



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



碩士學位論文

제주지역 골프장의 관개용수
이용 특성

濟州大學校 大學院

토목해양공학과

金奉奭

2011年 08月

제주지역 골프장의 관개용수 이용특성

指導教授 楊 城 基

金 奉 奭

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2011年 08月

金奉奭의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長

김 상 진

委 員

김 남 령

委 員

함 성 기



濟州大學校 大學院

2011年 08月



CHARACTERISTICS OF IRRIGATION
WATER USE IN THE GOLF COURSES OF
JEJU ISLAND, KOREA

Bong-Seok Kim
(Supervised by Professor Sung-Kee Yang)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of
Master of Engineering

2011. 8.

This thesis has been examined and approved.

Department of Civil & Ocean Engineering
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

目 次

목 차	i
LIST OF TABLES	iii
LIST OF FIGURES	iv
SUMMARY	v
I. 서론	1
II. 연구 조사 및 방법	3
1. 연구의 대상 및 범위	3
2. 제주도 수자원 현황	6
1) 물수지	6
2) 수자원 개발·이용	6
3. 제주도 골프장의 일반 현황	10
1) 국내 골프장 개발	10
2) 제주지역 골프장 개발	12
3) 골프장 이용객 추이	15
4) 골프장 잔디관리	17
5) 골프장 관개용수 원단위 산정	19
6) 골프 관광객이 제주 지역경제에 미치는 과급 효과	20
4. 골프장의 수자원 이용과 관리	22
1) 지하수 개발과 이용	22
2) 빗물시설 설치와 이용	24
3) 오수처리 시설과 운용	26
4) 용수이용에 따른 원수대금	28

Ⅲ. 연구결과 및 고찰	32
1. 제주지역 강수량	32
2. 제주지역 골프장의 지하수 이용 특성	36
1) 지역별 지하수 이용 특성	36
2) 계절별 지하수 이용 특성	38
3. 제주지역 골프장의 빗물 이용 특성	41
1) 지역별 빗물 이용 특성	41
2) 계절별 빗물 이용 특성	44
4. 제주지역 골프장 용수이용 특성에 따른 관개용수 원단위 산정	46
1) 월간 지하수 이용량 분석	46
2) 월간 빗물 이용량 분석	49
3) 월간 관개용수의 원단위 산정	52
Ⅳ. 결론	56
1. 요약	56
2. 정책적 제언 및 향후 연구과제	57
참고문헌	60

LIST OF TABLES

Table 1. Selected golf courses in the research	4
Table 2. Selection and location of observation posts for research analysis	5
Table 3. Water Budget Data each regions in Jeju Island	7
Table 4. Status of groundwater developmnet in Jeju Island	7
Table 5. Status of groundwater usage in Jeju Island	8
Table 6. Status of spring water development and usage for water supply in Jeju Island ·	9
Table 7. Status of installation mandatory rainwater usage facilities	9
Table 8. Status of installation recommended rainwater usage facilities	10
Table 9. States of domestic golf courses on operation	11
Table 10. States of domestic golf courses on development	11
Table 11. Trend of domestic golf courses increase	12
Table 12. States of golf course development	14
Table 13. States of golf course users by regional	16
Table 14. Numbers of golf course users by residential pattern	17
Table 15. Consumer Spending of Golf Tourists in 2009	21
Table 16. Ripple Effect throughout Jeju Local Economy by Golf Tourists in 2009 ·	21
Table 17. States of golf course ground water development by area	22
Table 18. States of groundwater wells development in golf courses	23
Table 19. States of rainwater using facilities in golf courses	25
Table 20. States of golf course sewage water treatment	27
Table 21. Price table of groundwater taxation on golf courses groundwater used ·	29
Table 22. Rate difference between the groundwater taxation and the water reates of regional golf courses	30
Table 23. Monthly precipitation in the coastal region of Jeju Island	33
Table 24. Average monthly precipitation of the mid-mountainous region in Jeju Island ·	34
Table 25. Monthly changes of regional precipitation and groundwater used (2006~2009) ·	39
Table 26. Monthly changes of regional precipitation and rain used(2006~2009) ·	43
Table 27. Monthly groundwater used per square meters in golf courses	48
Table 28. Monthly rain water used per square meters in golf courses(2006~2009) ·	51
Table 29. Monthly irrigation water used (water+rainwater) in golf courses ·	53
Table 30. Monthly irrigation water used per square meters in golf courses ·	55

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Location of golf courses in Jeju Island	13
Fig. 2. Trend of golf course users increase	15
Fig. 3. States of monthly golf tourists in Jeju	18
Fig. 4. Trends of coastal precipitation	33
Fig. 5. Trends of mid-mountain area precipitation	34
Fig. 6. Regional distribution of precipitation	36
Fig. 7. Regional average groundwater used per month	40
Fig. 8. Monthly seasonal groundwater used (monthly average, maximum monthly average) ·	41
Fig. 9. Amount of monthly rainwater use on average	42
Fig. 10. Monthly regional rainwater used	44
Fig. 11. Monthly seasonal rainwater used (monthly average, maximum monthly average) ·	45
Fig. 12. Monthly groundwater used per square meters in golf courses	47
Fig. 13. Monthly rainwater used per square meters in golf courses	50
Fig. 14. Monthly seasonal irrigation water used (groundwater + rainwater)	54
Fig. 15. Monthly irrigation water used per square meters in golf courses	54

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the basic unit of irrigation water on golf courses in Jeju Island. The amounts of rainwater and groundwater used on 20 golf courses have been monitored for this study. The characteristics of rainwater and groundwater from the selected 20 golf courses were analyzed based on the existing data that had been collected for three consecutive years from 2006 to 2009.

According to the date, the monthly average of the amount of groundwater used in the southern area was highest at 19,200 m³/month and the western area was followed at 17,500 m³/month. Also the annual average of the groundwater used in the southern area and the western area were at 230,300 m³/year and 210,000 m³/year, respectively. The correlation (R^2) between the lot size of the golf courses and average groundwater used per month was 0.73. For the maintenance of the golf courses, the basic unit of monthly groundwater used was calculated as 24 m³/month per 1,000 m² area.

The annual rainwater used in the golf courses located in the southern area was highest at 374,300 m³/year, followed by 276,600 m³/year in the western area, and the northern area was the lowest at 225,500 m³/year. The seasonal monthly averages of rainwater used were (1) Spring (March to May), approximately 25,500 m³/month; (2) Summer (June to August), 29,600 m³/month; (3) Fall (September to November), 30,900 m³/month; and (4) Winter (December to February), 9,500 m³/month. Also, the correlation (R^2) between the lot size of the golf course area and the monthly rainwater used was 0.51. For the maintenance of the golf courses, the monthly average of rainwater used per 1,000 m² was about 36 m³/month.

The range of monthly irrigation water (groundwater + rainwater) used was about 13,200~55,600 m³/month, with average of 36,600 m³/month. In the respects of the amount of annual water used, groundwater was recorded as 163,500 m³/year, and rainwater was recorded as 275,400 m³/year. Thus, the total annual irrigation water used was approximately 439,000 m³/year. The correlation (R^2) between golf course lot size and average amount of monthly irrigation water used was 0.65, and the monthly basic unit per golf course area (1,000 m²) was calculated as 60 m³.

I. 서론

우리나라 골프코스의 시초는 서양인에 의해 1897년 6홀 규모로 원산 해변에 건설한 것이며, 본격적인 골프시장이 형성되기 시작한 것은 1968년 안양골프장의 개장으로 시작되었다(김정희, 2006). 현재 국내 골프관련 산업은 레저스포츠 산업 중 가장 큰 시장규모를 갖고 있으며 매년 10% 가량 성장하고 있다. 따라서 골프산업은 특정 계층의 유희시설이 아닌 일반 대중의 국민 체육시설로 굳건히 자리 매김을 하고 있으며 향후에도 성장추세는 계속 이어질 것으로 전망되고 있다.

골프장은 해외 관광객의 국내 유치는 물론 국내 관광산업의 경쟁력 확보에 있어서 하나의 기반시설로서 작용한다. 특히, 제주지역의 경우 골프 관광객이 전체 제주 관광객의 13%를 차지하며(강현민 외 4인, 2006), 지역산업에서 차지하는 비중 또한 높은 편이다. 골프장 이용객은 2003년 783천명에서 2009년 1,605천명으로 105%가 증가하였고, 골프장 수도 10개소에서 2009년 28개소로 대폭 증가하였다. 또한 2009년도 골프관광객이 제주 지역경제에 미친 생산효과는 4,826억 2,100만원으로 스포츠 전지훈련이 1,123억 9,800만원보다 4.3배 많은 것으로 분석되었다(최영근 외 1인, 2010). 따라서 제주도에서 골프산업은 지역 경제에 있어서 중요한 역할을 하고 있다.

제주도 골프장의 운영과 산업화와 관련된 연구는 골프장 개발에 따른 지역주민 태도에 관한 연구(서용건 외 3인, 2005), 국제자유도시특별법 발효 이후 제주 지역 골프장사업 성과 분석 연구(강현민 외 4인, 2006), 제주지역 골프산업의 경쟁력 강화에 관한 연구(오만원, 2010) 등 활발히 이루어지고 있지만, 골프장의 운영과 관리면에서 관개용수에 대한 연구는 아직은 미흡한 편이다.

골프장 운영에 있어 관개용수의 확보는 매우 중요하다. 제주도의 골프장은 골프코스를 관리하기 위해 다량의 지하수를 이용하고 있는 시설이라고 할 수 있다(김기표 외 5인, 2009). 특히, 제주도의 경우 최근까지 골프장 관개용수를 지하수에 의존하고 있어 지하수의 남용과 과다개발을 주도하는 것으로 인식되어져 왔다.

제주특별자치도에서는 지하수의 남용과 지하수의 의존율을 줄이기 위해 우리나라에서 처음으로 법제화함과 동시에 법에서 위임된 사항을 제주국제자유도시특별법 시행

조례에 규정하여 시행하고 있다. 즉, 조례가 정하는 일정 규모 이상의 골프장을 비롯한 관광단지 또는 토지의 형질변경이 수반되는 시설을 설치하고자 하는 자는 빗물이용시설 또는 지하수 인공함양시설을 설치하여 운영하도록 하고 있다(제주발전연구원, 2006). 제주국제자유도시특별법이 제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법(이하 특별법)으로 2006년 2월 21일 대체 입법되고, 지하수관리 기본조례를 제정하여 시행할 수 있도록 함에 따라 빗물이용시설에 관한 규정을 개선하였다.

특별법 제316조 및 제주특별자치도 지하수관리 기본조례 제37조의 규정에 의해 빗물이용시설 설치 대상 및 빗물이용 기준 수량을 규정하고 있는데, 빗물이용시설 의무적 설치대상인 골프장인(부지면적이 6만 m^2 이상) 경우 월간 용수이용량의 40% 이상을 빗물로 이용하도록 하고 있다(박원배, 2010).

골프장의 잔디가 필요로 하는 1일 물 소요량은 약 2~10mm 정도이며, 잔디의 종류, 생장시기, 기상조건, 뿌리분포 등에 따라 차이가 나며, 1회 관수량은 약 30mm이며 1 m^2 당 1회 관수에 약 30ℓ의 수량이 필요하다(김정호 외 4인, 2007). 「지하수 취수 허가량 산정 기법(김기표 외 5인, 2009)」 연구는 지하수 원수대금을 이용하여 골프장 골프코스에 대한 연간 원단위를 계산하였으나 골프장 관개용수의 원단위보다는 지하수 취수허가량 산정을 위한 방법으로 접근하였다.

골프장 골프코스의 잔디 및 수목의 생육에 있어서 가장 중요한 요소가 관개용수이며, 골프장별 관개용수량은 골프장의 위치와 잔디 품종 등에 따라 큰 차이를 보이고 있지만, 이에 대한 연구가 제대로 이루어지지 않아 20년 혹은 30년 갈수기를 고려하여 1일 관개용수량을 결정하고 있는 실정이며, 일반적으로 한지형 잔디가 수분 소요량이 높다(김귀곤 외 6인, 1994).

본 연구에서는 제주도내 주요 골프장을 대상으로 관개용수의 이용 특성 및 이용량 분석을 통해 골프장 관개용수의 원단위를 산정하고 골프장 관개용수의 월간 용수 이용량 산정방법을 제시하였으며, 향후 제주지역 골프장의 관개용수 산정에 대한 과학적인 기초자료를 수립하는데 기여할 목적으로 수행되었다. 특히, 본 논문을 작성함에 있어 제주도 골프장 용수의 적정관리 방안 연구(박원배 외 1인, 2010)에서 공동연구된 기초자료를 근거로 2009년 관측자료를 추가하여 재차 분석하였음을 밝히는 바이다.

II. 연구 조사 및 방법

1. 연구의 대상 및 범위

2010년 말 현재, 제주도에서 운영 중인 골프장은 총 28개소이며, 이 중 회원제 골프장이 26개소, 대중 골프장이 2개소이다. 또한 승인받은 골프장이 3개소, 절차 이행중인 골프장이 3개소이다. 본 연구에서는 골프장 관개용수 이용량 분석을 위해서 운영 중인 28개 골프장 중 2006~2009년까지 빗물·지하수 이용량 모니터링 자료 또는 원수대금 자료가 3년 이상 기록되어 있는 지하수·빗물 이용량 자료를 보유하고 있는 20개의 골프장을 선정하였다(Table 1 참조).

골프장 현황조사를 통해 관수지역은 티그라운드, 그린, 휘어웨이, 러프, 벙커, 조성 녹지, 연습그린 등이며, 비 관수지역은 율형보전지역, 저류지, 카트도로, 티하우스, 클럽하우스, 진입도로, 주차장, 배수지, 기타시설물 등으로 조사되었다. 따라서, 골프장 관개용수 원단위 산정에 있어 전체 골프장 면적에서 비 관수지역을 제외한 관수지역(골프코스)을 대상으로 관개용수 이용특성을 분석하였다.

강우 특성 분석을 위해 제주도내에서 운영되고 있는 기상청관할 관측소와 제주특별자치도 재난안전대책본부에서 운영하고 있는 관측소 중 본 연구대상 골프장과 연계하여 20개소를 선정하였다(Table 2 참조). 특히, 골프장들이 대부분 중산간 지역에 분포하고 있어 해안지역과 중산간 지역으로 구분하였다. 해안지역 강수량에 대해서는 기상청관할 4개 기상관측소 자료를 이용하였는데, 분석기간은 각 관측소가 설립된 시점을 기준으로 1961~2009년까지 자료를 이용하였다. 중산간 지역(200~600m) 강수량 자료는 기상청이 운영하는 AWS 6개소와 제주특별자치도 재난안전대책본부에서 운영하고 있는 10개 관측소의 1992~2009년 자료를 이용하였다.

Table 1. Selected golf courses in the research

Regions	Golf ID	No. of holes	Total area (m ²)	Area golf courses (m ²)	Non-golf course area (m ²)	Amount of groundwater pumping permitted(10 ³ m ³ /month)	Rainwater pond		Analysis item
							Unit	Capacity (10 ³ m ³)	
Northern (6)	AGC	27	990,692	650,503	340,189	77.0	13	92	groundwater · rainwater
	BGC	9	442,376	299,817	142,559	15.0	2	113	groundwater · rainwater
	CGC	18	805,730	400,441	405,289	39.0	3	140	groundwater · rainwater
	DGC	18	959,076	519,107	439,969	45.0	6	228	groundwater · rainwater
	FGC	36	2,012,304	1,005,680	1,006,624	93.4	2	83	groundwater
	GGC	27	1,726,291	746,425	979,866	64.4	16	109	groundwater
Western (6)	JGC	27	1,143,969	690,446	453,523	39.5	11	123	groundwater · rainwater
	KGC	36	1,545,143	995,770	549,373	64.3	11	236	Rainwater
	LGC	27	978,888	632,569	346,319	75.0	6	146	Rainwater
	MGC	27	1,164,583	633,113	531,470	55.0	11	70	groundwater · rainwater
	OGC	27	1,293,050	728,792	564,258	69.0	6	106	groundwater · rainwater
	PGC	27	1,446,127	635,142	810,985	60.0	5	177	groundwater
Southern (5)	SGC	27	1,244,848	836,171	408,677	107.4	8	67	groundwater · rainwater
	TGC	24	1,211,169	666,702	544,467	67.2	8	102	rainwater
	VGC	18	917,764	583,827	333,937	50.7	-	-	groundwater
	WGC	27	1,210,254	809,859	400,395	52.8	4	153	groundwater · rainwater
	XGC	36	1,717,934	1,020,032	697,902	74.2	10	151	groundwater · rainwater
Eastern (3)	BBGC	36	1,567,152	1,008,007	559,145	74.4	7	113	groundwater
	CCGC	9	263,196	156,689	106,507	12.0	4	45	groundwater · rainwater
	DDGC	36	1,717,934	1,021,287	697,902	48.0	14	250	rainwater

Table 2. Selection and location of observation posts for research analysis

Regions	Section	X	Y	Height(m)	Remarks
Northern	Jeju	156231.8	52073.7	19.9	coastal areas
	Odeung	157318.8	42402.2	512.9	mid-mountain area
	Ara	159490.0	44613.4	379.0	mid-mountain area
	Yusuam	143269.4	40929.1	421.9	mid-mountain area
	Seonheul	172950.2	46193.2	341.3	mid-mountain area
	Bonggae	165210.0	44275.0	501.0	mid-mountain area
	Nohyung	152143.0	44559.0	285.0	mid-mountain area
	Gwaneumsa	158053.0	41795.0	578.0	mid-mountain area
	Hallasengtaesup	162356.0	42773.1	585.0	mid-mountain area
Southern	Segwuiipo	159421.4	22322.7	50.4	coastal areas
	Haweon	149780.8	27085.6	404.6	mid-mountain area
	Hurricane Center	169785.2	32104.3	236.8	mid-mountain area
	Sangcheon	142238.0	29152.0	368.0	mid-mountain area
	Saekdal	145776.0	29194.0	516.0	mid-mountain area
	Donnaeko	161238.0	28310.0	255.0	mid-mountain area
Western	Gosan	121952.5	27852.0	70.9	coastal areas
	Donggwang	138436.0	29246.0	283.0	mid-mountain area
	Geumak	134421.0	34811.0	212.0	mid-mountain area
Eastern	Sungsan	188794.5	37849.9	18.6	coastal areas
	Gyorae	171737.0	41495.0	400.0	mid-mountain area

2. 제주도 수자원 현황

1) 물수지

제주도는 우리나라에서 비가 가장 많이 내리는 다우지역이다. 중산간 지역을 포함한 도 전역의 10년 평균(1993~2002) 강수량은 1,975mm로서 전국 평균에 비해 약 700mm가 더 많다. 「제주도 수문지질 및 지하수자원 종합조사(Ⅲ)」에서 분석된 제주도 각 소수역 별 강수량, 증발산량, 직접유출량, 지하수함양량 등 종합적인 물수지 결과에 의하면(Table 3 참조), 수문총량은 $3,427 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{년}$ 이고 직접유출량은 $708 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{년}$, 증발산량은 $1,138 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{년}$ 이며, 지하수 함양량은 $1,581 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{년}$ (총 수문총량의 46.1%)이다. 지하수 함양량을 지역별로 보면 동부수역이 $1,447 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{일}$ 으로 4개 수역 중 가장 많고, 서부수역이 $539 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{일}$ 으로 가장 적으며, 남부와 북부수역은 각각 $1,257 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{일}$ 과 $1,086 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{일}$ 으로 분석하였다.

2) 수자원 개발·이용

2009년 12월말 현재, 제주도 내에는 4,986개의 지하수 관정이 개발되어 있으며, 이 중 4,845개 관정은 지하수를 이용하기 위해 개발된 관정이고, 141개 공은 지하수위 관측 등 조사·연구용이다(Table 4 참조). 지하수 허가량을 보면 총 $1,414 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{일}$ 이 개발되어 있으며, 이 중 생활용은 $535 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{일}$ 이고 농업용은 $852 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{일}$ 이 개발되어 있다.

용도별 개발공수를 보면, 농·축산업용이 전체 관정의 66.5%인 3,318공을 차지하고 있으며, 생활용이 1,364공(27.43%), 공업 및 기타용은 159공(3.2%)으로 농·축산업용 지하수 관정 비율이 매우 높은 편이다. 개발·이용 주체별로 보면, 공공용 관정은 총 관정수의 26.8%인 1,334공이며 이 중 생활용이 351공, 농·축산업용은 843공이다. 사설관정은 총 관정수의 73.2%인 3,652공에 이르고 있으며, 이 중 생활용은 1,013공이나 농·축산업용이 2,475공으로써 사설관정이 대부분을 차지하고 있다.

