



## 동진강 유역의 농업용수 급수체계 분석

### Analysis of Agricultural Water Supply System at the Dongjin-River Basin

최진규\* · 손재권\* · 김영주\*†

Choi, Jin Kyu · Son, Jae Gwon · Kim, Young Joo

#### ABSTRACT

This study was investigated agricultural water supply system of major agricultural waterway for Gimje canal, Jeongeup canal, Dongjin river conduit of Dongjin river basin. Furthermore, this result will be used for water resources and agricultural demand in Saemangeum reclaimed arable land. Annual precipitation for 5 years in Dongjin river basin was 1,311.7mm. The average discharges in Dongjin river basin was  $1,390 \times 10^6 \text{ m}^3$  and  $1,516 \times 10^6 \text{ m}^3$  and  $744 \times 10^6 \text{ m}^3$  for 2,007 and 2008, respectively. Also, annual average amount of water resources was  $1,861 \times 10^6 \text{ m}^3$  and  $2,279 \times 10^6 \text{ m}^3$  and  $1,227 \times 10^6 \text{ m}^3$  for 2,007 and 2008, respectively. Dongjin river basin water system for the analysis of agricultural water in water resources, runoff, agricultural water demand and usage surveys were analyzed, resulting in the total amount of water due to precipitation of the watershed of the  $12.3 \times 10^9 \text{ m}^3 \sim 22.8 \times 10^9 \text{ m}^3$  and Dongjin River basin in waters flowing discharge is  $7.4 \times 10^9 \text{ m}^3 \sim 16.1 \times 10^9 \text{ m}^3$ , agricultural water demand and usage of each of  $6.8 \times 10^9 \text{ m}^3 \sim 6.9 \times 10^9 \text{ m}^3$  and  $4.9 \times 10^9 \text{ m}^3 \sim 7.1 \times 10^9 \text{ m}^3$  compared to the agricultural water demand was more likely. Agricultural water supply system in Dongjin river basin is complex because of devided branches to the main canal and branch canal. In this process, accurately assessment of water usage is very difficult. Therefore, systematic management of water resources and supply of agricultural water supply system to use the terms of the complexity and diversity by considering the appropriate level of agricultural water management systems will be needed. As a result of this study, it can be used water resources assessment in quantity, rational usefulness and basic planning of water resources development for water distribution.

**Keywords:** Agricultural water supply system; water resources; canal; Dongjin river basin

#### 1. 서 론

지구상의 물은 인간과 생태계의 생존을 위한 필수 불가결한 요소이며 유한재이다. 인류 문명의 발달은 물을 기초로 하여 발달하였으며, 농업은 물론 도시와 산업 등 모든 생태 활동은 물에 의존하고 있다. 이러한 지구상의 물은 순환한다. 구름이 형성되어 비나 눈의 형태로 낙하하여 지표수를 형성하거나 일부가 땅속으로 스며들어 지하수를 형성하기도 한다. 또한, 지표면이나 수면, 식물의 엽면을 통해서 대기중으로 증발되기도 한다. 대기중으로 소실되지 않은 물은 지표수나 지하수로 하천을 통해 바다로 흘러간다. 이와 같은 물의 순환을 수문순환 (hydrologic cycle) 이라고 한다 (Lee, 2008). 농작물의 관개에 필요한 물은 하천이

