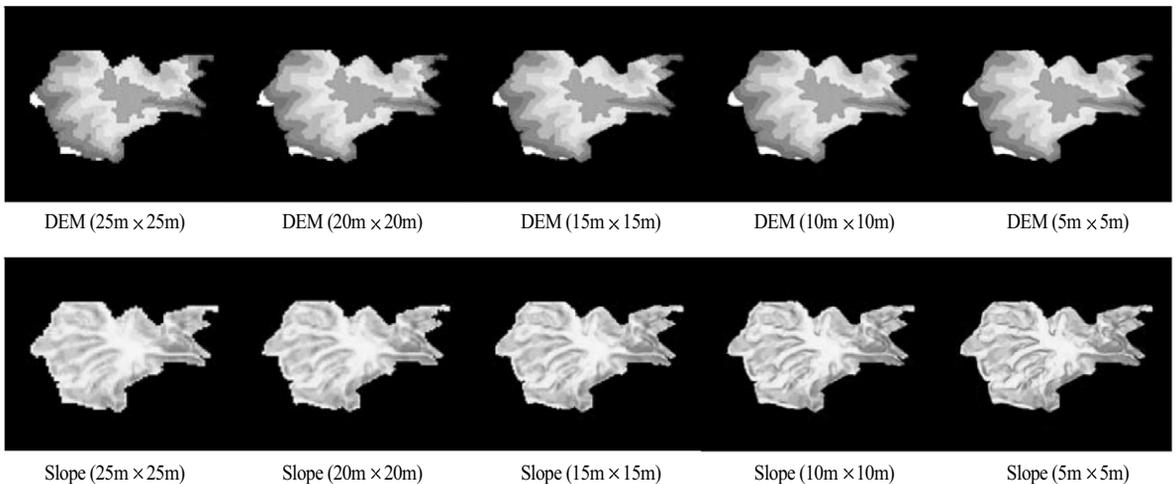


그림 3. 수치표고모델 및 경사도(I-골프장)

이상의 방법에 의해 연구 대상지 12개소에 대한 DEM과 경사도를 제작하였다. 그림 2는 연구대상 사업지들 중 I-골프장 예정지이며, 그림 3은 I-골프장 예정지에 대한 단위 격자크기별 DEM과 이로부터 생성한 각 격자별 경사도를 예로서 나타낸 것이다.

2.3 단위 격자크기별 경사도 분석

관련 규정의 개정 전의 경우 골프장 입지의 적정성 검토시 지형적 요소로서 경사도를 분석하여 경사도 25° 이상의 지역이 전체 사업부지의 40%를 초과할 수 없도록 명시하고 있다. 이때 경사도 분석을 위해서 통상 지형측량 또는 수치지형도(축척 1:5000)을 이용하여 단위격자 25m × 25m 크기의 경사도를 제작하고 경사등급별 면적을 산출한 후 이를 전체 사업면적 대비 경사등급별 면적분포

비율로 산출하도록 하고 있으며(김상석, 2001), 개정 후의 규정에서도 단위 격자크기를 제외한 모든 경사 분석방법은 동일하게 적용하고 있다.

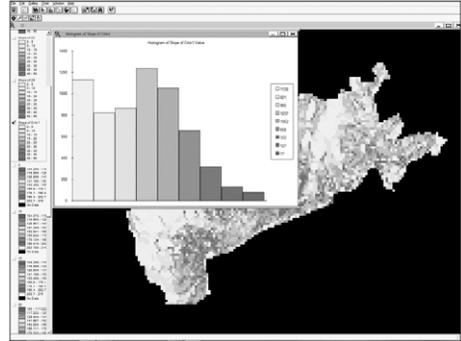


그림 4. 경사도별 면적 산출(J-골프장)

표 2. 경사도별 면적분포 산출결과

(단위 : m²)