Table 3. Water Budget Data each regions in Jeju Island

Regions	Area (km ²)	Annual Mean Rainfall (mm)	TR (10 ⁶ m ³ /y)	ET (10 ⁶ m ³ /y)	Runoff (10 ⁶ m ³ /y)	Groundwater Recharge		
						(10 ⁶ m ³ /y)	(10 ³ m ³ /d)	
Total	1,719.0	1,975	3,427	1,138	708	1,581	4,329	
Northern	Subtotal	443.7	2,027	908	310	202	396	1,086
	Aewol	79.0	1,423	114	55	22	37	101
	Dongjeju	72.5	2,300	168	51	46	71	195
	Jungjeju	85.2	2,158	186	56	55	75	206
	Seojeju	87.4	2,153	189	63	51	75	206
	Jocheon	119.6	2,088	251	85	28	138	378
Western	Subtotal	349.4	1,299	455	217	41	197	539
	Daejeong	120.3	1,314	158	75	11	72	197
	Hangyeong	94.7	1,175	111	59	8	44	120
	Hallim	134.4	1,375	186	83	22	81	222
Southern	Subtotal	446.2	2,339	1,100	329	312	459	1,257
	Namwon	126.4	2,474	315	89	79	147	403
	Dongseogwi	103.1	2,689	279	74	89	116	317
	Jungseogwi	100.4	2,347	238	71	71	96	263
	Seoseogwi	76.2	2,075	159	52	48	59	162
	Andeok	60.1	1,788	109	43	25	41	112
Eastern	Subtotal	459.7	2,077	964	282	153	529	1,447
	Gujwa	156.6	1,774	279	95	25	159	435
	Seongsan	101.0	1,865	188	60	19	109	298
	Pyoseon	202.1	2,445	497	127	109	261	715

※ TR : Total Rainfall, ET : Evapotranspiration

※ Sources : Jeju Hydrogeology and Comprehensive Groundwater Resources Survey (III), 2003

Table 4. Status of groundwater developmnet in Jeju Island(based on the end of 2009)

Classification		Total	Domestic	Agricultural	Industrial	Manufacture of bottle water	Observational
Total	No. of Wells	4,986 (100%)	1,364 (27.4%)	3,318 (66.5%)	159 (3.2%)	4 (0.1%)	141 (2.8%)
	PP (10 ³ m ³ /d)	1,414 (100%)	535 (37.8%)	852 (60.3%)	24 (1.7%)	3 (0.2%)	- (0.0%)
Public GW	No. of Wells	1,334	351	843	3	3	134
	PP (10 ³ m ³ /d)	1,053	407	643	1	2	-
Private GW	No. of Wells	3,652	1,013	2,475	156	1	7
	PP (10 ³ m ³ /d)	361	128	209	23	1	-

※ GW : Groundwater Well, PP : The amount of groundwater pumping permitted

※ Excluding Salinity GW(1,134 · 7,129 10³ m³/D)

※ Sources : Statistics from Water Resource Headquarter, Jeju Special Self-Governing Province

지하수의 이용량을 살펴보면, 일 최대 이용량은 743,597m³이며, 일평균은 320,033m³이다. 용도별 일 평균 이용량을 보면, 생활용수가 80,288m³/일으로 전체 이용량의 25.1%를 차지하고 있고, 농업용수는 231,679m³/일으로 72.4%를 차지하고 있으며, 공업 및 기타 용수는 8,066m³/일에 불과하여 농업용수 비율이 가장 높다 (Table 5 참조).

Table 5. Status of groundwater usage in Jeju Island(based on the end of 2009)

Classification		Total(m ³ /d)	Jeju City(m ³ /d)	Seogwipo City(m ³ /d)
Total	Daily mean	320,033	149,770	170,263
	Daily Max.	743,597	361,300	382,297
Domestic	Daily mean	80,288	51,564	28,724
	Daily Max.	181,024	113,571	67,453
Agricultural	Daily mean	231,679	93,033	138,646
	Daily Max.	548,053	239,364	308,689
Industrial and etc.	Daily mean	8,066	5,173	2,893
	Daily Max.	14,520	8,365	6,155

※ Sources : Statistics from Water Resource Headquarter, Jeju Special Self-Governing Province

그러나, 지표수는 지하수에 비해 제주도의 지질특성 상 매우 미약하게 개발·이용되고 있다. 제주지역에서의 지표수는 크게 용천수·빗물 등으로 구분된다. 우선 제주지역의 용천수는 해안지역과 고지대의 곳곳에 분포하고 있으며, 지하수의 지층 속을 흐르던 지하수가 지표와 연결된 지층이나 암석의 틈을 통해 솟아 나오는 지하수이다. 2009년 말 현재 용천수 수원은 총 14개소가 분포하고 있으며 이들 용천수는 상수원으로 이용되고 있다. 지역별 수원시설 현황을 보면, 제주시 지역은 8개소·147,500m³/일이고, 서귀포시지역은 6개소·44,700m³/일이고, 이 중 돈내코·서림 수원은 이용하지 않고 있다(Table 6 참조).

2009년 말 현재 의무적 빗물이용시설은 25개 골프장에서 190개소·3,418×10³m³의 시설규모를 갖추고 있다(Table 7 참조). 권장대상 빗물이용 시설은 54개소·7,510m³의 시설규모를 갖추고 있으며, 연간 374,452m³의 빗물을 이용할 계획으로 있다 (Table 8 참조). 다만, 권장대상 빗물이용 시설인 경우 빗물을 공업용수로 이용하는 2개 업체를 제외한 대부분의 시설이 농업용 시설로서 농업용수를 확보하기 위해 시설되어 있으며, 생활용수는 전무한 실정이다.

Table 6. Status of spring water development and usage for water supply in Jeju Island(based on the end of 2009)

Regions	Name of facilities	Name of source spring water	Capacity of facilities(m ³ /d)	Amount of water supply(m ³ /d)
Jeju City	Eoseungsaeng	Y-Gyegongmul, Seonnyeopokpo	15,000	14,300
	Oedo	Geomeunso, Jinso, Naraso	14,000	5,699
	Iho	Keunmul	10,000	5,554
	Samnyang 1·2	Gamakjakjinmul, Umusumul	35,000	12,884
	Samnyang 3	Gamutgaemul	20,000	10,000
	Geumsan	Geumsanmul	18,500	6,796
	Yongdam	-	15,000	8,731
	Hallim	Jomul, Wolgyesumul, Mageunmul	20,000	9,390
Seogwipo City	Gangjeong	Keunnaemul-1, Keunnaemul-2, Gasimul	25,000	13,226
	Donnaeko	Donnaekomul	800	39
	Seohong	Jeolkkokjimul	1,000	198
	Jungmun	Cheonjeyeonmul	1,200	548
	Sangye	Daewangsu	1,700	817
	Seorim	Seorimmul	15,000	5,530
Total			192,200	93,712

※ Donnaeko and Seorim are underutilized since 2009

※ Sources : Statistics from Water Resource Headquarter, Jeju Special Self-Governing Province

Table 7. Status of installation mandatory rainwater usage facilities(based on the end of 2009)

Golf ID	Storage capacity(10 ³ m ³)	No. of pond	Golf ID	Storage capacity(10 ³ m ³)	No. of pond
AGC	92	13	QGC	150	9
BGC	113	2	SGC	67	8
CGC	140	3	TGC	102	8
DGC	228	6	WGC	153	4
EGC	141	5	XGC	151	10
GGC	109	16	ZGC	135	6
HGC	77	7	BBGC	113	7
JGC	123	11	CCGC	45	4
KGC	236	11	DDGC	250	14
LGC	146	6	EEGC	160	5
MGC	70	11	FFGC	159	10
OGC	106	6	GGGC	175	3
PGC	177	5	Total	3,418	190

Table 8. Status of installation recommended rainwater usage facilities(based on the end of 2009)

Year	No. of facilities	Storage capacity(m ³)	Amount of plan use for the annual(m ³)	Catchment area(m ²)
2005	3	169	10,982	4,699
2006	1	100	12,777	6,700
2007	5	872	19,227	12,800
2008	10	1,130	61,600	44,901
2009	35	5,239	269,866	171,645
Total	54	7,510	374,452	240,745

3. 제주도 골프장의 일반 현황

1) 국내 골프장 개발

우리나라 골프코스 시초는 1897년 6홀 규모로 원산 해변에 만든 것이며, 본격적인 골프시장이 형성되기 시작한 것은 1968년 안양골프장의 개장으로 시작되었다고 볼 수 있다. 현재 국내 골프관련 산업은 레저스포츠 산업 중 가장 큰 시장규모를 갖고 있으며, 매년 10% 가량 성장하고 있다. 특정 계층의 유희시설이 아닌 일반 대중의 국민 체육시설로 굳건히 자리 매김을 하고 있는 실정으로 성장추세는 계속 이어질 것으로 전망된다.

2009년 말 현재 전국 골프장(회원제 골프장+대중 골프장) 운영 현황을 보면, 339개소의 골프장이 운영 중에 있다. 운영 중인 골프장 중 수도권 지역 36%(122개소), 비수도권 지역 64%(217개소)이다. 또한, 지역별로 보면 경기지역이 가장 많은 118개소이고, 제주지역이 두 번째 많은 39개소를 운영하고 있다(Table 9 참조). 건설 중인 골프장 119개소 중 수도권 지역이 31개소(26%)이고, 비수도권 지역이 88개소(74%)이다. 수도권 지역에서는 경기(29개소), 비수도권 지역에서는 경남(17개소)이 많은 골프장을 건설 중에 있는 것으로 나타났다(Table 10 참조). 전국 골프장의 연도별 골프장 증가추세를 살펴보면, 2003년에 177개소이었던 것이 2009년에는 339개소로 약 1.9배가 증가한 것으로 나타났다(Table 11 참조).

Table 9. States of domestic golf courses on operation(based on the end of 2009)

(Unit : number of golf courses)

Classification	Total	Metropolitan Area(36%)			Local Area(64%)												
		Seoul	Incheon	Gyeonggi	Busan	Daegu	Gwangju	Daejeon	Ulsan	Gangwon	Chungbuk	Chungnam	Jeonbuk	Jeonnam	Gyeongbuk	Gyeongnam	Jeju
Membership	193	-	1	75	4	1	-	1	2	20	12	8	4	11	16	13	25
Public	146	-	3	43	2	1	-	2	1	18	10	4	10	14	19	5	14
Total	339	-	4	118	6	2	-	3	3	38	22	12	14	25	35	18	39

※ Sources : Statistics from Korea Golf Course Business Association

Table 10. States of domestic golf courses on development(based on the end of 2009)

(Unit : number of golf courses)

Classification	Total	Metropolitan Area(26%)			Local Area(74%)												
		Seoul	Incheon	Gyeonggi	Busan	Daegu	Gwangju	Daejeon	Ulsan	Gangwon	Chungbuk	Chungnam	Jeonbuk	Jeonnam	Gyeongbuk	Gyeongnam	Jeju
Membership	56	-	1	12	1	-	1	-	-	8	4	3	4	3	6	9	4
Public	63	-	1	17	-	-	3	-	1	7	4	4	6	7	4	8	1
Total	119	-	2	29	1	-	4	-	1	15	8	7	10	10	10	17	5

※ Sources : Statistics from Korea Golf Course Business Association

Table 11. Trend of domestic golf courses increase

(Unit : number of golf courses)

Year	Membership	Public	Total
2003	122	55	177
2004	132	58	190
2005	143	77	220
2006	154	93	278
2007	174	102	276
2008	182	128	310
2009	193	146	339

※ Sources : Statistics from Korea Golf Course Business Association

2) 제주지역 골프장 개발

제주도에 골프장이 처음 생긴 시기는 1979년 FGC이었으며, 1986년에 GGC가 개장되었고, 그 다음 중문관광단지 내 VGC가 1989년에 개장되었다(김정희, 2006). 제주도 골프장은 제주국제자유도시 종합계획에 의해 3개 관광단지, 20개 관광지구가 1994년과 1997년에 선정되면서, 골프장 개발이 활발하게 이루어지게 되었으며(박원배 외 1인, 2010), 그 결과 제주지역 골프장은 2000년까지 7개에 지나지 않았지만, 지금은 28개로 10년 새 4배가 늘어났다.

제주도내에서 2010년 9월 현재 운영 중인 골프장은 FGC를 비롯하여 28개소이며, 이 중 회원제 골프장이 26개소, 대중 골프장이 2개소이다. 또한 승인받은 골프장이 3개소, 절차이행중인 골프장이 3개소이다(박원배 외 1인, 2010). 제주지역 골프장 현황(Table 12 참조)과 지역별 전국 골프장 현황(Table 9 참조) 등과의 통계수치가 다소 상이하게 나타나는 것은 통계작성 방법에서 차이가 발생한 것으로 판단된다. 제주도내 운영 중인 골프장의 지역별 분포현황을 보면, 서부지역이 9개소, 동부지역 7개소, 북부지역 9개소, 남부지역에 9개소 골프장이 분포하고 있다(Table 12 참조). 표고별 분포현황을 보면 거의 모든 골프장이 강수량이 풍부하고 지하수 함양 지역인 해발(또는 해발고도) 200~600m 사이에 위치하고 있다(Fig. 1 참조).

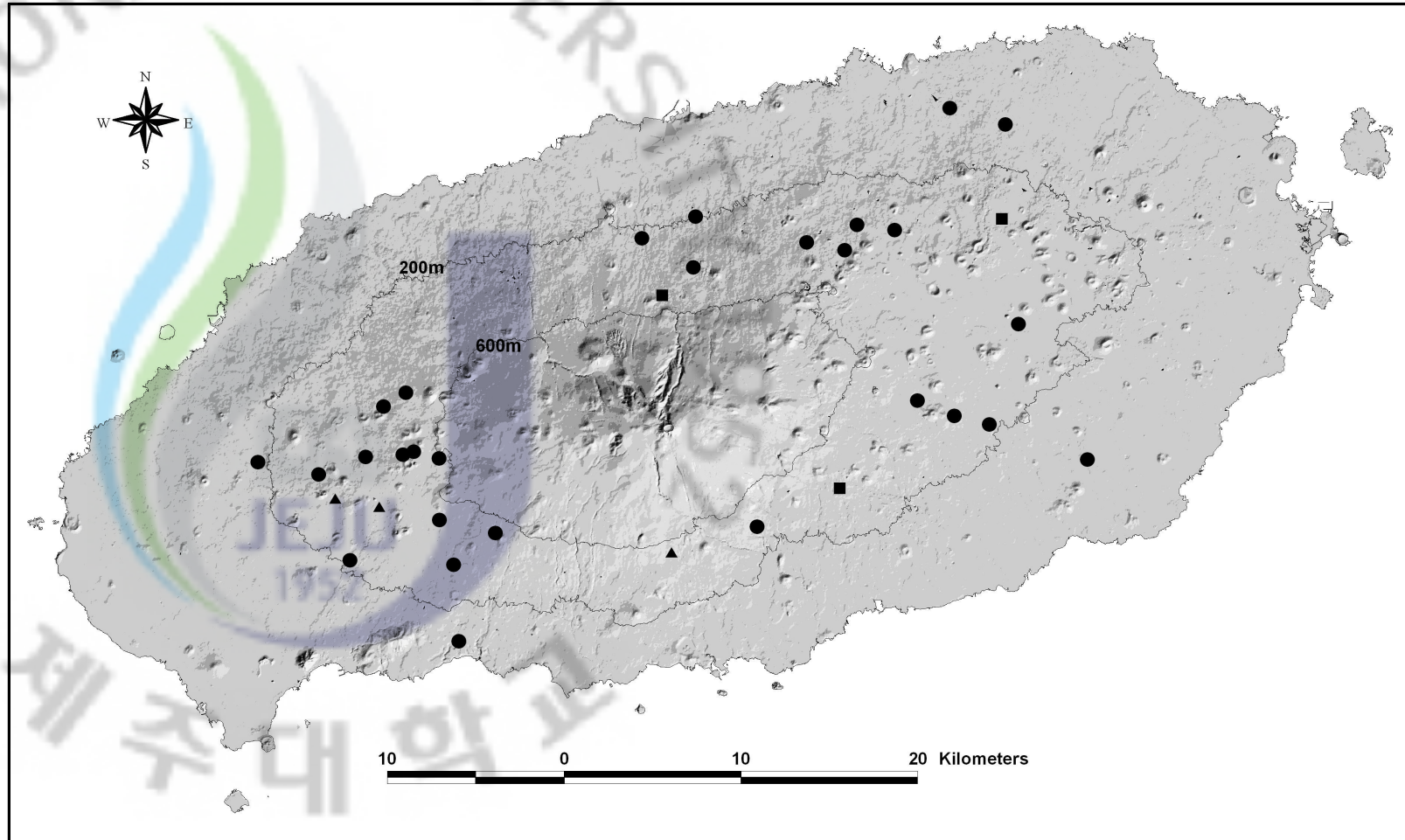


Fig. 1. Location of golf courses in Jeju Island(●, Opration, ■, Approved, ▲, Transition process)

Table 12. States of golf course development(based on 2010, september)

Regions	Golf ID	Area(m ²)			No. of holes			Remarks
		Subtotal	Membership	Public	Subtotal	Membership	Public	
Northern (9)	AGC	990,692	845,085	145,607	27	18	9	Operating
	BGC	442,376	-	442,376	9	-	9	"
	CGC	1,137,357	805,730	331,627	27	18	9	"
	DGC	959,076	959,076	-	18	18	-	"
	EGC	1,317,514	1,317,514	-	27	27	-	"
	FGC	2,012,304	2,012,304	-	36	36	-	"
	GGC	1,726,914	1,443,394	283,520	27	18	9	"
	HGC	643,347	643,347	-	18	18	-	"
	IGC	815,666	815,666	-	18	18	-	Approval
Subtotal	10,045,246	8,842,116	1,203,130	207	171	36		
Western (9)	JGC	1,143,969	858,271	285,698	27	18	9	Operating
	KGC	1,545,143	1,131,858	413,285	36	27	9	"
	LGC	978,888	637,488	341,400	27	18	9	"
	MGC	1,164,583	1,164,583	-	27	27	-	"
	NGC	701,480	701,480	-	18	18	-	"
	OGC	1,293,050	1,293,050	-	27	27	-	"
	PGC	1,446,128	1,021,348	424,780	27	18	9	"
	QGC	977,395	977,395	-	18	18	-	"
RGC	1,360,050	1,360,050	-	27	27	-	Proceeding	
Subtotal	10,610,686	9,145,523	1,465,163	234	198	36		
Southern (9)	SGC	1,244,848	874,521	370,327	27	18	9	Operating
	TGC	1,211,169	962,756	248,413	24	18	6	"
	UGC	1,527,425	1,066,945	460,480	27	18	9	Proceeding
	VGC	917,764	917,764	-	18	18	-	Operating
	WGC	1,168,124	1,168,124	-	27	27	-	"
	XGC	1,717,934	1,248,282	469,652	36	27	9	"
	YGC	1,179,561	1,179,561	-	18	18	-	Proceeding
	ZGC	1,091,920	1,091,920	-	18	18	-	Operating
	AAGC	776,155	776,155	-	18	18	-	Approval
Subtotal	10,834,900	9,286,028	1,548,872	213	180	33		
Eastern (7)	BBGC	1,567,152	1,264,250	302,902	36	27	9	Operating
	CCGC	627,862	-	627,862	18	-	18	"
	DDGC	1,677,464	1,237,767	439,697	36	27	9	"
	EEGC	1,483,474	1,112,941	370,533	36	27	9	"
	FFGC	726,587	726,587	-	18	18	-	"
	GGGC	1,728,257	1,728,257	-	36	36	-	"
	HHGC	1,422,747	720,179	702,568	36	18	18	Approval
Subtotal	9,233,543	6,789,981	2,443,562	216	153	63		
Total(34)	40,724,375	34,063,648	6,660,727	870	702	168		

※ Sources : Jeju Special Self-Governing Province

3) 골프장 이용자 추이

국내 골프장 이용자의 연도별 현황을 보면, 1997년까지 완만한 증가세를 보이면서 이용자 1천만명 시대를 열었으나, IMF로 인해 1998년 이용객이 감소했지만, 1999년에 1천만명, 2006년에 2천만명 시대로 이용객은 빠른 속도로 증가하고 있다. 2009년 국내 골프장 이용자 수는 2천6백만명에 달하고 있으며, 이와 같은 증가 추이를 보면 3~4년 내에 3천만명 시대를 맞이할 것으로 보인다(Fig. 2 참조).