나 호소, 지하수를 취수하여 농경지에 도수 이용함으로써 수문순환 과정에 일정부분 영향을 미치고 있다. 상류 유역에서의 일정량 이상의 취수는 하류부의 유량 감소를 초래하거나, 한계 수량 이상의 지하수 취수는 지하 대수층의 수위 강하를 일으키며, 바다로부터 염분 유입을 가져올 수 있다 (UNSD, 2001; Lee, 2002). 우리나라의 물 수요량 중 농업용수가 차지하는 비중은 2008년 기준으로 50 %로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 최근에는 영농방식이 다변화하고 농촌지역의 산업화가 진행되면서 농촌지역의 용수수요가 점점 증가하는 추세이다. 이에 비해 사용가능한 용수의 추가적인 개발은 제한적이어서 기 개발된 용수의 절감과 효율성을 높이는게 중요한 과제중의 하나이다 (Kim et al., 2009; Park, 2009). 또한, 기후변화로 인한 가뭄과 홍수의 피해가 빈번히 발생하고 있어 합리적이고 효율적인 농촌용수의 관리가 필요한 실정이다 (Kim et al., 2003; Lee, 2003). 따라서 본 연구는 새만금 유역중 하나인 동진강 유역을 정읍천, 고부천, 원평천 등의 지류하천 유역으로 구분하여 새만금으로 유입되는 농업용수의 급수체계를 조사 분석하고, 유역외에서 유입되는 수량과 농경지에 필요한 농업용수의 수요량과 유역내 수리시설물에서 관개

\* 전북대학교 농업생명과학대학 지역건설공학과, 농업과학기술연구소

† Corresponding author Tel.: +81-63-270-2515

Fax: +81-63-270-2517

E-mail: swcejoo@hanmail.net

2011년 8월 19일 투고

2011년 11월 21일 심사완료

2011년 11월 12일 게재확정

되는 사용량을 분석하여 농업용수 공급의 과부족을 알아보고 향후 새만금 유역의 내부개발에 필요한 농업용수량 산정의 기초자료로 활용하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 대상유역

본 연구는 동진강 유역을 대상으로 하고 있으며, 동진강은 전라북도 정읍시 산외면 상두리 국사봉 (EL: 543 m)에서 발원하여 정읍천, 고부천, 원평천 등의 지류와 합류하고 서해로 유입되는 하천으로서 행정구역상 전라북도 김제시, 정읍시, 부안군, 고창군, 등 2개시, 2개군에 위치하고 있다 (Hwang et al., 2004). 토지이용 현황은 총 면적 1,129.3 km<sup>2</sup> 중 농경지는 628.82 km<sup>2</sup>로 55.68 %, 시가지가 86.81 km<sup>2</sup>로 7.69 %, 산림이 342.12 km<sup>2</sup>로 30.29 %를 나타냈으며, 기타 71.55 km<sup>2</sup>로 6.34 %로써 유역의 약 56 %가 농경지임을 알 수 있다 (Ministry of Food Agriculture Forestry and Fisheries, 2009). 유역의 형상은 대체적인 선형 (fan-shape)을 이루고 있으며, 유역계는 북측과 동측은 성덕산 (EL. 24.2 m), 모악산 (EL. 793.5 m), 국사봉 (EL. 543 m), 흑방산 (EL. 388.5 m)을 분수령으로 하여 만경강 유역과 접하고, 남측으로는 성옥산 (EL. 388.5 m), 내장산 (EL. 763.2 m)을 분수령으로 하여 섬진강 및 영산강 유역과 접하고 있으며, 서측으로는 변산반도 국립공원과 접하여 있다. 동진강 수계는 국사봉을 발원으로 하여 남서측으로 유하하다 칠보천과 합류한 후 유향을 북서측으로 전환하여 거산평야를 관류하고, 정읍시 내장동 내장산에서 발원하는 정읍천과 신태인 부근에서 합류한 다음,

영원면과 백산면을 관류하는 고부천과 신태인 및 이평 평야를 관류하는 원평천과 합류하여 서해로 유입된다. 본 연구에서는 동진강 전체 유역을 상류 유역부터 동진A, 정읍천, 고부천, 원평천 및 동진강 하류부에 위치한 동진B의 5개의 단위유역으로 구분하였다 (Fig. 1). 유역내 국가하천 구간은 일부를 제외하고는 전구간에 제방이 축조되어 있으며 하상토의 구성물질은 실트 및 점토가 대부분을 이루며 유역 전체 구간에서 제외측 하천부지는 논농사를 주로 하는 농경지로 이용되고 있다 (MA&F, 2007).