분류	격자크기 경사도	5m	10m	15m	20m	25m
		A				
	0°-5°	43,358	28,685	24,046	25,280	26,322
	5°-10°	69,588	82,358	96,182	107,541	123,461
	10°-15°	173,633	193,602	212,140	235,546	268,230
	15°-20°	224,267	244,476	272,367	291,323	291,418
	20°-25°	228,743	237,780	239,107	232,336	226,241
	25° 이상	375,946	328,634	271,693	223,508	179,864
B						
	0°-5°	60,778	48,618	44,520	44,354	43,872
	5°-10°	91,809	97,808	106,262	116,104	120,393
	10°-15°	154,933	170,612	182,661	201,877	233,643
	15°-20°	204,511	220,374	244,586	258,624	275,475
	20°-25°	219,669	229,935	236,158	238,078	235,684
	25° 이상	356,935	321,287	274,449	229,598	178,569
C						
	0°-5°	5,326	2,299	2,026	2,401	2,503
	5°-10°	8,426	7,697	11,029	13,206	11,264
	10°-15°	36,231	34,186	35,113	32,815	46,309
	15°-20°	77,912	68,573	73,377	84,439	96,372
	20°-25°	99,466	101,360	108,040	114,452	119,527
	25° 이상	356,506	369,752	354,282	336,554	307,891
D						
	0°-5°	49,437	34,187	26,562	29,525	33,136
	5°-10°	166,205	182,830	209,121	220,239	233,200
	10°-15°	209,443	228,413	236,358	252,956	275,089
	15°-20°	176,927	184,630	195,840	211,462	198,814
	20°-25°	143,636	152,042	150,369	134,059	127,541
	25° 이상	178,401	141,946	105,798	75,807	56,268
E						
	0°-5°	116,570	100,909	93,003	91,186	107,171
	5°-10°	124,062	133,746	143,324	151,577	141,015
	10°-15°	131,154	45,524	160,847	179,173	204,942
	15°-20°	155,801	174,070	200,834	229,165	261,974
	20°-25°	176,029	194,232	207,573	227,566	222,490
	25° 이상	385,020	340,155	283,054	209,968	151,043
F						
	0°-5°	64,806	44,421	36,258	38,472	41,320
	5°-10°	73,857	92,743	117,783	139,862	147,123
	10°-15°	176,166	198,393	220,702	251,271	295,498
	15°-20°	233,922	253,419	275,426	283,732	297,376
	20°-25°	206,569	221,904	220,702	209,593	187,817
	25° 이상	311,479	255,920	195,929	143,870	97,665

분류	격자크기 경사도	5m	10m	15m	20m	25m
		G				
	0°-5°	22,466	11,812	5,860	7,966	9,384
	5°-10°	25,215	30,530	44,172	48,994	56,928
	10°-15°	109,883	116,416	114,036	136,226	157,022
	15°-20°	238,533	231,930	257,145	262,096	292,149
	20°-25°	280,492	312,710	340,081	369,643	385,986
	25° 이상	649,026	622,218	564,322	500,691	424,147
H						
	0°-5°	117,127	89,877	78,719	81,608	74,380
	5°-10°	117,802	130,767	139,895	146,414	150,635
	10°-15°	137,340	160,060	175,431	191,619	246,266
	15°-20°	178,517	202,949	244,255	296,029	344,397
	20°-25°	234,029	262,734	308,130	340,834	342,522
	25° 이상	646,525	584,953	484,911	374,837	273,142
I						
	0°-5°	119,336	107,516	100,569	97,179	93,410
	5°-10°	203,783	215,631	225,383	233,149	236,638
	10°-15°	252,417	258,238	274,320	290,337	327,557
	15°-20°	316,671	331,548	51,543	381,917	390,453
	20°-25°	234,198	243,836	247,831	243,547	225,429
	25° 이상	246,094	215,731	172,853	126,372	99,014
J						
	0°-5°	129,706	111,564	107,458	104,365	110,643
	5°-10°	167,715	187,508	206,823	232,010	240,664
	10°-15°	164,439	196,213	219,637	244,454	288,171
	15°-20°	191,071	204,618	218,738	225,187	205,033
	20°-25°	163,289	166,096	151,071	129,653	101,266
	25° 이상	143,934	94,154	56,427	24,486	14,377
K						
	0°-5°	73,569	55,071	51,394	52,672	52,140
	5°-10°	113,420	117,213	120,178	133,065	144,993
	10°-15°	125,835	142,140	165,342	184,350	216,418
	15°-20°	139,998	161,502	192,856	232,864	259,274
	20°-25°	175,108	186,544	207,132	215,306	207,847
	25° 이상	399,164	364,625	290,192	208,838	146,421
L						
	0°-5°	114,787	89,254	76,934	74,479	74,982
	5°-10°	72,703	88,455	101,454	115,723	124,969
	10°-15°	109,218	132,782	148,245	180,192	206,824
	15°-20°	154,523	163,332	193,685	203,016	232,443
	20°-25°	203,949	223,833	234,627	247,864	238,066
	25° 이상	564,520	522,044	464,755	398,425	342,416