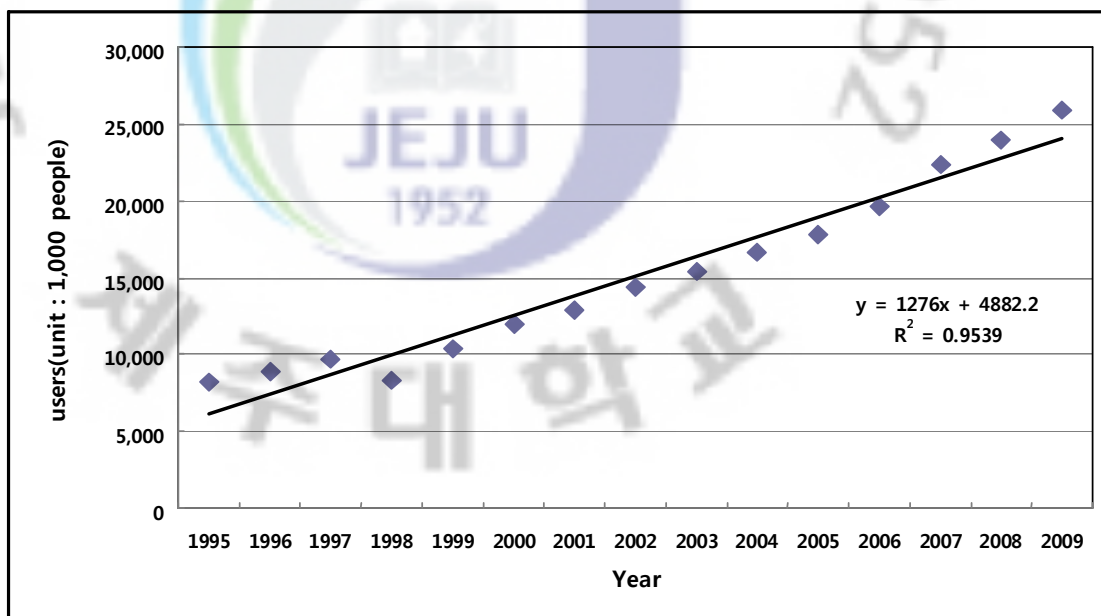


Fig. 2. Trend of golf course users increase

지역별 이용자 현황을 보면, 3개년간 약 8.0%의 증가세를 보이고 있다(Table 13 참조). 2008년 대비 2009년의 증감률을 보면, 수도권 지역인 경기지역만 감소세를 보이고 있다. 반면, 증가율을 보면 충북(19.0%)이 가장 높고, 전북(6.4%)이 가장 낮으며, 제주(18.1%)는 경북(18.5%)에 이어 3번째로 증가세를 보이고 있다. 2009년 골프장 이용자 수를 살펴보면, 전체는 2천6백만명이며, 경기지역은 전체 이용자의 38.9%인 1천만명을 차지하고 있으며, 2백만명 이상 지역은 5개소(경기 포함)이며, 전체 이용자의 78%를 차지하고 있다.

Table 13. States of golf course users by regional

(Unit : people)

Classification	2007	2008 (Variation rate YoY)	2009 (Variation rate YoY)
Gangwon	1,751,684	1,946,984 (11.1%)	2,251,788 (15.7%)
Gyeonggi	10,268,204	10,275,163 (0.1%)	10,078,480 (-1.9%)
Gyeongbuk	2,073,468	2,584,922 (24.7%)	3,062,713 (18.5%)
Gyeongnam	2,399,862	2,542,916 (6.0%)	2,869,421 (12.8%)
Chungbuk	1,158,659	1,413,767 (22.0%)	1,681,896 (19.0%)
Chungnam	822,059	970,258 (18.0%)	1,143,185 (17.8%)
Jeonbuk	746,238	919,876 (23.3%)	979,156 (6.4%)
Jeonnam	1,454,796	1,618,951 (11.3%)	1,822,784 (12.6%)
Jeju	1,546,633	1,709,829 (10.6%)	2,019,563 (18.1%)
Total	22,221,603	23,982,666 (7.9%)	25,908,986 (8.0%)

※ Sources : Statistics from Korea Golf Course Business Association

Table 14. Numbers of golf course users by residential pattern

(Unit : people)

Classification	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Inhabitants of the Jeju-do	259,439 (33.2%)	293,579 (34.6%)	319,388 (32.7%)	369,534 (36.3%)	468,214 (39.4%)	531,751 (36.8%)	603,804 (37.6%)
Tourist	471,330 (60.2%)	491,355 (57.9%)	601,227 (61.5%)	606,187 (59.6%)	685,396 (57.6%)	879,613 (60.9%)	963,826 (60.1%)
Foreign tourist	51,835 (6.6%)	63,189 (7.5%)	56,471 (5.8%)	41,726 (4.1%)	35,108 (3.0%)	32,001 (2.2%)	37,355 (2.3%)
Total	782,604	848,124	977,086	1,017,447	1,188,718	1,443,365	1,604,985

※ Sources : Jeju Special Self-Governing Province

제주지역 골프장 이용객 수를 살펴보면, 2003년부터 2009년까지 연평균 10% 이상 성장세를 유지하고 있다(Table 14 참조). 2009년 거주지별 이용객 수를 보면,

도의 이용객(관광객) 60.1%(963,826명), 도내 이용객 37.6%(603,804명), 외국인 이용객 2.3%(37,355명)로 나타났다. 도내 및 도외 이용객(관광객)이 전체 이용객의 대부분을 차지하고 있다. 외국인 이용객은 계속적으로 감소를 하고 있으며, 2009년에 이르러 감소세가 둔화되는 것으로 분석되었다(최영근 외 1인, 2010).

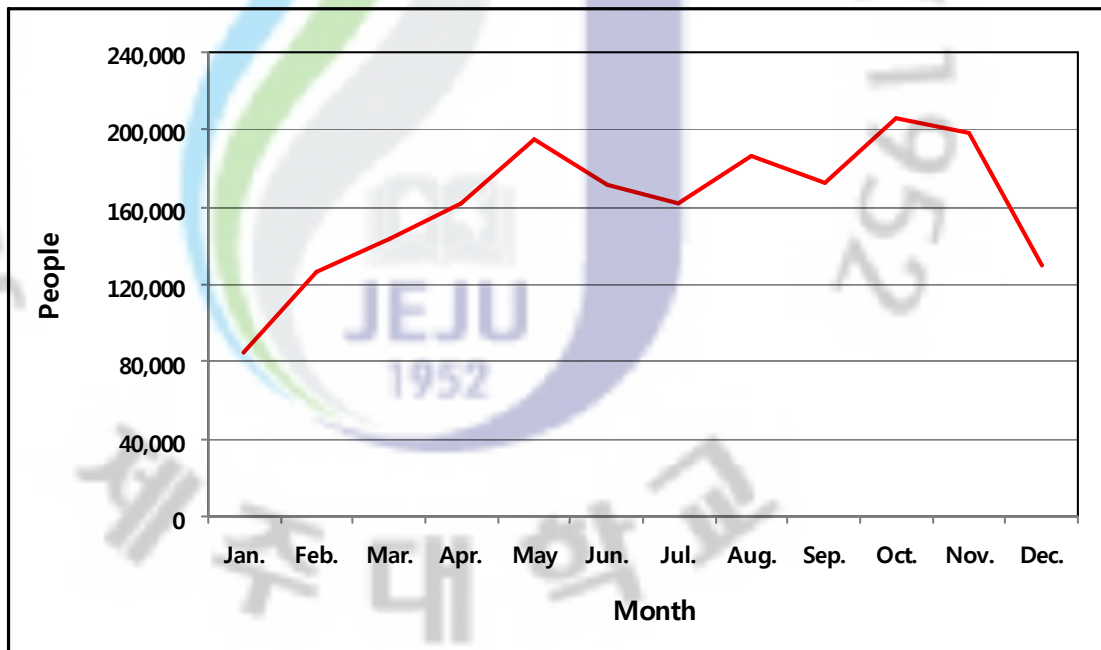


Fig. 3. States of monthly golf tourists in Jeju

2009년도 제주지역 골프장 월별 내장객 변화를 보면, 가장 많은 내장객이 방문을 하는 월은 10월이며, 11월, 5월 순으로 방문을 하고 있다. 특히, 4월에서 11월의(10월 제외) 월별 내장객 이용객은 160,000명~200,000명으로 분석되었다(Fig. 3 참조).

4) 골프장 잔디관리

기후적으로 우리나라는 난대 및 한대 기후대 사이에 속하기 때문에 일반적으로 국내 대부분의 지역은 난지형 및 한지형 잔디 모두가 생육할 수 있는 지역이다.

골프의 대중화로 골프코스의 질에 대한 관심도가 점차 증가하면서 골프 코스의 질을 좌우하는 잔디 초종에 대한 중요성도 지속적으로 거론되고 있다. 잔디 초종은 일반적

으로 우리나라에 도입되어 골프코스 구성에 이용되고 있는 외래종 잔디(흔히 서양 잔디라고 불림)와 한국 잔디(*Zoysia* spp.)로 분류되며, 연중 생육이 왕성한 시기를 기준으로 하여 한지형 잔디(Cool-season Turfgrass)와 난지형 잔디(Warm-season Turfgrass)로 분류된다. 한지형 잔디는 낮 기온이 16~24℃인 봄과 가을에 생육이 왕성하며, 난지형 잔디는 낮 기온이 27~35℃인 여름철에 생육이 왕성하다.

우리나라에 자생하고 많이 이용되는 난지형 잔디인 들잔디(*Zoysia japonica*)는 여름에 강하고 관리가 용이한 점이 있지만, 10~13℃에서 변색되며 겨울동안 대부분 휴면상태로 녹색기간이 짧아 이용 시기에 제한이 있으며, 질감, 색상 등이 한지형 잔디에 비하여 떨어진다(Younger, 1961). 또한 관리를 적게 하는 잔디로 알려져 있기 때문에 유지관리에 대한 투자가 미흡하여 관리부족으로 인한 스트레스를 받고 있으며, 훼손 후 회복속도가 느린 단점을 가지고 있다.

반면, 우리나라 중부내륙 지역에서 이용되는 한지형 잔디는 12월 중순까지 녹색을 유지하며 이른 봄의 녹화가 빠르고(3월초부터 녹색화가 됨), 내한성이 강하여 그린을 포함하여 들잔디의 휴면기에 집중적인 답압으로 인하여 잔디의 손상이 많은 지역 등에 이용되고 있다. 그러나 한지형 잔디는 여름철의 고온, 수분, 병해충 발생 등으로 인하여 생육이 정지되거나 하고(夏枯) 현상을 나타내는 경우가 있어서 그 이용이 제한되고 있으며, 집중적인 관리가 요구되어진다(이상재 외 2인, 2001).

최근 건설되고 있는 골프장은 골프코스의 질적 향상과 고객서비스 차원으로 골프코스의 잔디 초종을 ‘한지형 잔디’로 식재하고 있는 추세이다. 이용목적, 용도 및 기대 수준에 따른 잔디 지반 구조와 사후관리를 고려해서 적합한 한지형 잔디를 선정해서 사용해야 하는데, 무분별한 한지형 잔디 도입으로 인해 실패한 경우가 있었던 것이 사실이다(김경남, 2005). 제주지역의 잔디는 대부분 한지형으로 조성되고 있는데, 한지형 잔디를 선호하는 이유는 첫째, 1980년도 당시에 일부 골프장이 고려지¹⁾로 조성되었으나, 라지패취병²⁾의 발생이 심각하여, 해결책으로 라지패취병에

1) 금잔디를 조선초(朝鮮草)라고 하고, 고려지(高麗芝)라고 하는 대륙조선 고유영토의 잔디임. 수입종으로 입자가 가장 적으며, 관리가 어렵고 추위와 동해에 약함. 금잔디보다는 밀거름에서부터 복토에 이르기까지 생육상태와 계절에 따라 시비에 세심한 주의가 필요함.

2) 라지패취병(Large patch): 본 병은 상대습도가 90% 이상의 다습조건 하에서 온도가 15~30℃가 되면 발생됨. 5월 초부터 발병이 시작되어 강우의 빈도가 증가함에 따라 발병률이 증가하여 6월 말부터 7월 중순의 장마기에 대량 발생함. 7월 말에서 8월 중순 30℃ 이상의 고온기에는 병원균의 활력이 떨어져서 발생이 일시적으로 정되었다가 8월 중순 이후 강우와 함께 다시 대량발생하게 됨. 방제약제법으로는 지금까지 리조렉스(500배액, 2ℓ/m²)를 주로 사

대해 저항성이 있는 한지형 잔디로 교체하게 되었다. 둘째로 영업적인 측면에서 연중 녹색의 코스를 유지하여 동계에 골프 마니아들을 유치하기 위한 방안으로 한지형 잔디를 택하게 된 것으로 보인다.

한지형 잔디 사용을 위한 최적 조건으로는 첫째, 물리성이 양호하고 답압 등으로 토양이 고결되기 어려운 상토를 쓰고, 충분히 배수가 잘되어야 한다. 둘째, 살수 설비를 완비하여 충분한 양의 물이 확보되어야 하고, 셋째로, 한지형 잔디 중에서도 초종과 품종에 따라 내서성에 큰 차이가 있으므로 난지에서 사용할 때에는 더위에 강한 초종, 품종을 선택하는 것이 중요하다. 마지막으로, 난지형 잔디에 대해 경험이 풍부한 관리자가 있어야 한다(김민한, 1995).

잔디의 수분 소요량(Water use rate)은 증발산량, 생육기간의 장단, 생육속도, 강우량 또는 토양유효수분의 정도에 따라 수분 소요량이 변한다. 골프장 관개용수의 1일 용수량의 산정은 20년 혹은 30년 갈수기를 고려하여 용수 개발량을 결정하는데, 일반적으로 한지형 잔디가 수분 소요량이 높고, 같은 잔디에서도 깎는 높이가 높거나, 질소시비량이 많을 때 더 많은 수분이 필요하다(김귀곤 외 6인, 1994).

5) 골프장 관개용수 원단위 산정

우리나라 골프장 관개용수 원단위 산정에 대한 연구는 아직 정확한 자료가 없다. 또한 골프장 잔디의 종류, 그린의 모양과 넓이, 기후조건, 내장객의 수, 골프장 운영 방식, 골프장별 관리수준 등에 따라 관개용수량이 많은 차이를 보인다.

기본적으로 잔디가 필요로 하는 1일 물량은 약 2~10mm 정도이며, 잔디의 종류, 생장시기, 기상조건, 뿌리분포 등에 따라 차이가 난다. 1회 관수량은 약 30mm이며 1㎡ 당 1회 관수에 약 30ℓ의 물량이 필요하다. 그린은 하루에 최소 12mm 이상 관수를 해야 한다. 잔디 종류별 일일수분요구량은 다소 차이가 있으나, 일반적으로 페스큐류(fescue)는 7~10mm, 크리핑 벤투그래스(creeping bentgrass)와 켄터키 블루그래스(kentucky bluegrass)는 10mm 이상을 필요로 하며 난지형 잔디인 경우는 6~7mm가 필요하다(김경남, 2006).

용하였으나 토양환경보전법에 의하여 유기인계 성분의 토양중 잔류조사를 실시하므로 과다한 사용은 피하는 것이 바람직함.

우리나라 골프코스의 경우 한국잔디로 식재된 지역은 1일 약 5mm가 공급되면 극한 상황에도 고사하지 않는다고 예상하고 있으며, USGA³⁾식 그린으로 모래가 주를 이루는 샌드그린에서는 수분증발량과 최소한의 생육을 고려하여 1일 10mm, 티와 페어웨이 등의 관수지역에서는 최소 생존 관수량으로 예측되는 5mm의 원단위를 적용하고 있다(김귀곤 외 6인, 1994).

잔디의 증발량 및 토양 표면에서의 증발과 식물체를 통해 대기 중에 발산되는 수분은 일반적으로 1일(24시간) 당 수mm로 표현하고 있으며, 잔디의 1일 증발산량은 피크 시 4.5mm, 기타 기간에는 3.0mm이다. 따라서 잔디 생리상 필요한 수분을 4mm/일, 여름 가뭄 때는 살수량의 여러 가지 손실을 감안하여 5mm/일의 원단위를 적용하고 있다.

제주도내 골프장 환경영향평가서 작성 시 단위관개용수량 산정을 보면, 관개용수 공급대상 지역은 골프코스(그린, 티, 페어웨이, 러프), 조성녹지 등으로 그린은 7~9mm, 티 7~7.2mm, 페어웨이 5~5.4mm, 러프 4~4.2mm, 조성녹지 2~2.4mm의 원단위를 적용하여 관개용수를 산정하고 있다(박원배 외 1인, 2010).

6) 골프 관광객이 제주 지역경제에 미치는 파급 효과

「제주지역 스포츠산업 부가가치 증대방안 연구(제주발전연구원, 2010)」에 의하면, 제주를 찾는 골프 관광객이 제주의 지역경제에 미치는 파급효과가 스포츠 전지훈련단보다 4배 이상 많다고 한다. 또한, 2009년 연간 723,000명의 골프관광객이 제주를 찾았으며, 1인당 평균 소비지출액이 474,700원으로 연간 지출한 금액은 3,432억 8000만원이다(Table 15 참조). 제주를 찾은 스포츠전지훈련 인원은 75,646명으로 연간 지출한 금액은 786억 7,100만원으로 1인당 평균 소비지출액은 1,040,000원이다. 1인당 평균 소비지출액은 전지훈련이 2배 이상 많았지만, 소비지출 규모에서는 골프관광객이 스포츠전지훈련단보다 4.4배 많은 것으로 분석되었다.

³⁾ USGA 구조는 미국골프장협회(United States Golf Association)에서 골프장 그린용 지반으로 개발한 구조로 골프장 및 천연 잔디 구장 조성 역사가 깊은 미국 및 유럽에서 많이 사용해 오고 있는 다층 구조 개념의 지반임.

Table 15. Consumer Spending of Golf Tourists in 2009

(Unit : people, a million won)

Classification	2008		2009		
	Participants	Consumer Spending	Participants	Consumer Spending	Per Capita Average of Consumer Spending
Golf Tourism	659,000	312,827.30	723,000 (9.7%)	343,208.10 (9.7%)	474,700
Off-season Training	65,000	67,600.00	75,646 (16.4%)	78,671.84 (16.4%)	1,040,000

※ 1) Studies on ways to increase added value in sports industry of Jeju (Jeju Development Institute, 2010)

2) () indicates the rate of increase compared with the year 2008

골프관광객이 지역경제에 미친 생산효과는 2009년 골프관광이 4,826억 2,100만원이고, 부가가치효과는 2,481억 1,500만원이며, 고용효과는 4,865명으로 나타났다. 또한 2008년도 대비 골프관광객 증가율은 9.7%로 분석되었다(Table 16 참조). 제주를 찾은 스포츠전지훈련단이 지역경제에 미친 생산효과는 2009년 1,123억 9,800만원이고, 부가가치효과는 568억 7,200만원이며, 고용효과는 1,236명으로 나타났으며, 2008년도 대비 전지훈련단 증가율은 16.4%로 분석되었다.

Table 16. Ripple Effect throughout Jeju Local Economy by Golf Tourists in 2009

(Unit : people, a million won)

Classification	2008			2009		
	Production	Added Value	Job Creation	Production	Added Value	Job Creation
Golf Tourism	439,899.89	226,151.87	4,434	482,621.58 (9.7%)	248,115.02 (9.7%)	4,865 (9.7%)
Off-season Training	96,580.05	48,868.57	1,062	112,398.38 (16.4%)	56,872.49 (16.4%)	1,236 (16.4%)

※ 1) Studies on ways to increase added value in sports industry of Jeju (Jeju Development Institute, 2010)

2) () indicates the rate of increase compared with the year 2008

4. 골프장의 수자원 이용과 관리

1) 지하수 개발과 이용

2009년 현재 제주도내 운영 및 승인된 골프장이 31개소이며, 이들 골프장에 개발된 지하수 관정은 총 111공에 취수허가량은 59,108m³/일(월 허가량 1,773,230m³)이다 (Table 17 참조). 유역별 지하수 허가량을 보면, 북부유역이 34.5%인 20,378m³/일을 차지하고 있으며, 공당 허가량도 가장 많은 637m³/일이고, 동부유역은 20공으로 지하수 허가량은 타 유역에 비해 가장 적은 10,713m³/일이나 공당 허가량은 전체 평균값과 유사한 536m³/일으로 높게 나타나고 있다.