### 2. 농업용수 급수체계

동진강 유역에서는 섬진강 본댐 하류에 일부 농업용수가 공급되는 것을 제외하고는 대부분이 유역변경 방식에 의하여 섬진강댐의 운암 농업용수 취수구와 칠보발전소의 발전용수 (power plant water)가 취수구를 통해 동진강 수계로 방류되어 용수로 이용된다. 방류된 수량은 칠보에서 취수되는 일부 생활용수를 제외하고는 대부분이 동진강 수계의 관개구역에 농업용수로 이용되며, 이 농업용수는 동진강 도수로, 정읍간선 및 김제간선을 통하여 부안군, 정읍시, 김제시 지역을 관개하게 된다. 그러나 이러한 공급량도 관개면적에 비하여 절대적으로 부족하기 때문에 각 하천의 하류부에 제수문을 설치하여 회귀수를 재이용하고 있는 실정이다.

### 3. 강수량 및 유출량

동진강 유역의 기상청 관할 기상관측소는 전주, 정읍 및 부안 등 3개 관측소가 있으며, 본 연구에서는 각 기상관측소의 2005 ~ 2009년까지의 5년간 연도별 강수량을 수집하여 활용하였다. 한편, 동진강 유역의 유출량 산정을 위해서 국토해양부에서 운영 중인 동진강 하류인 동진제수문 상류 9 km 지점에 위치한 신태인 수위관측소의 자료를 수집하여 유역의 유출량 자료를 산정하였다.

### 4. 농업용수 수요량 및 사용량

현재까지 농업용수 수요량을 추정하는 다양한 방법이 있으나, 유역에서 적용하기에 적합한 방법으로는 경지에서 발생하는 각 작물별 사용수량, 즉 소비수량을 계측하여 전국적으로 누계하는 방법, 대표작물 및 계측지구의 단위필요수량이 구역을 대표한다는 가정하에 전체 필요수량을 추정하는 방법, 작물성장에 필요한 증발산량을 정립된 이론 및 공식을 통하여 추정하는 방법 등이 있다 (MC&T, 2006; Yang, 2007). 농업용수 수요량을 직접 측정하는 방법이 가장 타당하고 실제적인 방법이지만 현실적으로 불가능하여 필요수량을 이론적인 방법으로 정립하고 경지면적을



Fig. 1 Location of the Dongjin River Basin

중심으로 지역별 기상, 토양특성 등을 반영하여 전체 농업용수 수요량을 추정하는 방법을 채택하고 있다. 동진강 유역에서의 농업용수 수요량은 아래 식 (1)에서와 같이 농경지별 경지면적에 해당하는 농업용수 원단위를 곱하여 농경지별 농업용수 수요량을 구한 후 이를 합산하여 산정하는 방식을 채택하였으며, 이는 수자원장기종합계획 (2006)의 보고서에서도 채택한 방식으로 아래 식에 의거하여 논과 밭의 면적을 관개농지와 비관개 농지로 구분하여 단위용수량을 곱하여 산정하였다 (MA&F, 2007).

$$\begin{aligned}
 \text{농업용수 수요량} &= \text{수리답 면적} \times \text{수리답 필요수량 (원단위)} \\
 &+ \text{수리불안전답 면적} \times \text{수리답 필요수량} \\
 &\quad (\text{원단위}) \text{의 } 70 \% \quad (1) \\
 &+ \text{관개전 (과수원) 면적} \times \text{관개전 원단위} \\
 &+ \text{비관개전 면적} \times \text{관개전 원단위의 } 70 \%
 \end{aligned}$$