이에 본 연구에서는 2.2절의 선행연구를 통해 제작한 연구대상지별 경사도를 이용하여 경사등급별 면적비율을 산출하였다. 일반적으로 경사도의 제작과정에서 단위 격자크기를 작게 할수록 해상도와 정확도가 높아진다는 것은 이미 널리 알려진 사실이다. 그러나 본 연구에서 단위 격자크기에 따른 경사도를 분석하는 것은 단위격자 크기별로 경사등급별 면적비율이 큰 차이를 보이게 되며, 그 결과는 골프장의 개발입지 적성성 평가시 승인여부를 결정할 수 있는 중요한 요소가 되기 때문이다. 경사도 등급별 면적은 제작된 경사도의 히스토그램분석(histogram)을 통하여 각각의 COUNT VALUE를 산출하고 이를 이용하여 구성비를 구한 후 전체 면적으로부터 각 CLASS LABEL의 면적비율을 곱하여 산출하는 방법을 이용하였다(그림 4). 표 2는 선행 작업을 통해 제작한 12개 연구대

상의 경사도를 이용하여 산출한 경사도 등급별 면적을 나타낸 것이다. 그리고 표 3은 전체 사업면적 대비 경사등급별 면적 비율 분포를 나타낸 것이다.

3. 지형분석 기준 재정립 및 환경영향성 재평가

3.1 단위 격자크기에 따른 경사면적 비율 변화 분석 및 경사도 분석의 최적화를 위한 단위 격자크기의 재설정

경사도는 다양한 방법에 의해 제작될 수 있으나 최근에는 일반적으로 DEM으로부터 경사도를 산출하는 방법이 주로 사용된다. 이 경우 경사도의 산출을 위해 형성하게 되는 DEM의 격자크기는 최종적인 경사도 산출 결과에

표 3. 경사도별 면적분포 산출결과

(단위 : %)

분류	경사도	격자크기				
		5m	10m	15m	20m	25m
A	0° -5°	3.887	2.571	2.156	2.266	2.360
	5° -10°	6.238	7.383	8.622	9.640	11.067
	10° -15°	15.565	17.355	19.017	21.115	24.045
	15° -20°	20.104	21.916	24.416	26.115	26.124
	20° -25°	20.505	21.315	21.434	20.827	20.281
	25° 이상	33.701	29.460	24.355	20.036	16.124
B	0° -5°	5.583	4.466	4.090	4.074	4.030
	5° -10°	8.433	8.984	9.761	10.665	11.059
	10° -15°	14.232	15.672	16.779	18.544	21.462
	15° -20°	18.786	20.243	22.467	23.757	25.305
	20° -25°	20.178	21.121	21.693	21.869	21.649
	25° 이상	32.787	29.513	25.210	21.090	16.495
C	0° -5°	0.912	0.394	0.347	0.411	0.429
	5° -10°	1.443	1.318	1.889	2.262	1.929
	10° -15°	6.205	5.855	6.014	5.620	7.931
	15° -20°	13.344	11.745	12.567	14.462	16.506
	20° -25°	14.036	17.360	18.504	19.602	20.472
	25° 이상	64.059	63.328	60.678	57.642	52.733
D	0° -5°	5.350	3.700	2.875	3.195	3.586
	5° -10°	17.987	19.786	22.631	23.834	25.237
	10° -15°	22.666	24.719	25.579	27.375	29.770
	15° -20°	19.147	19.981	21.194	22.884	21.516
	20° -25°	15.544	16.454	16.273	14.508	13.802
	25° 이상	19.307	15.361	11.449	8.204	6.089
E	0° -5°	10.708	9.269	8.543	8.376	9.845
	5° -10°	11.396	12.286	13.165	13.924	12.953
	10° -15°	12.048	13.368	14.775	16.458	18.826
	15° -20°	14.312	15.990	18.448	21.051	24.064
	20° -25°	16.170	17.842	19.067	20.904	20.438
	25° 이상	35.367	31.246	26.001	19.287	13.874
F	0° -5°	6.075	4.164	3.399	3.606	3.873
	5° -10°	6.923	8.694	11.041	13.110	13.791
	10° -15°	16.514	18.597	20.688	23.554	27.700
	15° -20°	21.927	23.755	25.818	26.597	27.876
	20° -25°	19.363	20.801	20.688	19.647	17.606
	25° 이상	29.198	23.989	18.366	13.486	9.155
G	0° -5°	1.695	0.891	0.442	0.601	0.708
	5° -10°	1.902	2.303	3.332	3.696	4.294
	10° -15°	8.289	8.782	8.603	10.276	11.845
	15° -20°	17.994	17.496	19.398	19.772	22.039
	20° -25°	21.159	23.590	25.655	27.885	29.118
	25° 이상	48.960	46.938	42.571	37.770	31.996
H	0° -5°	8.183	6.279	5.500	5.702	5.197
	5° -10°	8.230	9.136	9.774	10.229	10.524
	10° -15°	9.595	11.183	12.256	13.387	17.205
	15° -20°	12.472	14.179	17.065	20.682	24.061
	20° -25°	16.350	18.356	21.527	23.812	23.930
	25° 이상	45.169	40.868	33.878	26.188	19.083
I	0° -5°	8.695	7.834	7.327	7.080	6.806
	5° -10°	14.848	15.711	16.421	16.987	17.241
	10° -15°	18.391	18.815	19.987	21.154	23.866
	15° -20°	23.073	24.157	25.613	27.826	28.448
	20° -25°	17.064	17.766	18.057	17.745	16.425
	25° 이상	17.930	15.718	12.594	9.207	7.214
J	0° -5°	13.509	11.619	11.192	10.870	11.523
	5° -10°	17.468	19.529	21.541	24.164	25.065
	10° -15°	17.126	20.436	22.875	25.460	30.013
	15° -20°	19.900	21.311	22.782	23.453	21.354
	20° -25°	17.007	17.299	15.734	13.503	10.547
	25° 이상	14.991	9.806	5.877	2.550	1.497
K	0° -5°	7.163	5.362	5.004	5.128	5.076
	5° -10°	11.043	11.412	11.701	12.955	14.117
	10° -15°	12.252	13.839	16.098	17.949	21.071
	15° -20°	13.630	15.724	18.777	22.672	25.243
	20° -25°	17.049	18.162	20.167	20.963	20.236
	25° 이상	38.863	35.501	28.254	20.333	14.256
L	0° -5°	9.411	7.318	6.308	6.106	6.148
	5° -10°	5.961	7.252	8.318	9.488	10.246
	10° -15°	8.954	10.886	12.154	14.773	16.957
	15° -20°	12.669	13.391	15.880	16.645	19.057
	20° -25°	16.721	18.351	19.236	20.322	19.518
	25° 이상	46.283	42.801	38.104	32.666	28.074