Table 17. States of golf course ground water development by area(based on the end of 2009)

Regions	No. of golf courses	No. of Wells	The amount of groundwater pumping permitted for a day(m ³)	The amount of groundwater pumping permitted per one well for a day(m ³)	The amount of groundwater pumping permitted for a month(m ³)
Northern	9	32	20,378(34.5%)	637	611,340
Western	8	29	13,859(23.4%)	478	415,780
Southern	7	30	14,158(24.0%)	472	424,710
Eastern	7	20	10,713(18.1%)	536	321,400
Total	31	111	59,108(100.0%)	533	1,773,230

※ Sources : Statistics from Water Resource Headquarter, Jeju Special Self-Governing Province

골프장의 지하수 취수허가량을 살펴보면, 골프장 1개소 당 평균 1,907m³/일, 최대 5,350m³/일, 최소 400m³/일이 허가되었고, 개발된 지하수 관정 수 또한, 최소 1공에서 최대 8공이 개발되어 있다(Table 18 참조). 골프장 1일 지하수 취수허가량 2,000m³ 이하가 18개소로 58%를 차지하고 있다. 31개소 골프장에 대한 유역별 분포를 보면, 강수량이 가장 적은 서부유역이 8개소이고, 남부유역 7개소, 북부유역 9개소, 동부유역 7개소 순이다.

Table 18. States of groundwater wells development in golf courses(based on the end of 2009)

Regions	Golf ID	No. of Wells	Amount of groundwater pumping permitted(m')	
			For a day	For a month
Northern (9)	AGC	3	2,567	77,000
	BGC	1	500	15,000
	CGC	3	1,300	39,000
	DGC	3	1,500	45,000
	EGC	4	2,400	72,000
	FGC	3	3,115	93,440
	GGC	3	2,146	64,400
	HGC	3	1,500	45,000
	IGC	9	5,350	160,500
	Subtotal	32	20,378	611,340
Western (8)	JGC	4	1,316	39,480
	KGC	5	2,144	64,320
	LGC	5	2,500	75,000
	MGC	3	1,833	55,000
	NGC	2	1,000	30,000
	OGC	4	2,300	69,000
	PGC	4	2,000	60,000
	QGC	2	766	22,980
	Subtotal	29	13,859	415,780
Southern (7)	SGC	8	3,580	107,400
	TGC	3	2,240	67,200
	VGC	5	1,690	50,700
	WGC	4	1,760	52,800
	XGC	6	2,472	74,160
	ZGC	2	1,266	37,950
	AAGC	2	1,150	34,500
	Subtotal	30	14,158	424,710
Eastern (7)	BBGC	4	2,480	74,400
	CCGC	1	400	12,000
	DDGC	3	1,600	48,000
	EEGC	5	2,800	84,000
	FFGC	2	700	21,000
	GGGC	2	1,000	30,000
	HHGC	3	1,733	52,000
	Subtotal	20	10,713	321,400
Total		111	59,108	1,773,230

* Sources : Statistics from Water Resource Headquarter, Jeju Special Self-Governing Province

2) 빗물시설 설치와 이용

제주특별자치도에서는 2004년 1월 29일 개정된 제주국제자유도시특별법에 빗물이용시설의 설치 및 운영에 관한 제도를 우리나라에서는 처음으로 법제화(제33조의2)함과 아울러, 2004년 7월 30일 개정·공포된 제주국제자유도시특별법 시행조례에 법에서 위임된 사항을 규정하여 시행하였다. 즉, 도 조례가 정하는 일정 규모 이상의 골프장을 비롯한 관광단지 또는 토지의 형질 변경이 수반되는 시설을 설치하고자 하는 자는 빗물이용시설 또는 지하수 인공함양시설을 설치하여 운영하도록 하였으며, 빗물이용시설 등을 설치하는 자에 대하여 도 조례가 정하는 바에 따라 그 시설비의 일부를 보조할 수 있는 법률적 근거를 마련하였다. 또한, 빗물이용시설 등의 시설 규모 및 관리기준 그 밖에 빗물이용시설 등의 설치·운영에 관하여 필요한 사항은 도 조례로 정하도록 하였다.

2006년 2월 21일 “제주국제자유도시특별법”이 제주특별자치도특별법으로 대체입법되고, 지하수관리 기본조례를 제정하여 시행할 수 있도록 됨에 따라 빗물이용시설에 관한 규정을 개선하였다. 2005년 1월부터 골프장에 대해 빗물이용량을 매월 보고된 자료를 분석한 결과, 13개 골프장에서 연간 빗물이용량은 전체 물 이용량의 평균 48.5%(최소 8%, 최대 62.7%)로 분석되어 빗물이용량 기준을 상향시킬 필요성이 제기되었다.

따라서, 2006년 7월 “제주특별자치도의 설치 및 제주국제자유도시 조성을 위한 특별법”의 빗물이용에 관한 제도 중 빗물이용량 기준이 전체 물 이용량의 40%로 상향 조정되면서, 빗물이용 활성화로 지하수 이용량이 줄어들고 있다. 최근 골프장 신규 사업의 용수공급계획은 생활용수는 지하수 또는 광역상수도를 이용하고, 관개용수는 오수처리수 및 빗물이용시설을 이용하여 우선적으로 공급하고, 부족분에 대해서 지하수를 이용하도록 권장하고 있다.

도내 28개소 골프장에 198개의 저류지가 설치되어 있으며(2010년 운영 2개소 포함), 총 저류가능량은 $3,755 \times 10^3 \text{m}^3$ 으로 저류지 1개소 당 평균 저수용량은 $19 \times 10^3 \text{m}^3$ 이다. 골프장 중 4개소가 $200 \times 10^3 \text{m}^3$ 이상의 저류지 시설용량을 갖추고 있으며, 골프장 중 61%(17개소)가 $100 \times 10^3 \text{m}^3$ 이상의 시설용량을 갖추고 있다. 골프

장 중 빗물이용시설이 없는 골프장은 VGC뿐이다(Table 19 참조).

Table 19. States of rainwater using facilities in golf courses(based on the end of 2009)

Regions	Golf ID	No. of pond	Storage capacity (10 ³ m ³)	Average storage capacity per one pond(10 ³ m ³)	Remark
Northern (8)	AGC	13	92	7.1	
	BGC	2	113	56.5	
	CGC	3	140	46.7	
	DGC	6	228	38.0	
	EGC	5	141	28.2	
	FGC	2	83	41.5	The started from 2010
	GGC	16	109	6.8	
	HGC	7	77	11.0	
	Subtotal	54	983	18.2	
Western (8)	JGC	11	123	11.2	
	KGC	11	236	21.5	
	LGC	6	146	24.3	
	MGC	11	70	6.4	
	NGC	6	254	42.3	The started from 2010
	OGC	6	106	17.7	
	PGC	5	177	35.4	
	QGC	9	150	16.7	
	Subtotal	65	1,262	19.4	
Southern (6)	SGC	8	67	8.4	
	TGC	8	102	12.8	
	VGC	-	-	-	
	WGC	4	153	38.3	
	XGC	10	151	15.1	
	ZGC	6	135	22.5	
	Subtotal	36	608	16.9	
Eastern (6)	BBGC	7	113	16.1	
	CCGC	4	45	11.3	
	DDGC	14	250	17.9	
	EEGC	5	160	32.0	
	FFGC	10	159	15.9	
	GGGC	3	175	58.3	
	Subtotal	43	902	21.0	
Total		198	3,755	19.0	

※ Sources : Statistics from Water Resource Headquarter, Jeju Special Self-Governing Province

3) 오수처리 시설과 운용

2007년 10월 1일자로 그간 오폐수처리기준을 규정하던 “오수 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법”이 “하수도법”으로 통합되면서 전 직종의 오수처리 시설로 확대되었을 뿐만 아니라 방류수 수질 기준도 강화됨에 따라 골프장 관개용수로 중수 이용의 필요성이 대두되고 있다. 골프장 건설에 따른 지하수 문제가 지역주민과의 갈등을 야기함으로써 기존골프장 및 차후 골프장 건설시 용수확보가 가장 큰 걸림돌이 될 것으로 예상된다. 이러한 수질오염과 관개용수를 해결하기 위한 방법으로 중수(오수처리장 처리수)를 조경용수로 재이용하는 것이다. 국내에서 처음으로 재이용수를 잔디용수로 이용하는 곳은 스카이72골프장(인천 영종도 소재)이다. 지역의 특성 상 지하수 및 하천수의 이용이 어렵고 중수(400원/m³)대비 식수(수돗물 1,300원/m³)의 비용이 워낙 비싸 잔디용수의 상당부분을 인천국제공항중수처리시설에서 제공하는 재이용수를 이용하고 있다.

2007년 9월 환경부에서 발표한 전국 골프장 오수처리실태를 보면, 운영 중인 골프장 중 221개소 점검 결과 189개소(85.5%)의 처리수 수질은 BOD 3mg/ℓ 이하, 이 중 116개소(52.5%)는 1등급 수준인 BOD 1mg/ℓ 이하로 몇 개 업소를 제외한 대부분의 골프장 오수처리 및 관리 상태는 양호한 것으로 나타났다.

2007년 환경부에서 전국 골프장 오수처리시설에 대한 점검을 실시한 제주도 골프장의 오수처리시설 현황을 재편성하여 분석한 결과, 21개 골프장 중 자체 오수처리시설은 1일 200~400m³ 규모의 시설용량을 갖추고 있는데, 이 중 5개소의 골프장이 방류수를 하수처리장으로 유입 처리하고 있다. 15개소의 골프장의 오수처리 및 관리 상태는 대부분 양호한 것으로 나타났다. 처리수 1일 200~400m³를 잔디용수로 이용함으로써 대체수자원 이용뿐만 아니라 지하수 보전에도 기여하고 더 나아가서는 예산절감 등 경제적 효과도 유발된다(Table 20 참조).

Table 20. States of golf course sewage water treatment(based on 2007)

Golf ID	Processing Capacity(m ³ /D)	Note	Golf ID	Processing Capacity(m ³ /D)	Note
AGC	250		MGC	400	
BGC	4,000 portions + 360 portions	Sewage treatment plant	OGC	350	
			PGC	350 · 200	
CGC	1,500 portions	Sewage treatment plant	SGC	300	
DGC	260		TGC	300	
FGC	350		VGC	-	Sewage treatment plant
GGC	190		WGC	250	
HGC	-	Sewage treatment plant	XGC	-	Sewage treatment plant
JGC	320		BBGC	280	
KGC	440		CCGC	200	
LGC	400		DDGC	300	

※ Sources : The Process release of MINISTRY OF ENVIRONMENT(2007.09)

그러나, 자체 오수처리장에서 ‘중수’를 생산하는 골프장에서는 중수를 화장실 세척용수나 조경용수 등으로 일부 이용하는 곳은 있으나 잔디용수로 전량 이용하는 곳은 확인되고 있지 않다. 또한, 관개용수로 많이 이용되고 있는 Pond(연못) 또한 코스 내 잔류 농약 및 비료 성분이 외부로 방출되는 것을 방지하기 위해 초기 우수를 연못으로 집수하여 14일 이상을 저류한 후 방류하기 위한 저류지 기능 때문에 최근에 조성되거나 운영되는 골프장 대부분은 표면배수로를 통해 초기 우수를 연못으로 차집되도록 하고 있다.

「제주지역 골프장 연못의 수질 특성과 수질 개선 방안에 관한 연구(곽창암, 2009)」 결과에 의하면, 골프장의 오수처리시설 방류수 유입 여부에 따라 연못의 수질 분석 결과가 크게 달라지고 있는데, 발생하수를 하수종말처리장과 연계하여 처리하는 골프장 연못의 수질이 가장 양호한 것으로 나타났다. 그러나 오수처리 방류수를 직접 연못에 유입하는 연못은 유입되지 않는 연못에 비해 T-N, T-P 측정값이 많게는 2배 이상 높게 나타나는 등 오수처리시설 방류수의 유입 여부가 연못의 수질오염 원인에 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다. 연못 수질특성에 있어 수질 정화시스템이 설치되지 않은 골프장의 연못이 설치된 골프장의 연못

에 비해 평균 BOD농도는 2배, SS농도는 7배, T-N농도는 2배 그리고 T-P 농도의 경우는 5배 이상 높은 측정값이 나타나 수질 정화시스템 유무에 따라 상당한 수질농도의 차이가 나타나고 있는 것으로 분석되었다. 또한, 제주지역 골프장 연못의 수질 개선 방안으로 첫째, 골프장 연못 수질의 상시 Monitoring을 통한 수질 정화시스템의 가동과 적기에 보충수(지하수) 투입, 둘째 농약 및 비료사용 최소화, 셋째 연못물의 관개용수로의 재활용을 위한 USGA에서 제안한 것과 같은 제주지역에 적합한 적절한 수질기준 마련 등을 들고 있다.

잔디용수로 이용되는 골프장 연못(빗물포함)과 중수(오수처리장 처리수)를 안정적인 관수 자원이라는 점을 부각시킨다면 오수처리장 시공 및 연못의 수질 운영관리에 더 많은 투자가 이루어질 것으로 사료된다.

4) 용수이용에 따른 원수대금

제주특별자치도 지하수관리 기본조례 제56조(지하수원수대금의 부과 대상), 특별법 제317조제1항제1호 및 제2호에 해당하는 자는 지하수원수대금(이하 “원수대금”이라고 한다)을 납부하고 있다. 또한, 특별법 제317조제1항의 규정에 의한 원수대금은 「수도법」 제38조에 따른 국토해양부장관이 한국수자원공사에 승인한 원수공급을 기준으로 업종별 요금표에 의해 기본요금과 초과요금을 정하고 있다.

골프장 관련 지하수 원수대금의 부과는 매월 정례 일을 기준으로 지하수 이용량을 계량하여 당월분의 원수대금을 부과한다(Table 21 참조). 업종을 달리하여 동일 지하수 개발·이용시설로부터 지하수를 이용하는 경우에는 업종별 기본요금이 높은 요율의 업종으로 원수대금을 부과하며, 동일 사업장에 지하수 개발·이용시설이 2개 이상인 경우에는 각 공별로 지하수 이용량을 계량하여 합산한 양에 대해 원수대금을 부과한다.

Table 21. Price table of groundwater taxation on golf courses groundwater used

Classification	Groundwater use(m ³)	Apply to rates
Basic Rates	lower than 3,000	100% of A
	3,001 ~ 4,000	120% of A
Excess Rates	4,001 ~ 5,000	140% of A
	5,001 ~ 6,000	160% of A
	6,001 ~ 7,000	180% of A
	7,001 ~ 8,000	200% of A
	8,001 ~ 9,000	220% of A
	9,001 ~ 10,000	240% of A
	10,001 ~ 20,000	300% of A
	20,001 ~ 30,000	400% of A
	30,001 ~ 40,000	700% of A
	40,001 ~ 50,000	900% of A
	50,001 ~ 60,000	1,100% of A
	60,001 ~ 70,000	1,300% of A
	70,001 ~ 80,000	1,500% of A
	more than 80,001	1,700% of A

※ Groundwater taxation = Basic Rates + Excess Rates, A = The prime rates

월간 빗물이용 기준수량을 미달하여 빗물을 이용한 자에게는 다음과 같은 산식에 의해 지하수원수대금 가산금을 부과할 수 있도록 하여 빗물이용을 활성화 하고 있다.

$$\text{가산금} = (\text{월간빗물이용 기준수량} - \text{월간빗물이용량}) \times \text{원수공급원가의 } 500\%$$

2006년부터 2009년까지 13개 골프장의 월평균 지하수 이용량과 원수대금을 분석하여 골프장별 지하수원수대금과 지하수 이용량을 상수도 영업용으로 적용하여 환산한 상수도요금을 비교하여 나타내었다(Table 22 참조). 골프장 원수대금은 연평균 $114,117 \times 10^3$ 원($6,811 \times 10^3$ 원 ~ $412,089 \times 10^3$ 원)이며, 상수도 요금으로 환산할 경우 연평균 $438,237 \times 10^3$ 원($63,357 \times 10^3$ 원 ~ $956,659 \times 10^3$ 원)으로 분석되었다. 상수도요금과 원수대금의 편차를 보면 연평균 $324,119 \times 10^3$ 원($56,546 \times 10^3$ 원 ~ $544,570 \times 10^3$ 원)으로 큰 차이를 보이고 있어, 지하수원수대금 부과액이 상수도요금에 비해 약 3.8배 저렴한 것으로 분석되었다. 빗물이용시설과 중수도시설의 이용률을 높이고, 지하수를 보호하고 지속 가능한 수자원 및 자원화를 위해 원수대금 부과체계를 적절하게 책정하기 위한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Table 22. Rate difference between the groundwater taxation and the water reates of regional golf courses

Regions	Golf ID	2006				2007			
		Groundwater Use (m ³ /Y)	Groundwater Taxation ¹⁾ (10 ³ Won)	Water Rates ²⁾ (10 ³ Won)	Deviation ³⁾ (10 ³ Won)	Groundwater Use (m ³ /Y)	Groundwater Taxation ¹⁾ (10 ³ Won)	Water Rates ²⁾ (10 ³ Won)	Deviation ³⁾ (10 ³ Won)
Northern	AGC	187,522	102,672	428,399	325,728	172,704	80,936	394,466	313,530
	BGC	35,990	8,850	81,527	72,677	44,821	12,829	101,775	88,945
	DGC	-	-	-	-	141,555	64,193	323,135	258,942
Western	JGC	225,744	116,787	515,928	399,140	221,154	114,143	505,417	391,274
	KGC	226,738	120,089	518,204	398,115	234,052	123,624	534,953	411,329
	MGC	150,985	70,401	344,730	274,329	140,390	59,372	320,467	261,095
	OGC	327,992	236,858	750,076	513,218	230,964	125,023	527,882	402,859
	PGC	308,197	197,115	704,745	507,630	303,364	176,824	693,678	516,854
Southern	SGC	261,149	150,126	597,005	446,879	306,632	189,643	701,161	511,518
	TGC	8,467	35,413	224,463	189,051	103,982	34,463	237,093	202,630
	WGC	104,877	52,802	239,142	186,341	141,336	73,637	322,633	248,996
	XGC	344,856	333,156	788,694	455,539	351,254	267,338	803,346	536,008
Eastern	BBGC	215,873	112,004	493,323	381,319	288,723	185,115	660,150	475,035
	CCGC	65,688	17,470	149,400	131,929	62,292	16,432	141,623	125,191
	DDGC	-	-	-	-	123,245	49,508	281,376	231,869
Ave.		189,544	119,519	448,895	329,376	191,098	104,872	436,610	331,738
Min.		8,467	8,850	81,527	72,677	44,821	12,829	101,775	88,945
Max.		344,856	333,156	788,694	513,218	351,254	267,338	803,346	536,008

1) Groundwater Taxation, 2) Groundwater Taxation convert into Water Rates, 3) The rate difference between the groundwater taxation and the water rates

Table 22. Continued

Regions	Golf ID	2008				2009			
		Groundwater Use (m ³ /Y)	Groundwater Taxation ¹⁾ (10 ³ Won)	Water Rates ²⁾ (10 ³ Won)	Deviation ³⁾ (10 ³ Won)	Groundwater Use (m ³ /Y)	Groundwater Taxation ¹⁾ (10 ³ Won)	Water Rates ²⁾ (10 ³ Won)	Deviation ³⁾ (10 ³ Won)
Northern	AGC	144,997	61,495	331,017	269,522	218,432	117,287	499,183	381,897
	BGC	38,060	10,919	86,292	75,373	28,054	6,811	63,357	56,546
	DGC	75,718	22,456	172,368	149,912	139,556	70,682	318,557	247,875
Western	JGC	226,140	117,630	516,835	399,204	170,364	78,040	389,108	311,068
	KGC	282,947	171,064	646,923	475,858	383,026	372,458	876,104	503,646
	MGC	179,536	92,106	410,111	318,005	198,243	105,263	452,950	347,688
	OGC	222,551	154,688	508,616	353,927	166,578	75,011	380,438	305,426
	PGC	244,368	127,859	558,577	430,717	418,203	412,089	956,659	544,570
Southern	SGC	298,715	185,520	683,031	497,511	262,447	172,668	599,978	427,310
	TGC	114,335	39,880	260,801	220,921	121,790	47,746	277,873	230,127
	WGC	147,061	79,159	335,744	256,584	152,115	77,054	347,317	270,264
	XGC	342,405	263,735	783,081	519,347	214,667	150,138	490,561	340,423
Eastern	BBGC	279,897	187,284	639,938	452,654	249,956	157,563	571,373	413,810
	CCGC	71,991	21,703	163,833	142,131	99,929	33,469	227,811	194,342
	DDGC	103,232	35,791	235,375	199,584	109,240	44,418	249,134	204,716
Ave.		184,797	104,753	422,169	317,417	195,507	128,046	446,694	318,647
Min.		38,060	10,919	86,292	75,373	28,054	6,811	63,357	56,546
Max.		342,405	263,735	783,081	519,347	418,203	412,089	956,659	544,570

1) Groundwater Taxation, 2) Groundwater Taxation convert into Water Rates, 3) The rate difference between the groundwater taxation and the water rates

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 제주지역 강수량

제주도는 지리적 위치, 난류의 영향, 섬이라는 특성 등으로 주로 해양성 열대기단과 대륙성 열대기단의 영향을 받고 있다. 육지에 비해 기온의 연교차나 일교차가 적고, 해륙풍의 발생빈도가 높으며 특히, 한라산의 지형효과로 인해 지역별 강수량의 편차가 크게 나타나고 있다.