한편, 농업용수 사용량을 조사하기 위해서 유역에서의 저수지 (Reservoir), 양수장 (Pumping station), 취입보 (Low dam) 및 관정 (Tube well)의 운영 현황을 조사한 후, 각 수리시설물의 운영 자료를 획득하여 농업용수 사용량을 산정할 수 있다 (Choi et al., 2001). 하지만 농업용수의 경우에는 각각의 다른 용수 공급 체계를 가지고 있고, 하천의 하류로 갈수록 계수문과 같은 제어시설이 설치되어 용수 공급 체계가 복잡하고 서로 중복되는 경우도 많아 농업용수의 이용에 관한 자료를 구축하는데 많은 어려움을 가지고 있다. 따라서 저수지와 양수장, 취입보 및 관정의 실제 운영자료가 있는 시설물의 획득된 자료를 이용하여 사용량을 추정하는 방법을 채택하였으며, 저수지는 한국농어촌공사에서 관리하는 일부 저수지의 방류량 자료를 이용하여 사용량을 추정하여 계산하였고, 양수장과 관정의 양수량 및 취입보의 취입수량은 획득된 자료를 이용하여 사용량을 추정하였다. 따라서, 본 연구에서는 획득된 수리시설물의 자료를 이용하여 농업용수 사용량을 추정하기 위해 과거 ‘한강유역 농업용수 실제 사용량 및 회귀율 조사’ (1998) 보고서에서 사용되었던 DIROM (daily Irrigation Reservoir Operation Model) 모형을 이용하여 저수지의 사용량을 추정하였다. DIROM 모형은 저수지의 일별 물수지를 해석하고 관개량을 추정하기 위하여 개발된 모형으로서, 많은 연구를 통해서 농업용 저수지에 대한 적용성이 평가되었다 (Seoul National University, 1998; MA&F, 2007). 같은 방법과 절차를 이용하여 양수장, 취입보 및 관정에 대한 사용량 계산 방법도 동 보고서들을 참조하여 계산할 수 있다. 따라서 DIROM 모형의 개념에 관한 자세한 내용은 한강유역 농업용수 실제 사용량 및 회귀율 조사 (Seoul National University, 1998) 보고서와 새만금 유역의 비점오염원 제어와 관리기술 개발 (MA&T, 2007) 보고서의 내용을 참조할 수 있다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 동진강 농업용수 급수체계

동진강 유역의 물공급 체계중 농업용수의 공급체계는 Fig. 2와 같으며, 섬진댐에서 도수되는 농업용수와 발전용수에서 시작되어 주요 간선 등을 통해 동진강 유역의 농업용수로 활용되고 새만금호에 유입된다. 동진강의 농업용수 계통은 상류에 유입되는 섬진댐의 도수 유입량중에서 운암 취수구를 통해서 공급되는 농업용수와 칠보발전소에서 발전을 위해 도수되어오는 발전용수로부터 시작된다. 명천보에서 일차적으로 동진강도수로를 통해 농업용수가 공급되어진다. 동진강 도수로는 김제시 주산면에서 줄포간선을 통해 분기되어 용수를 공급하고 하류에 무네미 관리소에서 부안용수간선과 상서용수간선으로 분기되어 동진면과 계화면에 농업용수를 공급하고 있다. 한편, 명천보 하류에 있는 하천유량은 태인에 위치한 낙양보에서 정읍간선과 김제간선으로 분기되어 농업용수로 공급되고 있다. 김제간선을 통해 공급되는 수량은 포교계수문에서 김제인수로와 백산간선 및 호남용수로로 분기되어 일대의 농지에 농업용수를 보내주고 있다. 그리고 동진강 급수체계에는 능저수지의 방류량을 이용하여 공급하는 청하간선, 금평저수지의 금평간선 및 대울저수지의 방류량을 대울계 양수장에서 양수하여 농업용수로 이용하는 대울간선과 대울2간선 등도 있다.