상당한 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(이근상 등, 2002; 양인태 등, 2002). 즉 DEM의 격자크기가 커질수록 DEM의 생성에 활용되는 등고선 자료와 많은 위치오차를 나타나게 되며, 선의 형태도 직선화됨으로써 정확도는 저하되고 실제 지형을 효과적으로 반영하지 못하게 되는 취약점을 가지게 된다(신진민 등, 1999; 우제윤, 2001). 결과적으로 경사도의 제작에 있어 DEM의 일정한 격자크기를 결정하는 것은 지형분석의 결과에 매우 큰 영향을 미치게 된다.

따라서 본 연구에서 골프장 개발사업의 시행에 따른 환경영향성 및 개발입지의 적절성을 판단하는데 있어 현재 규정에서 제시한 지형모형의 구축방법의 적절성을 재검토하기 위하여 선행 기초연구에서 구축한 경사도별 경사비율 산출 결과값을 이용하여 격자크기별 경사도 비율의 변화를 비교·검토하였다. 그림 5부터 그림 8까지는 12개 연구대상지 중 구규정에서 제시하고 있는 승인 기준에 해당하는 경사도 25° 이상 지역의 면적비율이 전체 사업부지의 40%를 상회할 것으로 예상되는 4개소의 대상지(C, G, H, L-골프장)의 경사도 분석결과를 제시한 것이다. 참고로 격자크기별 경사비율을 상대비교를 위하여 해당 연구대상지의 수치지형도(1:5000)을 이용하여 표고점 추출간격을 1m로 설정한 TIN을 생성한 후 이를 경사도로 직접 전환하여 경사도별 경사비율을 산출하여 추가하였다.

연구대상지 12개소 골프장에 대하여 DEM 격자크기의 증감에 따른 경사도별 면적 및 경사 분포를 분석한 결과, 단위 격자크기의 설정에 따른 경사비율의 분포양상에는 상호 상당한 편차가 발생하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 특히 경사도 25°를 기준으로 하여 이보다 경사도가 낮은 지역(경사도 0°~25°)은 DEM의 격자크기가 커질수록 해당 면적비율이 높아짐을 확인할 수 있으며, 반대로 경사도가 높은 지역(경사도 25° 이상)에서는 격자크기가 커질수록 해당 면적비율은 낮아짐이 확인되었다. 이러한 경향은 그림 5에서 그림 8에 제시한 C, G, H, L-골프장의 경사비율 분포도에서 확연히 구별할 수 있으며, 이외의 다른 대상지에서 격자크기별 경사비율 분포를 조사한 결과에서도 유사한 경향을 나타내고 있었다.

격자의 크기의 변화에 따른 경사비율의 변화양상을 보다 명확히 제시하기 위해 지형의 기복을 가장 정확하게 묘사할 수 있는 것으로 알려지고 있는 TIN모델을 기준으로 격자크기별 경사비율 산출 결과와의 평균편차를 계산하여 그래프로 제시해 보았다(그림 9)(표 4).