제주도 해안지역의 연평균 강수량은 1,100~1,900mm이며, 최대 강수량은 제주도 동부지역이 1,866mm로 서부(1,134mm) 및 북부(1,451mm) 지역에 비해 월등히 많은 강수량을 보인다(Table 23 참조).

특히, 100mm 이상 월별 평균 강수량을 보면, 남부지역과 동부지역이 동일하게 3월~9월 동안 7회가 내렸으며, 연간 강수량 또한 비슷한 경향을 보이고 있다. 서부지역인 경우는 5회(3월~9월)로 북부지역(4회)보다 횟수는 많으나, 연간 강수량은 적은 것으로 나타났다. 해안지역의 강수량은 장마철인 6월~9월에 전체 강수량의 54% 이상 많은 비가 집중해서 내리고 있는 것으로 분석되었다.

지역별 강수량을 보면(Fig. 4 참조), 모든 지역에서 점진적으로 증가하는 경향을 보이고 있는데, 제주와 서귀포는 1961년 이후 매년 각각 3.5mm, 6.1mm 증가하고, 성산은 1973년 이후 9.7mm, 고산은 1988년 이후 8.0mm 증가하고 있는 것으로 분석되었다. 특히, 제주시는 1960년대에 비해 2000년 이후의 연평균 강수량이 165mm 증가하였으며, 100mm 이상 집중호우 발생일수 및 규모 또한 각각 0.5일, 41mm 증가한 것으로 분석되었다.

Table 23. Monthly precipitation in the coastal region of Jeju Island

(Unit : mm)

Classification	Northern(Jeju) (1961~2009)	Southern(Seogwipo) (1961~2009)	Eastern(Sungsan) (1973~2009)	Western(Gosan) (1988~2009)
January	67	61	79	46
February	66	79	83	45
March	77	115	121	73
April	91	179	144	81
May	96	213	167	116
June	178	269	236	144
July	228	290	282	179
August	253	253	311	201
September	198	173	219	120
October	73	75	95	42
November	73	78	88	56
December	50	45	62	32
Total	1,451	1,831	1,886	1,134

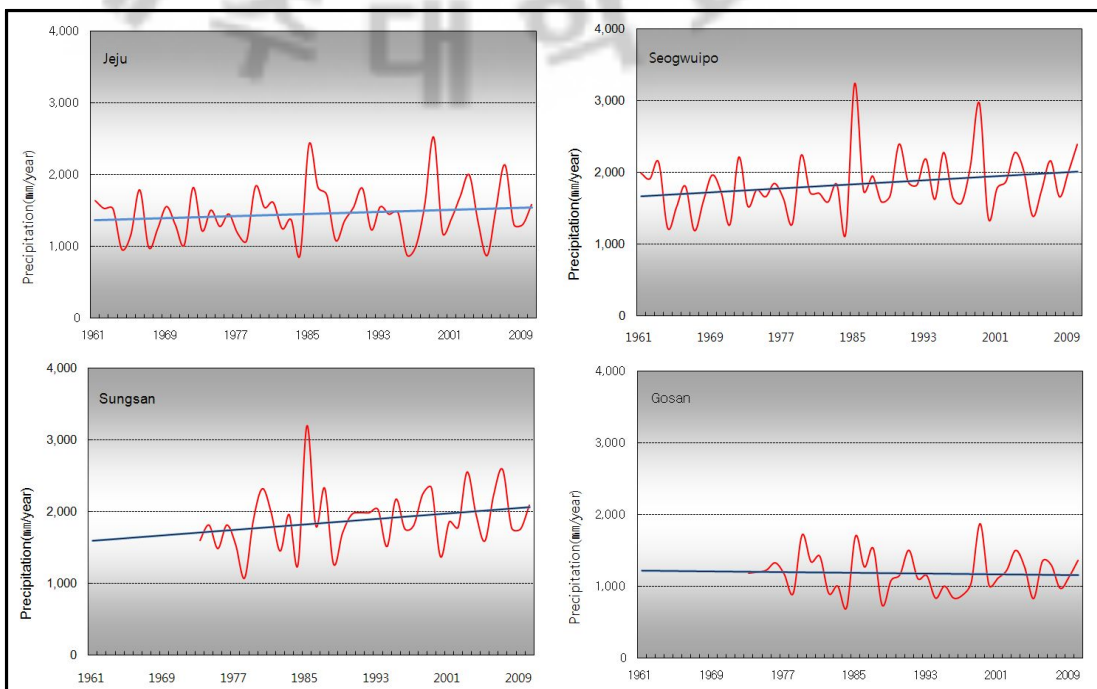


Fig. 4. Trends of coastal precipitation

제주도 중산간지역(해발 200~600m)의 연평균 강수량은 1,400~2,500mm로 해안 지역의 연평균 강수량보다 300~600mm 더 많이 내리는 것으로 분석되었다. 중산간 지역의 해안지역보다 연평균 강수량이 한라산의 영향으로 고도에 따라 많은 차이를 보이고 있다.

중산간지역의 강수 특성을 보면, 100mm 이상 월별 평균 강수량은 3월에서 9월까지 전 지역에 나타나고 있다. 특히, 300mm 이상 월별 강수량도 나타나고 있는데, 북부 지역은 7월~8월, 남부지역은 6월~8월, 동부지역은 7월~9월, 그러나 서부지역인 경우는 300mm 이상 강수량은 나타나지 않는 것으로 분석되었다(Table 24 참조).

Table 24. Average monthly precipitation of the mid-mountainous region in Jeju Island

(Unit : mm)

Classification	Northern (1992~2009)	Southern (1992~2009)	Eastern (1992~2009)	Western (1992~2009)
January	92	69	108	51
February	101	79	96	52
March	155	169	181	93
April	168	178	223	116
May	175	227	271	147
June	203	313	262	184
July	334	310	372	229
August	418	324	489	276
September	272	189	333	131
October	102	95	116	60
November	142	100	119	72
December	63	54	75	37
Total	2,226	2,106	2,646	1,448

제주도 중산간 지역의 연강수량 변화를 보면(Fig. 5 참조), 북부·동부지역에서 강수량은 점진적으로 증가하는 경향을 보이고 있는데, 북부지역은 매년 15.7mm, 동부지역은 0.6mm가 증가하는 것으로 분석되었다. 그러나 남부·서부지역의 강수량은 감소하는 경향을 보이고 있는데, 남부지역은 매년 16.1mm, 서부지역은 5.0mm가 감소하는 것으로 분석되었다.

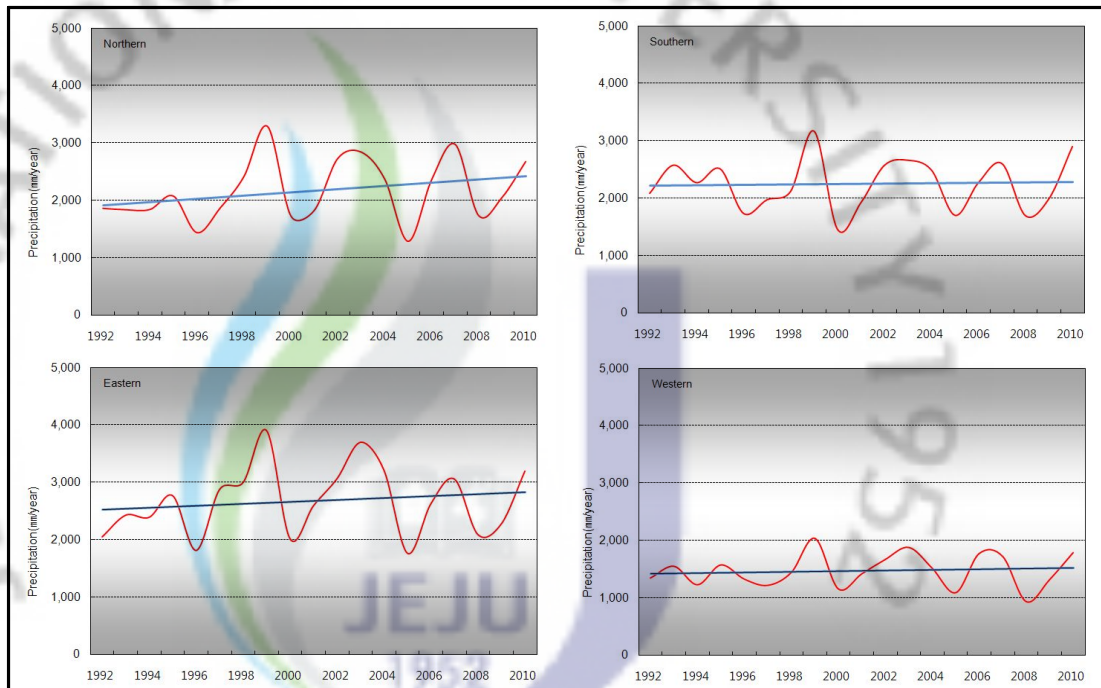


Fig. 5. Trends of mid-mountain area precipitation

제주도 강수량의 지역별, 표고별로 분석하기 위해 제주기상청에서 운영하고 있는 4개소(제주, 서귀포, 성산, 고산) 및 AWS 27개소와 제주특별자치도에서 운영하고 있는 강수량 관측소 39개소의 1992년부터 2009년까지 관측 자료를 활용하여 등우선도를 작성하였다(Fig. 6 참조). 분석결과, 해안지역에서는 강수량이 적고 고도가 높아질수록 강수량이 많아지는데 한라산 부근에서는 약 3,400mm 이상인 것으로 나타났다. 특히, 한라산을 중심으로 남동쪽 지역이 다른 지역에 비해 강수량이 많은 것은 역시 비가 많이 오는 여름철에 바람의 방향이 남동풍이고 단열팽창에 따른 편현상의 영향이며, 이와 반대지역인 북서지역은 연평균강수량이 적은 편인 것으로 보고되고 있다(박원배 외 3인, 2011).

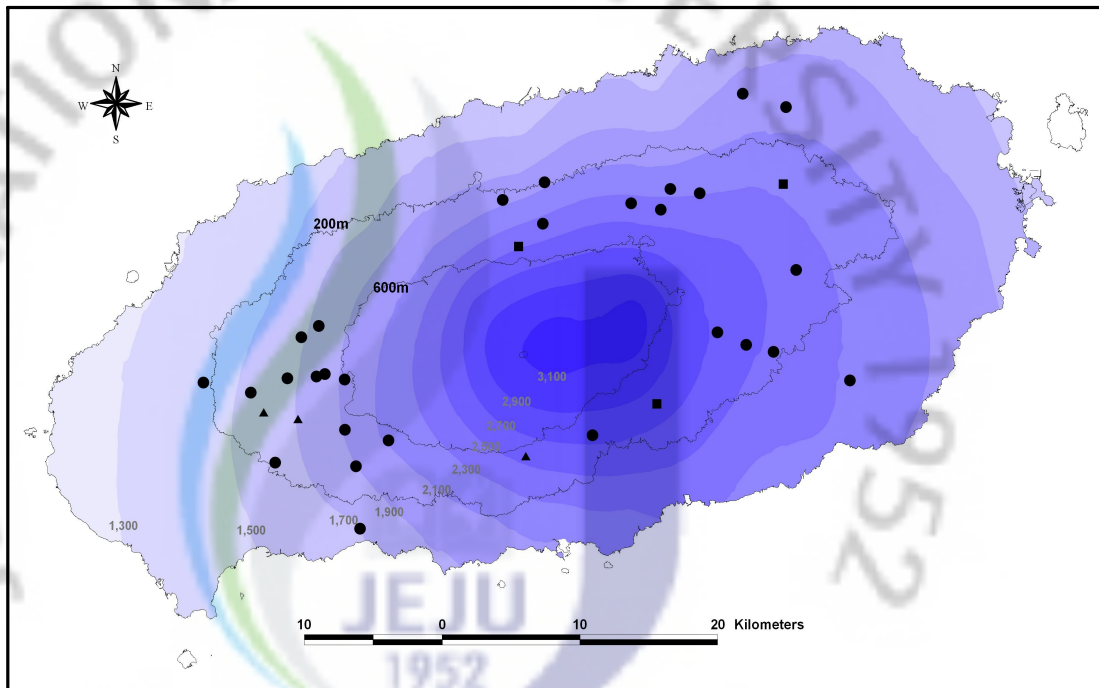


Fig. 6. Regional distribution of precipitation(●, Operation GC, ■, Approved GC, ▲, Transition process GC)

2. 제주지역 골프장의 지하수 이용 특성

1) 지역별 지하수 이용 특성

골프장은 본래 다량의 물을 필요로 하는 특성을 가지고 있으므로 골프장 운영에 있어 관개용수의 확보 및 용수관리가 매우 중요하다. 제주도의 경우 최근까지 골프장 관개용수를 지하수에 전적으로 의존했던 시기로 인해 지하수 남용과 과다개발을 주도하는 업종으로 인식되고 있다.

또한 골프장은 골프코스의 잔디 및 수목의 생육에 있어서 가장 중요한 요소가 관개용수이기 때문에 골프장별 관개용수량 산정은 골프장의 위치와 잔디초종 등에 따라 다르지만 본 연구에서 관개용수로 이용되는 생활용수는 음용수로 소독 처리하여 이용하고 있다. 또한 골프코스의 용수는 관개용수로 구분하여 관리하고 있는데, 골프장 관개용수는 제주에서는 크게 지하수, 빗물(중수도)로 나눌 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 생활용수(클럽하우스나 골프텔)와 관개용수(골프코스)로

구분하여 이용량을 기록하고 있는 골프장 중 2006~2009년 수집된 데이터를 대상으로 최소 3년 이상 축적된 골프장을 대상으로 이용량을 분석하였으며, 선정된 15개소 골프장은 동부유역이 2개소, 서부가 4개소, 남부가 4개소, 북부유역이 5개소이다(Table 1 참조).

골프장 관개용수의 지역별 월평균 지하수 이용량을 보면, 연간 2회의 피크를 보이고 있는데 주로 가뭄시기인 봄철(3~5월)과 가을철(9~11월)에 나타나고 있다. 지하수 월평균 이용량의 첫 번째 피크는 5월이며, 가장 많이 이용하고 있는 지역은 서부 지역으로 월평균 이용량은 약 22,050m³/월이다. 두 번째 피크는 11월이며 남부지역이 가장 많이 이용하고 있으며 월평균 이용량은 약 35,930m³/월이고, 특히 지하수 월평균 이용량은 가을철이 봄철보다 약 1.6배 더 많이 이용하고 있는 것으로 분석되었다(Table 25 참조).

지역별 월평균 지하수 이용량을 보면, 남부지역이 월평균 19,200m³/월로 가장 많이 이용하고 있고, 다음으로 서부지역은 17,500m³/월, 동부지역과 북부지역은 12,700m³/월로 가장 적게 이용하는 것으로 분석되었다. 지역별 월평균 연간 이용량을 보면, 남부지역이 230,300m³/년으로 가장 많이 이용하고, 다음으로 서부지역이 210,000m³/년, 동부지역은 153,000m³/년, 북부지역은 152,800m³/년을 이용하고 있는 것으로 분석되었다.

최대 지하수 이용량을 살펴보면, 연간 피크는 2~3회에 걸쳐 발생하고 있으나, 전체적인 경향은 월평균 지하수 이용량과 동일하게 5월과 11월에 발생하고 있다. 봄철 월평균 최대 지하수 이용량은 남부지역으로 약 35,300m³/월이며, 가을철 월평균 최대 이용량은 북부지역으로 약 52,200m³/월을 이용하였고, 지하수 월평균 최대 이용량도 월평균 지하수 이용량처럼 가을철이 봄철보다 약 1.5배 더 많이 이용하고 있는 것으로 분석되었다.

골프장의 월평균 최대 지하수 이용 시기는 9월에서 11월로 18,800~52,200m³/월 을 이용하고 있고, 3개월 이용량의 합은 418,762m³, 평균 이용량은 34,900m³/월 이다. 이때 월평균 지하수 이용량은 9,500~36,000m³/월을 이용하고 있고, 3개월 이용량의 합은 271,717m³, 평균 이용량은 22,700m³/월로 월평균 최대 지하수 이용량이 월평균 지하수 이용량보다 1.5배 정도 많은 것으로 나타나고 있다.

골프장 월평균 최대 지하수 이용량과 월평균 이용량은 1,400~15,200m³/월의 차이를

보이고 있고, 이 두 이용량의 차이의 합의 평균은 $8,600\text{m}^3/\text{월}$ 이다. 이들 차이는 골프코스 면적, 저류용량, 강수량과 잔디 초종 등 많은 매개변수가 관여하고 있어, 이에 대한 체계적인 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

월평균 지하수 이용량과 강수량은 밀접한 관계를 보이고 있는데, 강수량이 풍부한 시기에는 지하수 이용량이 감소하고 강수량이 적어지는 가을철에는 지하수 이용량이 급증하는 결과를 보이고 있으며, 특히 가을철에서 겨울철로 들어서는 시점에서 가장 많이 이용하고 있는 것으로 분석되었다(Fig. 7 참조).

2) 계절별 지하수 이용 특성

계절별 골프장 월평균 지하수 이용량 변화를 보면, 골프장 월평균 이용량은 평균 $15,600\text{m}^3/\text{월}$ 이고, 3월($8,200\text{m}^3/\text{월}$)부터 꾸준히 증가하여 11월($28,200\text{m}^3/\text{월}$) 최고치에 도달하고 12월부터는 2월까지($5,200\text{m}^3/\text{월}$) 급속히 감소하고 있다. 월평균 지하수 이용량의 월별 증가율 중 9월~10월 구간이 최대변화량 $9,400\text{m}^3/\text{월}$, 약 75% 증가율을 나타내고 있으며, 그 다음으로 5월~6월 구간이 $5,600\text{m}^3/\text{월}$, 약 46%의 증가율을 보이고 있다. 반대로 감소율은 11월~2월 구간이 $16,700\text{m}^3/\text{월}$, 약 80%의 급격한 감소율을 보이고 있다. 또한, 월평균 최대 지하수 이용량 범위는 $11,900\text{m}^3 \sim 52,200\text{m}^3/\text{월}$ 이며, 평균은 $31,300\text{m}^3/\text{월}$ 이다. 월평균 최대 지하수 이용량의 월별 증가율 중 4월~5월 구간이 최대변화량 $11,700\text{m}^3/\text{월}$, 약 58% 증가율을 나타내고 있다. 그 다음으로 3월~4월 구간이 $10,000\text{m}^3/\text{월}$, 약 82%의 증가율, 9월~10월 구간이 $8,100\text{m}^3/\text{월}$, 약 43%의 증가율을 보이고 있다. 반대로 감소율은 11월~2월 구간이 $30,100\text{m}^3/\text{월}$, 약 330%의 급격한 감소율을 보이고 있다. 월평균 최대·평균 지하수 이용량은 3월부터 꾸준히 상승하다가 여름철 강우로 인해 상승속도가 완만하고 가을철로 접어드는 시점에서 다시 급속하게 증가하는 경향을 보이고 있다(Fig. 8 참조).