#### 2. 강수량 및 유출량

강수량 자료는 전주, 정읍, 부안의 관측 자료의 평균 강수량 자료를 이용하였으며, 시험 유역에서의 2005~2009년 강수량은 1,449 mm, 1,227 mm, 1,728 mm, 921 mm, 및 1,234 mm로

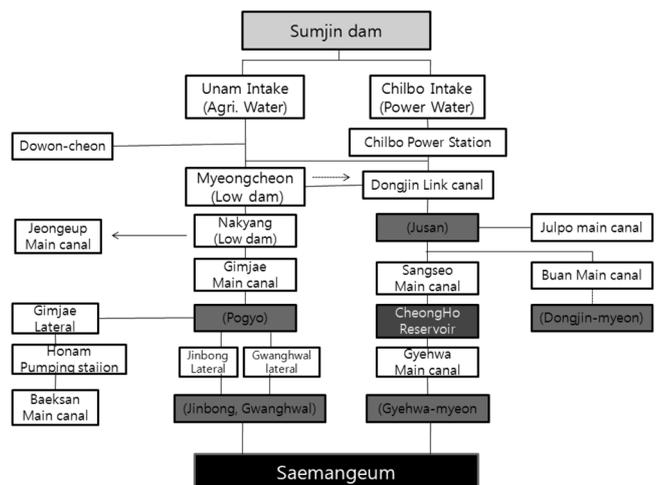


Fig. 2 Water Supply System at the Dongjin-River Basin

Table 1 Rainfall station of the Dongjin river basin (Unit : mm)

Year	Jeonju	Jeongeup	Buan	Average
2005	1,390.0	1,536.9	1,420.0	1,449.0
2006	1,187.5	1,283.8	1,210.7	1,227.3
2007	1,471.7	1,637.2	2,074.1	1,727.7
2008	1,000.0	881.2	881.5	920.9
2009	1,163.9	1,400.7	1,136.1	1,233.6
Average	1,242.6	1,348.0	1,344.5	1,311.7

Table 2 Stage-discharge relation at the Shintain

Year	Water stage	Stage-discharge relation
2006	3.81 ≥ H	$Q = 3.9762 H^2 + 14.483 H - 1.6$
	3.81 < H	$Q = 0.2531 H^{4.5153}$
2007	1.80 ≥ H	$Q = 26.246 H^{1.6907}$
	1.80 < H	$Q = 22.714 H^{1.8166}$
2008	1.27 ≥ H	$Q = 13.798 H^2 + 6.1064 H + 1.5517$
	1.27 < H	$Q = 20.639 H^{1.8349}$

서 우리나라 연평균 강수량 1,283 mm 보다 2005년과 2007년에는 많은 강수량을 나타내었다 (Lee, 2008). 3개 관측소의 5개년 평균은 1,311.7 mm이며, 2008년의 경우 심한 가뭄으로 인하여 연강수량이 921 mm를 나타내었다.

한편, 동진강 유역의 유출량 분석은 현재 국토해양부에서 수위 및 유량을 관측하여 수위-유량 자료를 확보하고 있는 신태인 지점을 선정하고 수위와 유량자료를 획득하여 분석하였으며 Table 2는 신태인 수위표 지점의 2006년부터 2008년까지의 수위-유량 관계 곡선식을 나타낸 것이다 (MA&F, 2007). 유역의 하천유출량 산정시 신태인 수위표 지점으로부터 하류측 9 km 지점에 동진제수문이 설치되어 있어 배수 현상이 발생하는 경우가 있으므로 유출량 분석에 주의가 요구되며 2005년부터 2009년까지의 신태인 지점의 유출량은 Table 3에 나타내었다. 신태인 지점의 유출량은 섬진댐에서 유입되는 유입수량과 하천에서의 자연 유하되는 유출량이 합해져서 지점에서의 유출량을 형성하고 있다. 조사기간의 평균 유출량은 665 백만 m<sup>3</sup>의 유출량으로 27 %의 유출을 나타내었다.