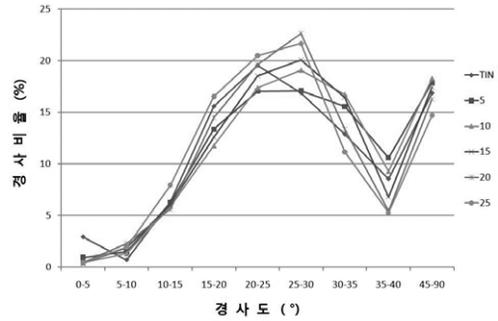


그림 5. C-골프장 경사도별 경사분포도

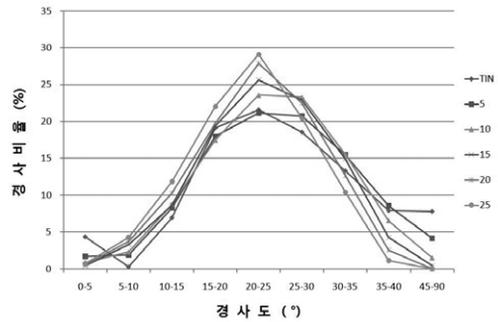


그림 6. G-골프장 경사도별 경사분포도

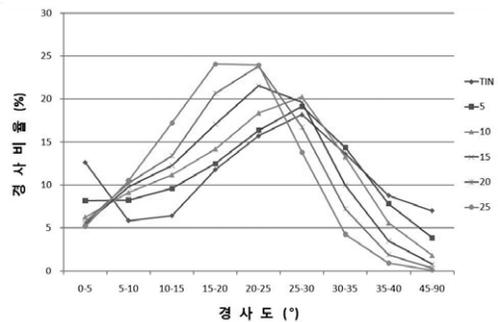


그림 7. H-골프장 경사도별 경사분포도

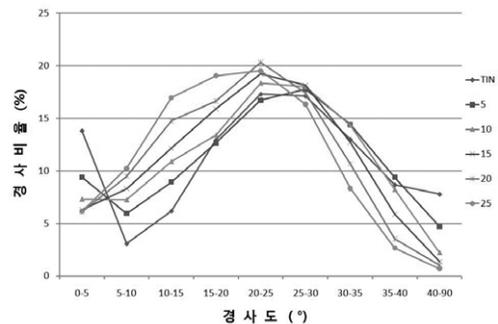


그림 8. L-골프장 경사도별 경사분포도

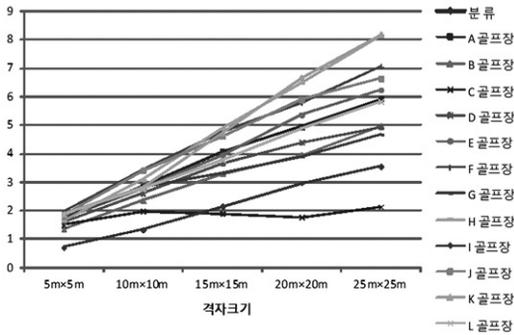


그림 9. 연구대상지 골프장 경사비율 평균편차 (TIN Model 기준)

표 4. 연구대상지 골프장 경사비율 평균편차 (단위: %)

격자크기 분류	5m × 5m	10m × 10m	15m × 15m	20m × 20m	25m × 25m
A-골프장	1.72	2.85	4.08	4.96	5.93
B-골프장	1.36	2.37	3.30	3.96	4.99
C-골프장	1.50	1.98	1.90	1.77	2.13
D-골프장	1.61	2.61	3.66	4.40	4.94
E-골프장	1.70	2.78	3.95	5.37	6.24
F-골프장	1.98	3.44	4.76	5.80	7.06
G-골프장	1.76	2.84	3.33	3.90	4.70
H-골프장	1.63	3.10	4.89	6.51	8.15
I-골프장	0.72	1.34	2.14	2.95	3.56
J-골프장	1.84	3.41	4.60	5.91	6.65
K-골프장	1.90	2.82	4.72	6.67	8.20
L-골프장	1.86	2.78	3.79	4.88	5.83