Table 25. Monthly changes of regional precipitation and groundwater used (2006~2009)

(Unit : m³/month, mm)

Classification		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Northern	Ave.	6,134	3,497	5,309	12,265	16,345	11,551	15,405	14,779	9,445	16,293	23,435	18,326	152,784
	Max.	10,153	8,367	11,703	19,874	23,750	20,267	34,457	41,557	24,113	46,003	52,153	29,421	321,818
	Precipitation	98.9	94.2	140.2	134.5	174.3	258.9	323.2	343.2	431.5	94.7	116.2	58.5	2,268
Western	Ave.	4,943	5,023	8,119	15,664	22,050	18,932	12,842	21,386	22,165	23,498	32,590	22,706	209,918
	Max.	9,259	9,275	12,063	23,622	30,499	24,098	22,563	28,867	37,874	26,868	35,964	28,261	289,213
	Precipitation	35.5	48.9	100.9	104.9	141.0	219.3	255.2	209.4	151.4	82.6	61.9	18.4	1,429
Southern	Ave.	8,804	7,949	11,040	15,012	20,111	16,119	13,016	17,434	24,673	28,393	35,928	31,808	230,287
	Max.	14,818	11,943	13,589	21,266	35,260	28,093	15,194	25,296	28,903	35,785	41,552	36,359	308,058
	Precipitation	59.8	65.2	170.3	178.5	233.0	340.5	343.1	261.4	233.1	106.6	78.7	34.3	2,105
Eastern	Ave.	5,100	4,184	8,355	12,264	17,907	10,205	12,641	14,149	12,509	21,884	20,904	12,976	153,078
	Max.	7,878	5,586	12,312	19,886	28,149	16,190	18,328	20,965	18,807	35,042	35,698	20,654	239,495
	Precipitation	109.3	95.0	156.1	182.8	217.1	337.4	292.1	405.5	436.9	120.2	92.6	68.4	2,513

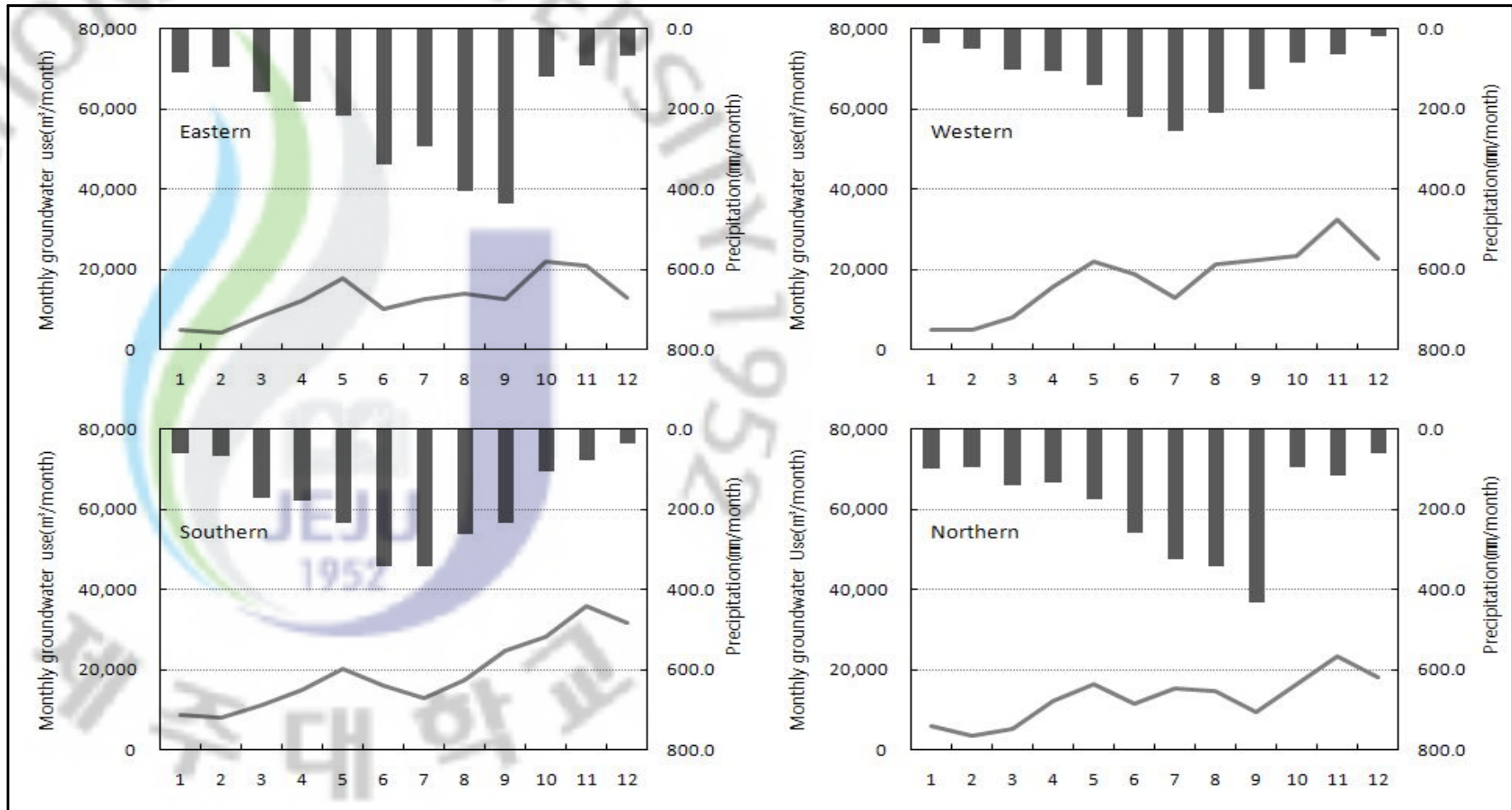


Fig. 7. Regional average groundwater used per month

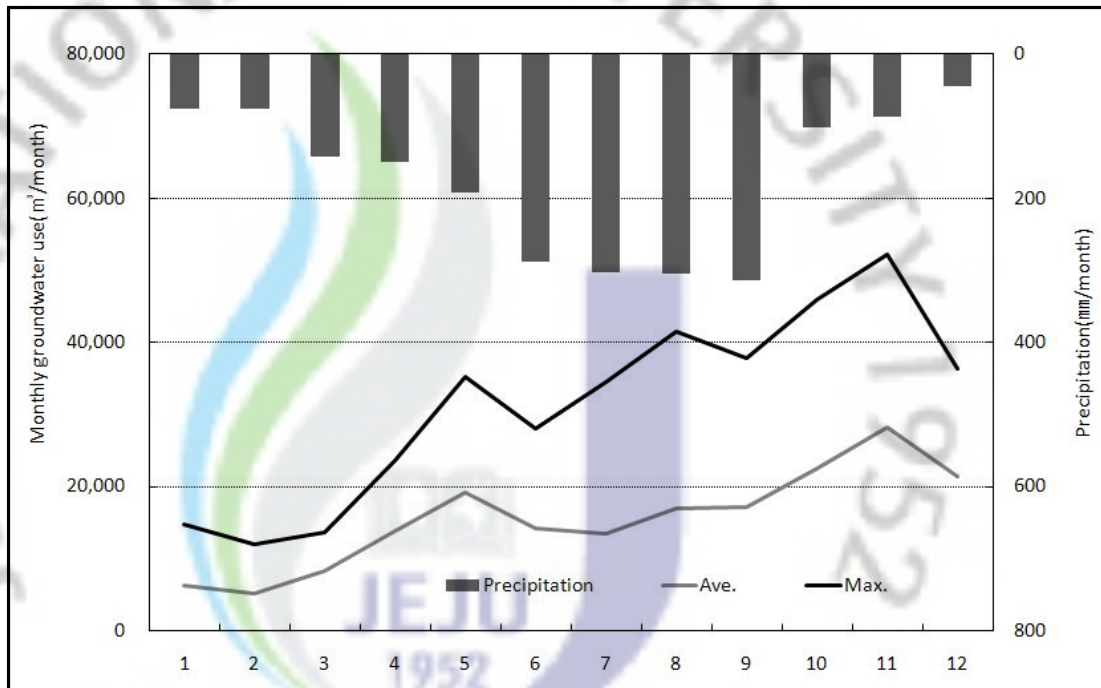


Fig. 8. Monthly seasonal groundwater used (monthly average, maximum monthly average)

3. 제주지역 골프장의 빗물 이용 특성

1) 지역별 빗물 이용 특성

골프장(부지면적 6만^m 이상) 조성사업 시행 시 “특별법 제316조” 및 “제주특별자치도 지하수 관리 기본조례 제37조”의 규정에 의거하여 빗물이용시설을 설치하여 관개용수 등으로 활용하도록 규정되면서 빗물이용이 활성화 되고 있다.

골프장별 빗물이용 특성을 분석하기 위해 연구대상 20개 골프장 중 저류지가 설치되어 있고 2006~2009년까지 3년 이상 자료가 축적된 15개 골프장을 대상으로 빗물이용량을 분석하였다(Table 26 참조). 선정된 골프장의 분포를 보면, 서부지역이 5개소, 북부지역과 남부지역이 각 4개소, 동부지역이 가장 적은 2개소가 분포하고 있다(Table 1 참조).

지역별 월평균 빗물이용 특성을 보면, 지하수 이용량과 전체적으로 유사한 유형의 변화 패턴을 보이고 있는데, 겨울철인 2월에 이용량이 최저를 나타내고 있으며,

반대로 가을철에 이용량이 최대를 나타내고 있다. 최대이용량을 나타내는 시점은 월평균 지하수 이용량 보다 1개월 전인 10월에 나타나고 있다(Fig. 9 참조). 지역별 월평균 빗물 이용량을 보면, 남부지역이 월평균 31,200m³/월로 가장 많이 이용하고 있고, 그 다음은 서부지역으로 23,000m³/월을 이용하고 있으며, 동부지역 22,600m³/월, 북부지역은 18,800m³/월로 가장 적게 이용하는 것으로 분석되었다. 지역별 전체 연간 월평균 빗물이용량은 1,147,000m³/년을 이용하고 있으며, 남부지역 골프장이 가장 많은 374,300m³/년이고, 그 다음으로는 서부지역이 276,600m³/년을 이용하고 있고, 북부지역이 가장 적은 225,500m³/년을 이용하고 있는 것으로 나타났다.

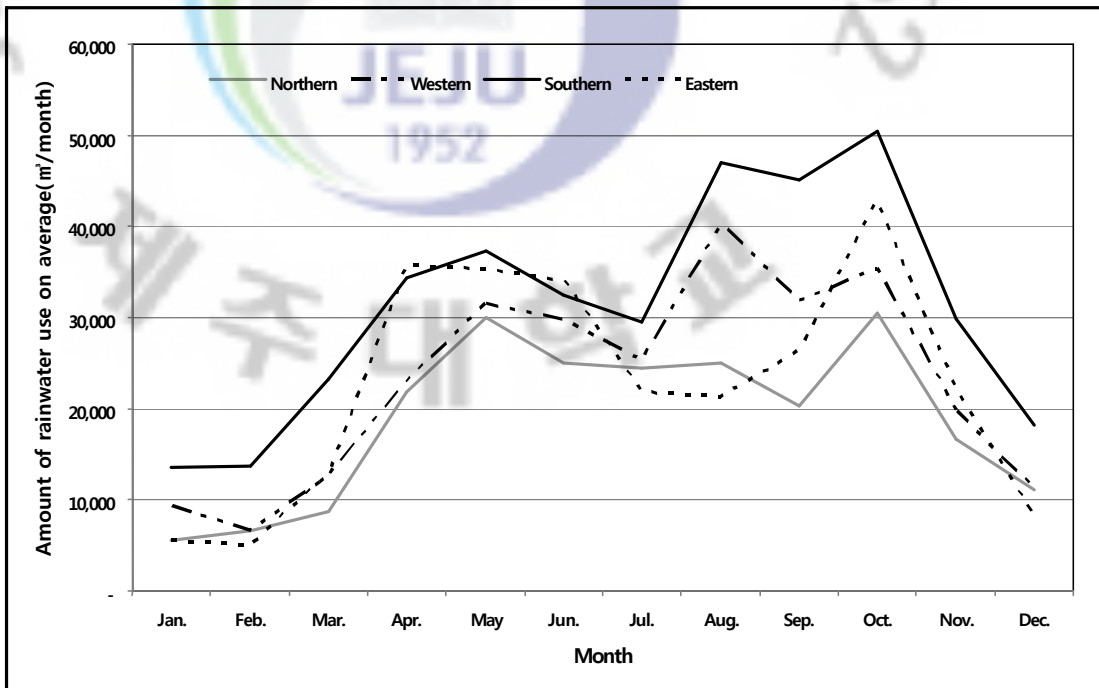


Fig. 9. Amount of monthly rainwater use on average

Table 26. Monthly changes of regional precipitation and rain used(2006~2009)

(Unit : m³/month, mm)

Classification		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Northern	Ave.	5,495	6,539	8,629	21,855	30,014	24,888	24,489	24,991	20,367	30,458	16,691	11,119	225,535
	Max.	6,899	8,101	13,503	34,537	54,429	47,681	49,646	40,678	40,369	50,290	33,907	19,969	400,009
	Precipitation	98.9	94.2	140.2	134.5	174.3	258.9	323.2	343.2	431.5	94.7	116.2	58.5	2,268
Western	Ave.	9,438	6,593	12,632	22,870	31,532	29,877	25,296	40,235	31,869	35,308	19,831	11,096	276,577
	Max.	16,964	9,207	18,615	34,045	46,804	43,883	44,247	59,308	44,176	60,819	25,945	13,614	417,627
	Precipitation	35.5	48.9	100.9	104.9	141.0	219.3	255.2	209.4	151.4	82.6	61.9	18.4	1,429
Southern	Ave.	13,517	13,698	23,323	34,282	37,240	32,381	29,458	46,995	45,084	50,416	29,776	18,148	374,318
	Max.	34,030	39,138	51,294	54,403	58,390	55,729	58,593	88,178	87,171	82,900	58,346	47,398	715,570
	Precipitation	59.8	65.2	170.3	178.5	233.0	340.5	343.1	261.4	233.1	106.6	78.7	34.3	2,105
Eastern	Ave.	5,584	5,016	12,754	35,805	35,307	34,034	21,835	21,268	26,277	42,766	22,105	8,237	270,988
	Max.	6,695	7,025	21,709	66,810	63,028	62,409	36,548	36,244	44,528	75,338	37,431	10,399	468,164
	Precipitation	109.3	95.0	156.1	182.8	217.1	337.4	292.1	405.5	436.9	120.2	92.6	68.4	2,513

2) 계절별 빗물 이용 특성

계절별 월평균 빗물 이용량을 보면, 봄철(3월~5월) 월평균 빗물이용량은 약 25,500m³/월이고, 여름철(6월~8월) 29,600m³/월, 가을철(9월~11월) 30,900m³/월, 겨울철이(12월~2월) 가장 적은 9,500m³/월을 이용하고 있다.

계절별 월평균 최대 빗물 이용량을 보면, 봄철 월평균 최대 빗물이용량은 약 43,100m³/월이고, 여름철 51,900m³/월, 가을철 53,400m³/월, 겨울철이 가장 적은 18,300m³/월을 이용하고 있는 것으로 분석되었다.

월평균 빗물 이용량과 강수량과의 관계는 강수량이 많은 시기에는 빗물 이용량이 감소하는 경향을 보이고 강수량이 적은 봄철과 가을철에 빗물을 많이 이용하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 빗물 이용량은 봄철보다 가을철에 많이 이용하고 있으며, 지속적으로 강수량이 증가하는 시점에서는 빗물이용량도 지속적으로 감소하는 경향을 보이고 있다(Fig. 10 참조).

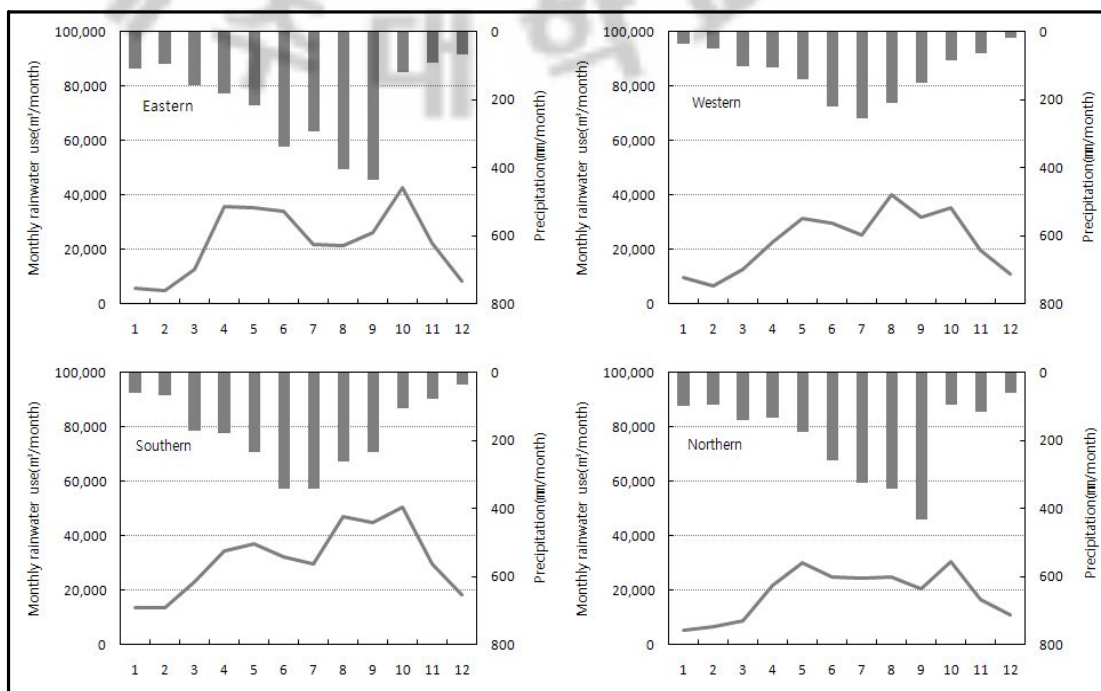


Fig. 10. Monthly regional rainwater used

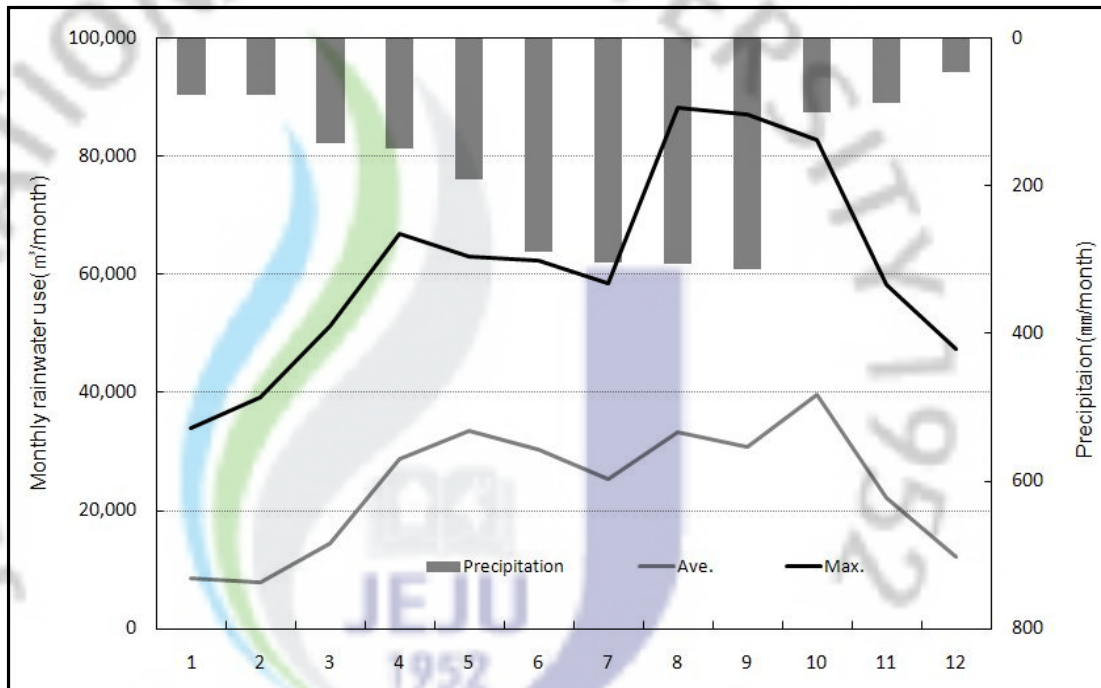


Fig. 11. Monthly seasonal rainwater used (monthly average, maximum monthly average)

골프장 15개소의 월평균 빗물 이용 특성을 보면, 빗물 월평균 이용량 범위는 5,000~50,400m³/월이며, 월평균 이용량은 지하수에 비해 1.5배가 많은 평균 23,900m³/월로 분석되었으며, 월평균 이용량보다 많이 이용하는 월별은 4월~10월까지이다. 월평균 빗물 이용량을 보면 1차적으로 3월~5월까지 증가하고 6월에서 7월에 감소하다가 8월부터 재차 증가하여 10월에 가장 많은 약 39,000m³/월을 이용하고 그 이후 급속히 감소하고 있는 경향을 보이고 있다. 월평균 빗물 이용량의 월별 증가율 중 3월~4월 구간이 최대변화량 14,000m³/월, 100% 증가율을 나타내고 있다. 그 다음으로 9월~10월 구간이 8,000m³/월, 약 30%의 증가율을 보이고 있다. 반대로 감소율은 10월~11월 구간이 17,000m³/월, 약 43%의 급격한 감소율을 보이고 있다(Fig. 11 참조).