동진강 유역의 유출량은 동진강 상류 유역인 동진A 유역부터 동진강 하류의 동진B의 담수호 유입유역까지로 구분하여 단위유역별로 유출량을 2005년부터 2009년까지 산정하였으며, 그 결과는 Table 4와 같다. 동진강 수계의 최상류 유역인 동진A 유역에서는 유역 자체의 하천에서의 자연 유출량에 섬진댐의 도수로를 통해 동진강 상류 하천으로 유입되는 유량인 농업용수와 발전용수가 합해져서 동진A 단위유역의 총 유출량을 형성한다. 유역내 상류에 위치한 명천보에서 취수된 농업용수는 동진강 도수

Table 3 Runoff of Shintain (Excluding the inflow) (Unit : million m<sup>3</sup>)

Year	Class	Total runoff	Sumjin Dam Inflow	Natural flow runoff	Runoff ratio (%)
2005		753.6	507.9	245.7	28.4
2006		678.3	505.9	172.4	21.1
2007		729.1	490.6	238.5	28.5
2008		626.6	503.7	122.9	26.4
2009		536.6	322.2	214.4	29.9
Average		664.8	466.1	198.8	26.9

Table 4 Runoff of the Dongjin river basin (2005~2009) (Unit : million m<sup>3</sup>)

Unit watershed	2005	2006	2007	2008	2009	Average
Jeongeup-cheon	317.9	223.1	308.5	151.5	328.0	282.9
Dongjin A	245.4	172.2	238.2	117.0	253.2	218.4
Gobu-cheon	407.0	285.6	394.9	193.9	419.9	362.2
Dongjin B	292.7	205.4	284.0	139.5	301.9	260.6
Wonpyeong-cheon	298.8	209.6	290.0	142.4	308.2	265.9
Total	1,561.7	1,095.8	1,515.6	744.3	1,611.2	1,390.0

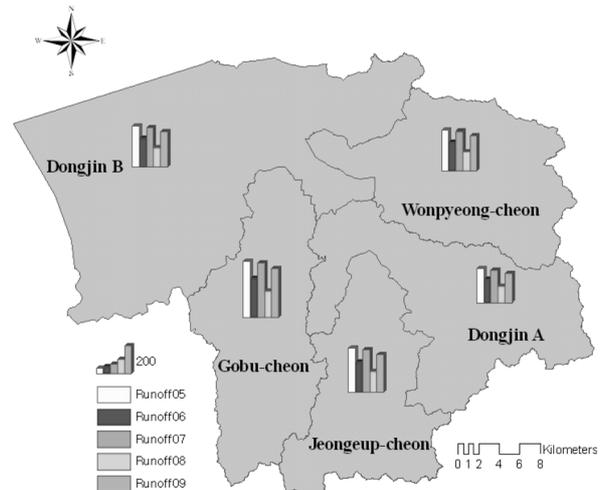


Fig. 3 Runoff of the Dongjin river sub basin (2005~2009)

로를 통해 계화도 간척지까지의 관개용수로 이용되며, 나머지 하천유량과 동진A 유출량은 하류에 위치한 낙양보에서 김제간선 및 정읍간선으로 분기하여 김제평야에 관개용수로 이용되는 구조이다. 동진강 단위유역별 유출량을 보면 평균 1,390 백만 m<sup>3</sup>으로 각 단위유역별로 고르게 유출량을 나타내며 2007년에 가장 많은 1,516 백만 m<sup>3</sup>을, 2008년에는 744 백만 m<sup>3</sup>의 유출량을 나타내었다. 고부A 유역에서 단위유역 중 가장 많은 유출량을 보였으며, 동진강 상류에 위치한 동진A 유역에서 적은 유출량을 나타내었다.

### 3. 동진강유역 수자원량

동진강유역의 2005년부터 2009년까지의 단위유역별 강수량에 의한 수자원 부족량은 Table 5와 같다. 수자원 부족량은 각 단위유역별 토지 면적에 강수량을 곱해서 산정한 결과로써 강수 총량에서 증발산 등 손실되는 양을 제외하며 지질 시대부터 계속 유지되어온 깊은 대수층의 지하수량은 고려하지 않는 가용 수 자원량과는 구별된다 (MC&T, 2006). 유역내 관측소의 강우량에 의한 동진강유역의 단위유역별 연 평균 수자원량은 평균 1,861 백만 m<sup>3</sup>으로 나타났으며, 수자원량이 가장 풍부한 해는 2007년으로 2,279 백만 m<sup>3</sup>이었으며, 2008년에는 가장 적은 1,227 백만 m<sup>3</sup>의 수자원량을 나타내었다. 동진강 단위유역에서의 수자원량의 단위유역별로 현황은 동진B > 동진A > 원평천 > 고부천 > 정읍천 순으로 많은 수자원량을 나타내었다.