연구대상 12개 골프장에 대하여 각각 DEM의 격자크기에 따른 경사도별 경사비율의 평균편차는 격자크기가 작을수록 편차가 작게 나타나고 반대로 격자크기가 커짐에 따라 평균 편차는 크게 증가하는 양상을 보였다. 이는 단위 격자크기가 작게 설정될수록 실제 지형과 근접한 경사도 분석이 가능하나 반대로 단위 격자크기가 크게 설정될수록 실제 지형의 경사와 큰 차이를 보임을 나타내는 것이다. 본 연구결과는 지형 분석시 단위 격자크기의 설정값에 따라 경사도의 분석결과가 크게 변화함을 입증한 것으로 환경부 관련 규정에서 제시하고 있는 지형분석 기준인 25m × 25m의 격자크기로 지형분석이 이루어질 경우, 경사도가 낮은 지역의 경사도 비율은 실제보다 크게 분석되고, 경사

도가 높은 지역의 경사도 비율은 실제 지형보다 오히려 감소하여 높은 경사도를 가지는 지역의 누적비율이 상대적으로 과소평가될 수 있는 문제점이 도출되었다. 이상의 결과는 개정 이전의 규정에 의한 지형분석방법으로 경사도를 분석할 경우 규정에서 제시하고 있는 25° 이상 경사지의 누적 면적비율이 감소하여 40%이하로 평가될 수 있음을 입증한 결과라 할 수 있다. 따라서 단위 격자크기가 사업면적에 비하여 지나치게 크게 설정됨에 따라 정확한 지형분석이 불가능해짐은 물론이고 관련규정에 의거 사업의 승인의 판정 근거로 사용되고 있는 경사도 비율의 분석시 자료의 정확도가 크게 저하됨으로써 골프장 건설을 위한 사업승인이 불가능하거나 제한되어야 할 산지에서도 골프장 개발사업이 승인되는 매우 불합리한 결과를 초래하였으리라 판단되며 이로 인해 심각한 산지지형의 변화 및 산림의 훼손이 발생할 수 있었을 것이라 판단된다. 이에 본 연구결과를 토대로 하여 골프장 개발사업의 입지평가 및 환경성 평가시 지형분석방법의 부적절성에 대한 시정을 환경부에 건의하였으며, 관련 규정에 대한 개정작업이 진행되어 2011년 말 관련 규정의 개정이 이루어졌다.

개정된 내용을 살펴보면 골프장 조성을 위한 개발사업의 시행에 따른 사전환경성 평가과정에서 적용되던 환경부 고시 2010-90호 “골프장의 중점 사전환경성 검토항목 및 검토방법 등에 관한 규정” (별표) 제1호 나목 중 “경사도 25° 이상(25m×25m 기준)”을 “경사도 25° 이상(5m×5m 기준)”으로 강화하여 경사도 분석의 정밀도를 높이기도 하였다(환경부 공고 제2011-385호). 이상 개정법은 본 연구의 결과가 그대로 반영된 것이라 할 수 있다.

금번 관련 규정의 개정으로 골프장 개발사업의 입지선정에서 상당부분 제한될 것으로 예상되며, 골프장 개발사업으로 인한 산림의 난개발을 규제함으로써 환경 및 재해 피해의 방지와 친환경 골프장의 건설 및 운영을 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

3.2 골프장 입지의 적합성 재평가

관련 규정 개정 전 골프장 건설 사업지에 대한 입지 및 환경성 평가 기준인 25m×25m는 선형 연구에서도 확인한 바와 같이 단위 격자크기가 크게 설정될수록 실제 지형의 경사도는 상대적으로 저평가되는 사실이 확인됨에 따라 이 기준을 적용한 상당수의 골프장 조성계획지가 협의를 통과하였을 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 규정 개정 전 기준 기준이 적용되어 협의를 통과한 12개 연구대상지에 대하여 개정 후 규정에 의거한 지형분석 기준(5m×

5m)을 적용하여 골프장 입지로서의 적합성을 재평가하고 기 승인을 득한 대상 골프장 사업지 중 부적합한 입지를 추출하여 보았다. 재평가는 격자크기별로 분석한 경사도 별 면적비율 분포 중 현행 관련규정에서 규정하고 있는 25° 이상 지역의 누적경사비율을 산출하여 환경성 협의기준에 만족하는지의 유무를 평가하는 방법을 적용하였다.

표 5는 연구 대상지 12개소에 대하여 격자크기별로 경사도 25° 이상 지역의 누적경사비율을 산출한 결과이며, 그림 10은 이를 도시한 것이다. 연구대상지 12개소는 조성 계획에 대한 평가시 관련규정인 경사도 25° 이상의 누적경사비율이 40%를 넘지 않는 곳으로 분류되어 현재 환경성평가의 협의를 통하여 건설공사가 시행되거나 협의가 완료된 골프장이다.