또한, 빗물 월평균 최대 이용량 범위는 6,700~88,200m³/월이며, 평균은 41,700m³/월이다. 월평균 최대 빗물 이용 변화를 보면, 2월부터 급격히 상승하여 4월에 66,800m³/월로 1차 피크를 보이고 5월부터 7월까지 서서히 감하는 것으로 나타났다. 7월에서 8월에 급격히 상승하여 최고 이용량에 도달하고 변화율(약 50%) 및 변화량(30,000m³/월)도 최대를 보이고 있으며 그 이후에 감소하는 경향을 보이고 있다.

빗물이용량과 강수량과의 상관관계가 높을 것으로 예상되나 상관관계는 낮게 나타나고 있다. 이는 강수량이 풍부하더라도 저류지 용량과 강우강도에 따라 달라지기 때문에 빗물을 효율적으로 이용하기가 곤란하기 때문인 것으로 판단된다. 특히, 빗물이용에 있어 가뭄에는 강수량 부족으로 인해 저류지의 빗물이용보다는 지하수에 많은 양을 의존하고 있는 것으로 나타났다.

4. 제주지역 골프장 용수이용 특성에 따른 관개용수 원단위 산정

1) 월간 지하수 이용량 분석

대부분의 골프장은 지하수관정을 개발하여 생활용수와 관개용수로 이용하고 있는데, 생활용수를 제외하고 관개용수로만 이용하고 있는 지하수의 이용특성을 통해 관개용수(지하수) 원단위를 산정하였다. 우선 골프장 코스관리를 위하여 관수하고 있는 골프코스 면적(관수면적) 대비 지하수 월평균 이용량을 분석하였다(Table 27 참조).

골프코스 면적과 월평균 지하수 이용량과의 상관관계(R^2)는 0.73으로 높게 나타났다(Fig. 12 참조), 골프코스 면적(1,000 m^2) 당 월평균 지하수 이용량이 가장 적은 골프장은 북부지역의 BGC로 14.1 m^3 /월이고, 가장 많이 이용하고 있는 골프장은 동부지역의 CCGC로 35.5 m^3 /월을 이용하고 있으며, 평균 23.9 m^3 /월, 중앙값은 23.7 m^3 /월로 분석되었다. 골프코스 면적(1,000 m^2) 당 월평균 지하수 이용량 범위를 보면, 24 m^3 /월 이하가 전체 60%인 9개소 골프장이 차지하고 있으며, 20 m^3 /월 이하가 6개소, 24~30 m^3 /월 범위가 3개소, 30 m^3 /월 이상을 이용하는 골프장은 3개소로 파악되었다. 골프장별 월평균 지하수 이용량을 보면, FGC가 26,696 m^3 /월 가장 많이 이용하고, 그 다음으로 XGC로 24,217 m^3 /월, SGC가 21,739 m^3 /월 순으로 이용을 하고 있으며, BGC가 4,238 m^3 /월로 가장 적게 이용을 하고 있다. 월평균 지하수 이용량 범위를 보면, 10,000 m^3 /월 이하가 4개소, 10,000~15,000 m^3 /월 범위가 2개소, 15,000~20,000 m^3 /월 범위가 4개소, 20,000~25,000 m^3 /월 범위가 4개소, 25,000 m^3 /월 이상을 이용하는 골프장은 1개소로 분석되었다.

본 연구에서 골프코스 관리를 위해 면적 1,000 m^2 당 월평균 지하수 이용량 원단위는

약 24.0m³/월로 분석되었으며, 골프장 코스관리를 위한 관개용수 중 빗물이용을 제외한 월간 지하수 이용량 산정식은 다음과 같다.

$$\text{월간 지하수 이용량} = \text{코스면적(m}^2\text{)} \times 24(\text{m}^3/\text{월}) \div 1,000 \dots\dots\dots(1)$$

여기서, 월간 지하수 이용량 원단위 24m³/월을 적용하는데 있어 특정시기에 따른 가중치를 적용하는 것이 바람직하다. 즉, 상수도 수요량 산정을 위해 변동부하율을 적용하고 있는데, 일평균 수요량 대비 일 최대 수요량의 비율로 적용하고 있다. 특히, 생활용수 및 기타용수에서는 일평균에 첨두부하율을 1.3배를 적용하고 있다. 따라서, 가뭄 또는 계절적 영향을 고려하여 지하수의 월간 지하수 이용량 원단위 적용을 위해 월평균 수요량 대비 월 최대 수요량의 비율을 적용한다면 그 가중치는 1.5배가 될 것으로 분석되었다.

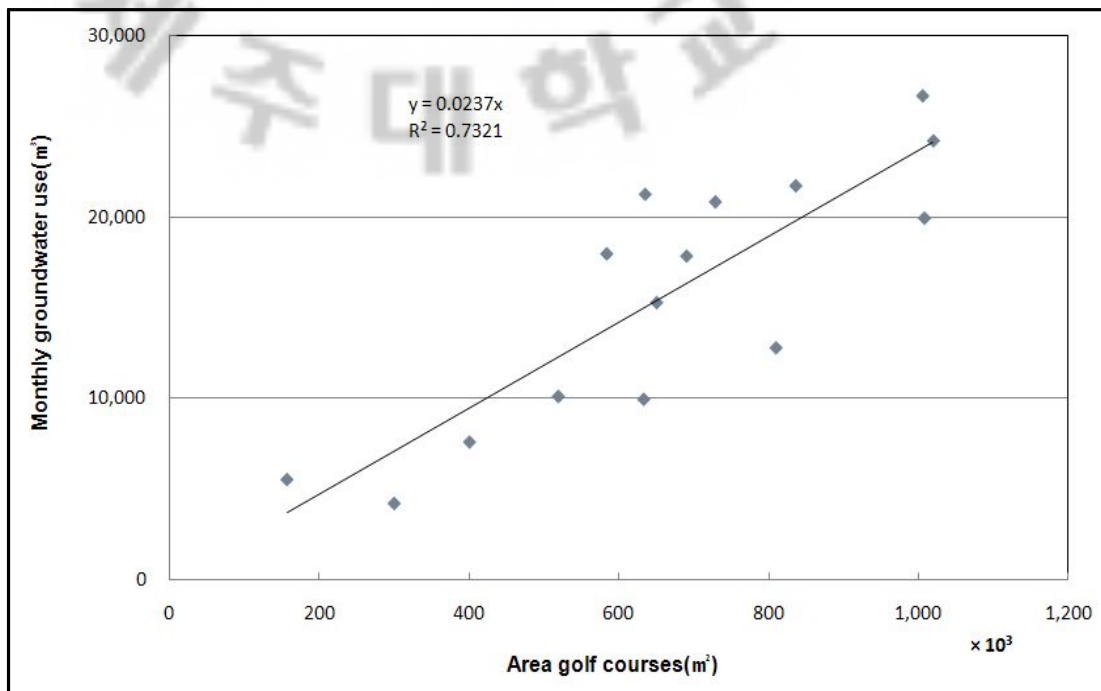


Fig. 12. Monthly groundwater used per square meters in golf courses

Table 27. Monthly groundwater used per square meters in golf courses

(Unit : m³/month)

Region	Golf ID	Holes	Area golf courses (m ²)	Average monthly use per 1,000m ² area	Average monthly groundwater use	
					Max.	Ave.
Northern	AGC	27	650,503	23.5	29,775	15,304
	BGC	9	299,817	14.1	10,153	4,238
	CGC	18	400,441	19.0	17,733	7,620
	DGC	18	519,107	19.5	21,696	10,136
	FGC	36	1,005,680	26.5	52,153	26,696
Western	JGC	27	690,446	22.6	29,798	17,869
	MGC	27	633,113	15.8	31,910	9,979
	OGC	27	728,792	28.6	37,874	20,853
	PGC	27	635,142	33.5	32,686	21,272
Southern	SGC	27	836,171	26.0	41,552	21,739
	VGC	18	583,827	30.8	40,392	17,992
	WGC	27	809,859	15.8	27,312	12,815
	XGC	36	1,020,032	23.7	36,359	24,217
Eastern	BBGC	36	1,008,007	19.8	35,698	19,958
	CCGC	9	156,689	35.5	8,725	5,555

2) 월간 빗물 이용량 분석

골프장별 빗물이용량 분석을 위해 특성을 분석하기 위해 연구대상 20개 골프장 중 저류지가 설치되어 있고 2006~2009년까지 3년 이상 자료가 축적된 15개 골프장을 대상으로 빗물이용량을 분석하였다(Table 28 참조). 골프장별 월평균 빗물이용량을 보면, XGC가 59,631m³/월 가장 많이 이용하고, 그 다음으로 DDGC가 39,014m³/월, SGC가 35,439m³/월 순으로 이용을 하고 있으며, CCGC가 6,151m³/월 가장 적게 이용을 하고 있다. 골프장 10개소(66.7%)가 월평균 빗물을 30,000m³ 이하로 이용하고 있으며, 또한 월평균 빗물이용은 15,000m³/월 이하가 4개소, 15,000~30,000m³/월 범위가 6개소, 30,000~45,000m³/월 4개소, 45,000~60,000m³/월 1개소로 파악되었다.

빗물 이용특성을 통해 골프코스 면적당 월평균 빗물이용량을 분석하였다. 골프코스 면적과 빗물 월평균 이용량과의 상관관계(R^2)는 0.51로 분석되었다(Fig. 13 참조). 코스면적(1,000m²) 당 월평균 빗물 이용량 범위는 17.0~63.3m³/월이며, 평균 36.2m³/월이고 중앙값은 33.4m³/월로 나타났다. 골프코스 면적 당 월간 빗물 이용량이 가장 적은 골프장은 북부지역의 AGC로 17.0m³/월이며, 가장 많이 이용하고 있는 골프장은 북부지역의 DGC로 63.3m³/월로 빗물 이용에 있어 큰 차이를 보이고 있다. 서부지역과 동부지역인 경우 골프코스 면적 당 월간 빗물이용량의 차이는 별로 없으며, 남부지역은 북부지역과 마찬가지로 월간 빗물 이용에 있어 큰 차이를 보이고 있다. 골프코스 면적(1,000m²) 당 월 평균이용량 범위를 보면, 40m³/월 이하가 전체 73.3%인 11개소 골프장이 차지하고 있으며, 40~50m³/월 범위가 1개소, 50~60m³/월 범위가 2개소, 60m³/월 넘는 골프장도 1개소로 파악되었다.

본 연구에서 골프코스 관리를 위해 면적 1,000m² 당 월평균 빗물 이용량 원단위는 약 36m³/월로 분석되었으며, 골프장 코스관리를 위한 관개용수 지하수를 제외한 월간 빗물 이용량 산정식은 다음과 같다.

$$\text{월간 빗물 이용량} = \text{코스면적(m}^2\text{)} \times 36(\text{m}^3/\text{월}) \div 1,000 \dots\dots\dots(2)$$

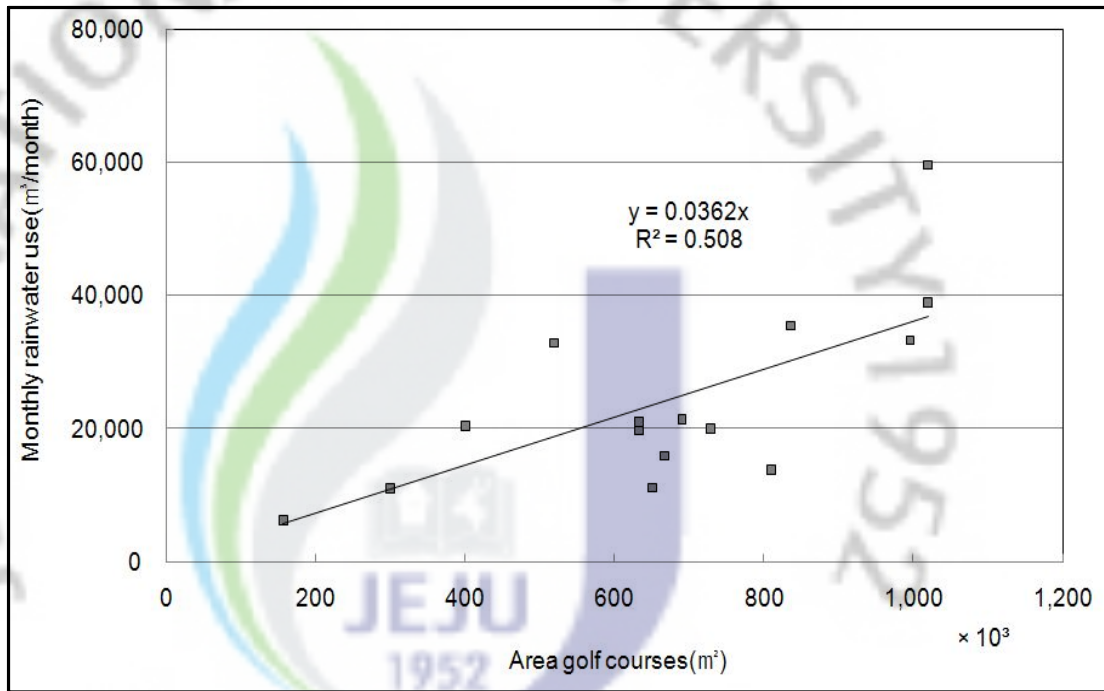


Fig. 13. Monthly rainwater used per square meters in golf courses

월간 빗물 이용량 또한 가뭄 또는 계절적 영향을 고려하기 위해 가중치를 적용하는 것이 바람직하며, 그 가중치 범위는 월평균 빗물 최대 이용량을 적용한다면 그 가중치는 1.7배가 될 것으로 분석되었다.

Table 28. Monthly rain water used per square meters in golf courses(2006~2009)

(Unit : m³/month)

Region	Golf ID	Holes	Area golf courses (m ²)	Average monthly use per 1,000m ² area	Average monthly rainwater use	
					Max.	Ave.
Northern	AGC	27	650,503	17.0	18,955	11,063
	BGC	9	299,817	36.5	21,019	10,958
	CGC	18	400,441	50.7	35,921	20,321
	DGC	18	519,107	63.3	54,429	32,837
Western	JGC	27	690,446	30.9	36,747	21,355
	KGC	36	995,770	33.4	60,819	33,233
	LGC	27	632,569	31.2	28,766	19,751
	MGC	27	633,113	33.0	37,824	20,912
	OGC	27	728,792	27.4	42,419	19,990
Southern	SGC	27	836,171	42.4	64,872	35,439
	TGC	24	666,702	23.8	29,330	15,864
	WGC	27	809,859	17.1	30,093	13,838
	XGC	36	1,020,032	58.5	88,178	59,631
Eastern	CCGC	9	156,689	39.3	10,194	6,151
	DDGC	36	1,021,287	38.2	75,338	39,014

3) 월간 관개용수의 원단위 산정

골프코스(그린, 티, 페어웨이, 러프, 벙커)의 잔디 및 코스관리를 위해 충분한 용수가 필요하며, 도내 골프장은 관개용수를 지하수와 빗물을 이용하여 공급하고 있다. 앞에서 언급한 코스면적 대비 지하수 또는 빗물 이용량에 대해 각각의 상관관계와 용수 이용량을 산정하였다.

제주도내 골프장의 관개용수는 지하수와 빗물을 함께 이용하고 있어, 지하수와 빗물을 합산한 골프장 관개용수(지하수+빗물) 이용량을 분석할 필요가 있다. 따라서 앞에서 분석한 골프장 중 지하수와 빗물 이용량이 동시에 모니터링이 실시되고 있는 골프장 11개소를 대상으로 분석하였다(Table 1 참조).

관개용수(지하수+빗물)의 월평균 이용량을 보면(Table 29 참조), 관개용수 이용량 범위는 약 13,200~55,600m³/월이며 평균 36,600m³/월이다. 연간 용수 이용량을 보면, 지하수가 163,500m³/년이고, 빗물이 275,400m³/년으로 총 관개용수 연간 이용량은 약 439,000m³/년으로 분석되었다.

골프장 관개용수의 계절적인 변화를 보면, 지하수 이용량이 빗물 이용량보다 많이 이용하는 시기는 11월과 12월로 나타나고 있어 가뭄 시에는 지하수를 더 많이 이용하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 계절적 월평균 이용 특성을 보면, 지하수와 빗물 모두 연간 2회의 피크가 나타나고 있다. 그렇지만 2차 피크에 있어서 빗물 이용량이 지하수 이용량 피크보다 한 달 전에 나타나고 있는데, 이러한 현상은 장마철에 빗물을 저류지에 저장한 후 10월까지 관개용수로 이용하지만 10월부터 강수량 부족 및 저류지 용량으로 인해 빗물이용량은 감소하는 반면, 지하수 이용량이 증가하고 있기 때문인 것으로 판단된다(Fig. 14 참조).

제주도내 골프장별 골프코스를 관리하기 위해 관개용수 이용량 범위는 11,700~83,800m³/월이고, 평균 36,600m³/월로 나타났다. 또한 전체 관개용수에서 빗물이용의 비율을 보면 최소 48.9%에서 최대 76.4%이며, 평균 63.0%로 분석되었다(Table 30 참조).

골프장별 골프코스 면적당 관개용수 이용량을 분석한 결과를 보면, 골프코스 면적(1,000m²) 당 월 평균관개용수 이용량 범위는 32.9~82.8m³/월이고, 평균 60.3m³, 중앙값은 56.8m³/월로 분석되었으며, 55m³/월 이하가 전체 36%인 4개소 골프장이 차지하고 있으며, 55~65m³/월 범위가 2개소, 65~75m³/월 범위가 3개소, 75~85m³/월

넘는 골프장도 2개소로 파악되었다. 골프코스 면적(1,000m²) 당 월평균 관개용수 이용량이 가장 많이 이용하고 있는 골프장은 XGC로 83,800m³/월이고, 가장 적은 골프장은 동부지역의 CCGC로 11,700m³/월로 큰 차이를 나타내는 것으로 분석되었다.

골프장 6개소(54.5%)가 월평균 관개용수 이용량 36,600m³/월 이하로 이용하고 있으며, 또한 36,600~45,000m³/월 범위가 3개소, 45,000~60,000m³/월 1개소, 80,000m³/월 1개소로 파악되었다.

골프코스 면적과 월평균 관개용수(지하수+빗물) 이용량과의 상관관계(R^2)는 0.65로 분석되었다(Fig. 15 참조). 본 연구에서 골프장 관개용수의 코스면적(1,000 m²) 당 월간 원단위는 60m³/월로 산정하였으며, 골프장 코스를 관리하기 위한 월간 관개용수 이용량 산정식은 다음과 같다.

$$\text{월간 관개용수 이용량} = \text{코스면적(m}^2\text{)} \times 60(\text{m}^3/\text{월}) \div 1,000 \dots\dots\dots(3)$$

골프장 관개용수의 월간 평균 이용량은 강우 패턴이나 계절적인 영향을 고려할 경우 가중치는 월평균 관개용수 최대 이용량을 가지고서 재분석을 해본 결과 1.3 ~1.4 범위에 해당할 것으로 판단된다.