표 5. 단위 격자크기별 경사도 25° 이상 지역의 누적경사비율 (단위 : %)

격자크기 분류	5m× 5m	10m× 10m	15m× 15m	20m× 20m	25m× 25m
A-골프장	33.701	29.460	24.355	20.036	16.124
B-골프장	32.787	29.513	25.210	21.090	16.495
C-골프장	64.059	63.328	60.678	57.642	52.733
D-골프장	19.307	15.361	11.449	8.204	6.089
E-골프장	35.367	31.246	26.001	19.287	13.874
F-골프장	29.198	23.989	18.366	13.486	9.155
G-골프장	48.960	46.938	42.571	37.770	31.996
H-골프장	45.169	40.868	33.878	26.188	19.083
I-골프장	17.930	15.718	12.594	9.207	7.214
J-골프장	14.991	9.806	5.877	2.550	1.497
K-골프장	38.863	35.501	28.254	20.333	14.256
L-골프장	46.283	42.801	38.104	32.666	28.074

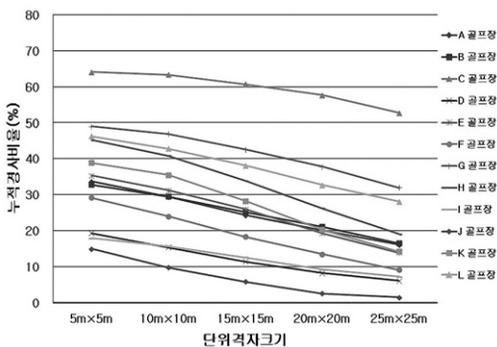


그림 10. 격자 크기별 경사도 25° 이상 지역의 누적 경사 분포

이들 12개소 골프장 조성 예정지에 대하여 경사도 25° 이상의 누적경사비율을 격자크기별로 재평가한 결과, 모든 격자크기에서 현행 규정을 만족하는 골프장 예정지는 12개소 중 8개소로 분석되었으며, 4개소(C, G, H, L-골프장)는 격자크기에 변화에 따라 누적비율이 40%를 상회하고 있는 것으로 분석되었다.

특히, C-골프장의 경우 현행 규정인 격자크기 25m×25m일 경우는 물론이고 모든 격자크기에서 누적경사비율이 40%를 크게 상회하고 있는 것으로 나타나고 있다. 그리고 G-골프장의 경우는 격자크기 15m×15m이하에서 누적경사비율이 40%를 상회하고 있으며, 현행 규정인 25m×25m의 격자크기의 누적경사비율은 약 32%로 현행 규정을 만족하고 있는 것으로 분석되었다. 이는 실제 지형과 근접할 수 있도록 격자크기를 조밀하게 설정할 경우 규정을 만족할 수 없어 사업의 승인을 득할 수 없으나, 현행 규정과 같이 격자크기를 크게 설정할 경우 규정을 만족하여 협의를 진행할 수 있음을 나타내고 있는 예라 할 수 있다. H-골프장과 L-골프장의 경우도 G-골프장과 마찬가지로 격자크기에 따라 협의의 가능여부가 달라지는 경우라 할 수 있으며, 격자크기 15m×15m이상으로 설정할 경우 협의가 가능하나 이보다 격자크기를 작게 설정할 경우 협의가 불가능함을 보여주고 있다.

이상의 분석결과, 전체 12개소의 골프장 중 4개소(33.3%)의 경우 개정된 규정의 경사도 분석 기준을 적용할 경우 허가 및 승인 규정을 만족시키지 못하는 것으로 재평가되었다. 따라서 이들 골프장 조성계획지의 경우, 부적절한 입지선정 및 입지평가가 이루어졌음을 확인할 수 있었으며, 골프장 조성계획지에 대한 개정 전 평가기준 및 방법은 정확한 지형의 묘사와 이를 통한 지형분석 및 골프장 입지로서의 적절성을 판단하는데 부적절한 지형 분석 방법이었음을 입증하고 있다. 또한 이러한 분석방법에 의해 개발사업의 승인이 이루어질 경우 무분별한 개발사업으로 이어져 산림지형의 과도한 훼손과 환경파괴 및 재해 위험성을 가중시킬 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 골프장 건설에 따른 산림지역의 과도한 훼손과 이로 인한 환경적 피해를 저감하고, 관련규정에서 명시하고 있는 지형분석 방법 및 조건에 의한 골프장 개발입지의 선정 및 입지평가 결과의 적합성을 평가하기 위하여 지형 분석시 단위 격자크기에 따른 경사도의 비율

변화를 분석하고 이를 이용하여 연구대상 골프장 조성계획에 대한 재평가를 실시하였다. 이상의 연구결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 골프장 조성계획에 대한 입지 평가시 적용되는 지형분석방법 및 기준에 대한 적절성을 분석하기 위하여 현 규정에서 제시하고 있는 격자크기를 포함하여 다양한 격자크기를 재설정하여 격자크기의 설정에 따른 경사도별 면적 및 경사 분포 비율의 변화를 분석한 결과, 단위 격자크기의 증감에 따라 경사도의 경사면적 및 경사 분포 비율이 크게 변화함을 확인할 수 있었다.

둘째, 연구대상 12개 골프장에 대하여 각각 DEM의 격자크기에 따른 경사도별 경사비율의 평균편차를 분석한 결과, 경사도가 높은 지역일수록 격자크기가 커짐에 따라 평균 편차는 크게 증가하고 전체면적 대비 경사면적비율은 감소하여 경사도가 높은 지역의 경사도가 상대적으로 과소평가됨을 입증할 수 있었다. 이를 통해 골프장 조성계획지에 대한 평가기준 및 방법은 정확한 지형의 묘사와 이를 통한 지형분석 및 골프장 입지로서의 적절성을 판단하는데 부적절한 지형분석 기준임을 입증하였다. 이에 관련 기준의 개정을 요구하여 경사도 분석시 단위 격자크기를 기존 25m×25m에서 5m×5m로 개정될 수 있도록 하였다.

셋째, 관련 규정 개정 전 사업승인을 득한 12개 골프장 개발 사업지에 대하여 관련 규정에서 규정하고 있는 25° 이상지역의 누적경사비율을 산출하고 규정개정에 따른 환경성 협의기준에 만족하는지의 유무를 재평가한 결과, 골프장 예정지 12개소 중 8개소는 관련 규정을 만족하는 것으로 분석되었으나 4개소(C, G, H, L-골프장)는 격자크기에 변화에 따라 누적비율이 40%를 상회하여 관련 규정을 만족시키지 못하는 것으로 분석되었다. 이들 4개 골프장 개발 사업지의 경우 부적절한 입지선정 및 입지평가가 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

골프장 개발사업은 산지를 중심으로 입지하는 특성을 고려할 때, 이상의 연구결과에서와 같이 실제 지형을 적절히 반영하지 못하는 지형분석방법 및 조건에 의해 입지평가가 이루어질 경우, 산림지형의 과도한 훼손과 환경과피 및 재해 위험성을 가중시킬 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구의 수행에 관련 자료를 협조하여 주신 원주지방 환경청 관계자 분들께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

김상석 (2001), 불규칙 삼각망을 이용한 골프장의 지표면적 산출에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 한국지리정보학회, 제4권 제4호, pp. 61-71.

김지영, 권영한, 노태호, 이수재, 이영준, 이정현 (2005), 지형·지질을 고려한 개발사업의 입지선정에 관한 연구, 한국환경정책평가원.

김지영 (2006), 환경을 고려한 골프장 입지 전략과 과제, 환경미디어, 통권 2005호, 한국수자원환경신문사, pp. 54-56.

권영한 (2005), 골프장 개발을 위한 입지 관련 규제;자연환경의 문제점 및 개선방안을 중심으로, 자연보존, 제131호, 한국자연보존협회, pp. 38-46.

남희찬 (2011), 골프장 개발의 입지기준 적정성 확보방안, 명지대학교 부동산 유통경영대학원.

신진민, 이규석 (1999), GIS Software를 이용한 한국 산악지형의 경사도 산출 정확도에 관한 연구;원자료의 등고선 간격과 해상력을 중심으로, 한국GIS학회지, 한국GIS학회, 제7권 제1호 통권12호, pp. 1-12.

우제윤 (2001), 수치표고모형 구축을 위한 지형별 보간 방법 및 격자크기에 관한 연구, 개방형지리정보시스템학회 논문집, 개방형지리정보시스템학회, 제3권 제2호, pp. 5-19.

양인태, 김연준, 유영걸 (2002), DEM 격자크기에 따른 지형경사와 배수유역 면적의 분석, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제20권 제3호, pp. 303-311.

이근상, 최연우, 조기성 (2006), DEM기반 조합방법에 의한 경사도 평가기법의 제안, 대한토목학회논문집-D, 대한토목학회, 제26권 제6호, pp. 1019-1023.

정은경, 오휘영, 이동근 (2003), 사전 환경성 검토제도를 위한 환경 친화적 기준설정 연구; 골프장 조성사업 중심으로, 한국환경영향평가학회 학술발표회 자료집, 한국환경영향평가학회, pp. 87-90.

황소영(2011), 경기도 산림지역 골프장의 법제 및 입지 현황 분석을 통한 친환경성 개선방안, 단국대학교 대학원.

환경부(2010), 골프장의 중점 사전환경성 검토항목 및 검토방법 등에 관한 규정