Table 29. Monthly irrigation water used (water + rainwater) in golf courses

(Unit : m³/month, mm/month)

Classification	Rainwater	Groundwater	Irrigation	Precipitation
Jan.	9,036	4,845	13,881	75.9
Feb.	8,877	4,279	13,156	75.8
Mar.	13,799	6,637	20,436	141.9
Apr.	24,438	12,814	37,252	150.2
May	30,128	17,338	47,466	191.3
Jun.	27,224	12,862	40,085	289
Jul.	23,934	11,210	35,144	303.6
Aug.	34,725	14,451	49,176	304.9
Sep.	30,828	15,471	46,299	313.2
Oct.	36,931	18,636	55,567	101
Nov.	22,004	24,739	46,743	87.3
Dec.	13,523	20,228	33,751	44.9
Total	275,447	163,510	438,956	2,079

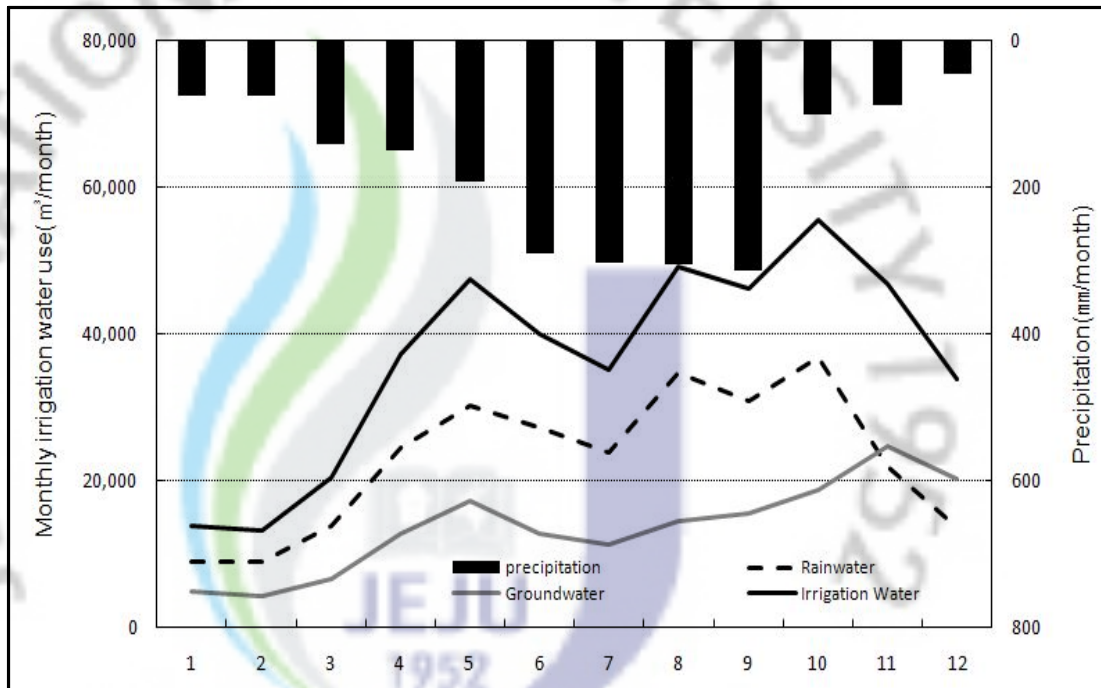


Fig. 14. Monthly seasonal irrigation water used (groundwater + rainwater)

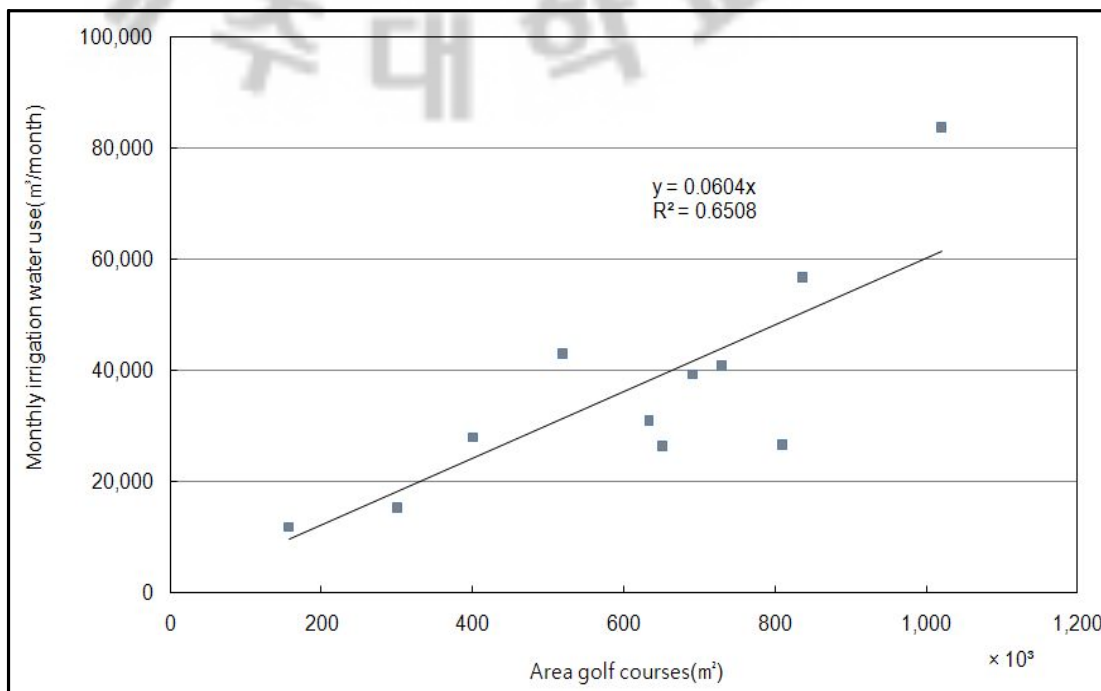


Fig. 15. Monthly irrigation water used per square meters in golf courses

Table 30. Monthly irrigation water used per square meters in golf courses

(Unit : m³/month)

Region	Golf ID	Golf courses (m ²)	Average monthly use per 1,000m ² area	Average monthly use		Irrigation water (Groundwater + Rainwater)	Rate(%)
				Groundwater	Rainwater		
Northern	AGC	650,503	40.5	15,304	11,063	26,367	42.0
	BGC	299,817	50.7	4,238	10,958	15,195	72.1
	CGC	400,441	69.8	7,620	20,321	27,941	72.7
	DGC	519,107	82.8	10,136	32,837	42,973	76.4
Western	JGC	690,446	56.8	17,869	21,355	39,224	54.4
	MGC	633,113	48.8	9,979	20,912	30,891	67.7
	OGC	728,792	56.0	20,853	19,990	40,843	48.9
Southern	SGC	836,171	67.8	21,272	35,439	56,711	62.5
	WGC	809,859	32.9	12,815	13,838	26,653	51.9
	XGC	1,020,032	82.2	24,217	59,631	83,848	71.1
Eastern	CCGC	156,689	74.7	5,555	6,151	11,706	52.5

IV. 결론

1. 요약

국내의 레저스포츠 산업 중 가장 큰 시장규모를 갖고 있으며 매년 10% 가량 성장을 하고 있는 산업은 골프관련 산업이며, 향후 성장추세는 계속 이어질 것으로 전망된다. 제주 또한 중요한 관광시설 중 하나로 골프가 대중 스포츠로 자리 잡으면서 골프 관광객이 제주관광에서 차지하는 비중이 높아지고 있는 실정이며, 도내에서 골프산업은 지역 경제에 있어서 중요한 역할을 하고 있다.

골프장은 본래 다양한 물을 필요로 하는 특성을 가진 업종으로 골프장 운영에 있어 용수확보가 가장 중요하며, 제주도의 경우 최근까지도 골프장 관개용수를 지하수에 의존하고 있어 지하수 남용과 과다개발을 주도하는 업종으로 인식되어져 왔다.

본 연구에서는 제주도내에서 운영 중인 골프장을 대상으로 골프코스 및 잔디의 관리를 위해 관개용수를 이용하고 있는 데, 이들 관개용수인 지하수와 빗물 이용량 모니터링 자료를 이용하여 관개용수 이용특성을 분석하여 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

골프장 15개소의 월평균 지하수 이용량 범위는 5,200~28,200m³/월, 평균 15,600m³/월 이고, 빗물 월평균 이용량 범위는 5,000~50,400m³/월이며, 평균 23,900m³/월로 빗물 이용량이 지하수보다 1.5배 상회하고 있다. 계절적 월평균 이용 특성을 보면, 지하수와 빗물 모두 연간 2회의 피크를 보이며, 계절적인 변화 패턴은 유사한 경향을 나타나고 있다. 그렇지만, 2차 피크에 있어서 빗물 이용량이 지하수 이용량 피크 보다 한 달 전에 나타나고 있는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 장마철에 빗물을 저류지에 저장한 후 10월까지 관개용수로 이용하지만 10월부터 강수량 부족으로 인해 빗물이용량은 감소하는 반면, 지하수 이용량이 증가하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

골프장 골프코스 면적과 지하수 월평균 이용량과의 상관관계(R^2)는 0.73이며, 코스 면적(1,000m²) 당 월평균 지하수 이용량 범위는 14.1~35.5m³/월이며 평균 23.9m³/월 이고 중앙값은 23.7m³/월로 분석되었다. 골프코스 관리를 위해 면적 1,000m² 당 월평균 지하수 이용량 원단위를 약 24m³/월로 산정하였다.

골프코스 면적과 빗물 월평균 이용량과의 상관관계(R^2)는 0.51이며, 코스면적(1,000m²) 당 월평균 빗물 이용량 범위는 17.0~63.3m³/월이며, 평균 36.2m³/월이고 중앙값은 33.4

m³/월로 나타났다. 골프코스 관리를 위해 면적 1,000m² 당 월평균 빗물 이용량 원단위를 약 36m³/월로 산정하였다.

골프코스 면적과 월평균 관개용수(지하수+빗물) 이용량과의 상관관계(R^2)는 0.65이며, 골프코스 면적(1,000m²) 당 월 평균이용량 범위는 32.9~82.8m³/월이고, 평균 60.3m³, 중앙값은 56.8m³/월로 분석되었다.

본 연구에서 골프장 관개용수의 코스면적(1,000m²) 당 월간 원단위는 60m³으로 산정하였으며, 골프장 코스를 관리하기 위한 월간 관개용수 이용량 산정식을 구하였다.

$$\text{월간 관개용수 이용량} = \text{코스면적(m}^2\text{)} \times 60(\text{m}^3/\text{월}) \div 1,000$$

골프장 관개용수의 월간 평균 이용량은 강우패턴이나 계절적인 영향을 고려할 경우가중치에 대한 고려가 필요하기 때문에 이에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 골프장 전체용수의 이용량 분석에 있어 많은 매개변수(잔디의 종류, 토양, 강수량, 잔디의 크기, 잔디 관리사 등)들이 관여하고 있다. 이러한 매개변수를 반영하여 분석하기가 매우 어렵기 때문에 가장 기초가 되는 모니터링 시스템이 체계적으로 이루어져야 하며, 우선적으로 관개용수로 이용하고 있는 빗물에 대해 일단위로 모니터링하고 지하수 또한 생활용수와 관개용수로 구분하여 모니터링을 실시할 필요가 있다.

끝으로, 본 연구를 통해 얻어진 골프장 관개용수(지하수+빗물)의 면적당 원단위를 통해 효율적인 이용방안과 지하수 자원 보전에 있어서 기초자료로 활용되기를 기대한다. 아울러, 본 연구가 기초가 되어 제주도 골프장의 용수적정 관리 방안 연구가 지속적으로 이루어질 수 있기를 기원한다.

2. 정책적 제언 및 향후 연구과제

제주도는 지하수관리 및 정책분야에서 국내는 물론 국외에서도 벤치마킹을 하고 있다. 도에서 다양한 연구를 진행하고 있지만, 골프장 관개용수에 대하여 다음과 같이 정책적 제언 및 향후 연구과제에 대해서 이야기를 하고자 한다.

첫 번째, 요약부분에서 말했듯이 관개용수로 이용하고 있는 빗물에 대해 일단위로 모니터링하고 지하수 또한 생활용수와 관개용수로 구분하여 모니터링을 실시할 필

요가 있다.

두 번째, 도내 골프장은 대부분 한지형 잔디로 병충해는 물론 관개용수가 난지형 잔디에 비해 많은 양이 필요하다. 따라서, 지하수의 질적, 양적인 관리측면에서 병충해에 강하고 농약을 적게 사용하고 물 사용량도 크게 줄일 수 있는 제주지역 기후에 적합한 잔디를 조속히 보급하는 것이 바람직하다.

세 번째, “골프장 관개용수 자동관리 시스템 구축”이 필요하다. 즉, 골프장의 잔디, 토양 등의 적정 수분 양을 IT와 접목하고 골프코스에 매설된 파이프라인을 컴퓨터와 연결하여 필요한 곳에만 물을 공급하고 잔디와 토양 등에 대해 적정 수분소요량을 자동으로 체크한 후 용수를 공급하는 시스템을 말한다.

네 번째, “제주도 특성에 적합한 빗물(연못) 관리 지침서 수립”이 필요하다. 골프장 경관 및 관개용수로 이용하고 있는 연못(폰드)에 대해서는 가뭄 시 또는 수질개선을 위해 지하수를 이용하고 있다. 그러나, 연못에 있는 용수를 또 다시 관개용수로 이용할 경우 같은 용수가 지하수와 빗물이용에 두 번 이용되는 것으로 체크되고, 집중호우 시 저류지에서 배출되는 양 또는 빗물이용으로 체크되는 등 정확한 빗물 이용량에 대한 분석이 불가능한 실정이다. 따라서, 골프장 대체수자원(빗물+중수) 지침서로 활용할 수 있는 매뉴얼이 필요하다.

다섯 번째, 골프장 중수(오수처리장 처리수)의 수질에 대한 불신, 중수 이용에 따른 잔디에 미치는 영향에 대한 불확실성, 중수 이용 시 그린에 조류가 대량 번식할 것이라는 인식 때문에 조경용수로 재이용을 꺼려 하고 있는데 이를 해소하기 위해서는 “중수의 수질기준 및 이용기준” 매뉴얼을 조속히 수립할 필요가 있다.

여섯 번째, 제주지역 하수처리장 방류수를 광역적 범위에서 재이용하는 방안으로 하수처리장에서 발생하는 방류수를 재처리(3차 처리 또는 고도처리)하여 골프장 조경용수로 재이용을 함으로써 한정된 지하수자원을 보전하고 대체수자원으로 적극 활용하는 방안이다.

일곱 번째, 골프장 관개용수의 월간 평균 이용량은 강우패턴이나 계절적인 영향을 고려할 경우 가중치에 대한 고려가 필요하기 때문에 이에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

여덟 번째, 골프장 관개용수 원단위는 월평균으로 계산한 값이기 때문에 골프장 취수허가량보다 약 2배 정도 낮게 산정되었다. 특히, 골프장 용수는 가뭄 시(9월~11월) 많은 양이 필요로 하는 시기이기 때문에 상수도에서 적용하는 침투부하율과

같은 가중치(1.5)를 적용하거나, 도지사가 정하는 기상이변(예; 무강우 시기가 30일 이상) 등 특정 시기에 한해 지하수를 관개용수로 이용할 경우 원수대금을 감면하는 제도를 특별법이나 지하수관리 기본조례에 규정하여 지하수원수대금의 부과에 관하여 법정계획화 하는 것이 요구된다.

참고문헌

- 강현민, 박영민, 황중선, 이현섭, 김지영, 2006, 국제자유도시특별법 발효 이후 제주 지역 골프장사업 성과 분석 연구, 한국여가레크리에이션학회지 제30권, pp.33~50.
- 고기원, 박윤석, 박원배, 문덕철, 2003, 제주도 동부지역의 수문지질과 지하수 부존 특성(1), 제11회 세계 물의 날 기념학술세미나, pp.61~67.
- 곽창암, 2009, 제주지역 골프장 연못의 수질 특성과 수질 개선 방안에 관한 연구, 제주대학교 산업대학원 석사학위 논문. pp.62~65.
- 김경남, 2005, USGA 지반구조에서 한지형 잔디의 여름 고온기 적응력·색상 및 연중 녹색 유지기간 비교, 한국조경학회지, 제33권 제5호, pp.83~93.
- 김경남, 2006, 잔디관리론, 삼육대학교출판부, p.433.
- 김기표, 김수정, 강봉래, 문덕철, 김봉석, 김영철, 2009, 지하수 취수 허가량 산정 기법, 환경자원연구원보, 제2권, pp.209~222.
- 김귀곤, 김명길, 김지덕, 오휘영, 이동근, 임상하, 주영규, 1994, 한국의 골프장계획 이론과 실무, 조경, pp.216~217.
- 김민한, 1995, 제주지역의 잔디생육특성 연구(한지형 잔디를 중심으로), <http://www.treetopia.pe.kr/FM/data/grass/grass1.htm>.
- 김정호, 송재호, 이동훈, 김현주, 위상정, 2007, 골프장 관개용수 사용을 위한 우수 활용방안 연구, 한국환경생태학회 학술대회지, pp.191~194.
- 김정희, 2006, 제주도 골프장 개발계획이 지하수 적정개발량에 미치는 영향에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문. pp.7~14.
- 박원배, 2010, 제주도 빗물이용 활성화 방안, 제주대학교사회과학연구소, 사회과학 연구 제1권 제2호, pp.55~69.
- 박원배, 김봉석, 2010, 제주도 골프장 용수의 적정관리 방안 연구, 제주발전연구원, 기본연구 2010-9. pp.1~72.
- 박원배, 양성기, 김봉석, 문덕철, 2011, 골프장 관개용수 원단위 산정에 관한 연구, 한국환경과학회지 제20권 제6호, pp.775~782.
- 서용건, 허향진, 고광희, 김용이, 2005, 골프장 개발에 따른 지역주민 태도에 관한 연구, 대한관광경영학회, 관광연구 제20권 2호, pp.267~283.

안용태, 김인섭, 김일매, 심규열, 이정재, 함선규, 1990, GOLF장 잔디관리의 기본과 실제, 한국잔디연구소. pp.205~208.

오만원, 2010, 제주지역 골프산업의 경쟁력 강화에 관한 연구, 한국체육교육학회지, 제15권 제1호, pp.395~406.

이상재, 1994, 골프장 잔디관리 실무, 서원양행, pp.50~51.

이상재, 심경구, 허근영, 2001, 우리나라 골프 코스에서 한지형 잔디의 활용방안, 한국조경학회지, 제29권 제1호, pp.77~84.

이상진, 2010, 골프장 오수처리장 중수의 잔디용수 적정성, 건국대학교 농축대학원 석사학위 논문. pp.1~43.

제주발전연구원, 2006, 제주도 빗물 이용시설 설치 및 제도 개선방안 연구, 제주발전연구원, 정책연구 2006-3. pp.1~54.

제주발전연구원, 2009, 제주지역 골프산업 경쟁력 강화방안 연구, 제주발전연구원, 기본연구 2009-6. pp.1~133.

제주도, 한국수자원공사, 2003, 제주도 수문지질 및 지하수자원 종합조사(Ⅲ).

최영근, 김형길, 2010, 제주지역 스포츠산업 부가가치 증대방안 연구, 제주발전연구원, 기본연구 2010-7. pp.26~48.

환경부, 2007. 9, 전국 골프장 오수처리실태 전반적으로 개선(보도자료).

Youngner, V.B(1961) Growth and flowering of Zoysia species in response to temperature, photoperiods and light intensities. Crop Sci. 1 : 91-93.

감사의 글

본 논문을 쓰기까지 아낌없는 지도와 사랑으로 보살펴 주신 양성기 교수님께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 그리고, 바쁘신 와중에도 논문심사를 맡아 세심하게 검토하여 주신 김상진 교수님, 김남형 교수님께 감사의 말씀을 드립니다. 또한 대학원 생활을 마치기까지 많은 가르침을 주신 이병걸 교수님, 박상렬 교수님, 이동욱 교수님께도 감사를 드립니다.

또한, 바쁜 업무에도 불구하고 현장조사는 물론 논문에 이르기까지 많은 관심과 격려, 조언을 아끼지 않으신 고기원 박사님, 박원배 박사님, 문덕철님께도 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 수자원본부 박윤석 형님, 강봉래 형님, 김기표 형님, 보건환경연구원 김수정 과장님께도 감사드립니다. 그리고, 선배가 빨리 졸업하기를 바라면서 아낌없이 도움을 준 연구실 후배인 우열, 명수, 준호에게도 감사의 마음을 전합니다. 옆에서 늘 걱정과 격려를 해주시던 고윤권 계장님, 부남기 형님, 최원철 형님께도 감사드리오며, 논문을 쓸 수 있게 많은 배려를 해주신 김천우 수출진흥본부장님, 강시철 향토자원산업과장님을 비롯하여 직장 선·후배 동료 여러분께 감사드립니다.

오늘에 있기까지 저를 항상 믿고, 많은 배려와 아낌없는 지원을 해주셨지만, 현재는 중풍으로 재활 중이신 아버지와 어머니, 명석, 은정과 매제, 조카들, 작은어머니, 사촌 동생에게도 깊은 감사의 마음을 전하며, 아버지의 빠른 쾌유를 기원합니다. 사위지만 항상 아들같이 여겨주시는 장인, 장모님을 비롯하여, 처남, 처형(제), 동서, 조카들에게도 감사의 마음을 전하오며, 장인, 장모님의 병환도 빠른 쾌유를 기원합니다.

지금까지 옆에서 저에게 항상 용기와 믿음을 심어준 아내 희정과 논문 쓴다는 핑계로 많이 놀아주지 못한 태균, 태현 두 형제에게 진심으로 감사하고, 사랑한다는 말과 함께 이 논문으로 그 마음을 전하고 싶습니다.

2003년도에 대학원에 입학을 하고서 많은 세월이 흘렀습니다. 이제 논문을 마무리 지어가는 시점이 되고 보니 홀가분함보다는 후회가 더욱 더 앞섭니다. 그러나, 다른 꿈을 찾아서 다시금 한발자국을 내딛어야 하는 것이 아닌가 하는 생각이 듭니다.

끝으로 그동안 저의 학업과 연구에 많은 도움을 주신 모든 분들께 감사드립니다.