한편, 동진강유역은 상류부에 외부 유역인 섬진강댐에서 유입되는 칠보발전소의 발전용수와 농업용수 취수구를 통해서 유입되는 수량을 Table 6에 나타내었다. 섬진강댐에서 동진강 상류로 유입되는 유량인 농업용수와 발전용수는 2005년부터 2009년까지 연평균 468 백만 m<sup>3</sup>으로 동진강 총 유출량의 36 % 정도를 차지하고 있다. 동진강 유역의 총 유출량 중 외부 유입수량이 36 %를 차지하고 있지만 그 중 47 %는 동진강 상류 명천보에서 취수되어 동진강 도수로를 통해 계획도 간척지에 이르는 농경지에 농업용수로 이용되고 있고, 나머지 유량과 동진강 상류의 유출량은 김제간선과 정읍간선을 통해 김제평야로 관개된다. 한편,

Table 5 Water resources of the Dongjin river basin (Unit : million m<sup>3</sup>)

Unit watershed	2005	2006	2007	2008	2009	Average
Jeongeup-cheon	293.5	245.2	312.7	168.3	267.2	255.3
Dongjin A	382.2	319.2	407.1	219.1	348.0	332.4
Gobu-cheon	347.9	290.6	370.6	199.4	316.7	302.5
Dongjin B	759.7	634.6	809.3	435.6	691.7	660.7
Wonpyeong-cheon	356.1	297.5	379.4	204.2	324.3	309.8
Total	2,139.4	1,787.1	2,279.1	1,226.6	1,947.9	1,860.7

Table 6 Amount of water in the Dongjin river basin out of boundary (Unit : million m<sup>3</sup>)

Year	Class		Total
	power plant water	Agricultural water	
2005	430.2	77.7	507.9
2006	385.1	120.8	505.9
2007	397.8	92.8	490.6
2008	393.1	110.7	503.7
2009	180.6	141.6	322.2
Average	357.4	108.7	468.3

낙양보의 연평균 취수량은 216 백만 m<sup>3</sup>이며, 그중 김제간선은 180 백만 m<sup>3</sup>이며 정읍간선은 37 백만 m<sup>3</sup>으로 나타났다. 동진강 수계의 연평균 유출량은 1,306 백만 m<sup>3</sup>이며, 동진강의 주요 간선인 동진간선, 정읍간선 및 김제간선에서의 농업용수 취수량은 연평균 409 백만 m<sup>3</sup>으로 나타났다.

### 4. 농업용수 수요량

동진강 유역에서 농업용수 수요량 산정을 위해 수자원장기종합계획 (2006)에서 사용된 원단위 농업용수량은 논에서의 수리답은 1,342 mm와 밭의 경우 관개전은 773 mm를 사용하였으며, 재료 및 방법에서 제시된 식 (1)을 이용하여 농업용수 수요량을 산정하였다. 동진강 단위유역별 농업용수 수요량 산정을 위하여 2005년부터 2009년까지의 단위 유역내 논과 밭의 면적과 수리답과 관개전의 면적은 농업생산기반정비사업통계연보(2009)의 자료를 이용하여 산정하였으며, 관개 특성을 고려한 논과 밭의 면적에 단위용수량을 곱하여 각 단위유역별 농업용수 수요량을 계산하였으며, 그 결과는 Table 6과 같다. 농업용수 수요량을 각 토지이용별 면적에 단위용수량을 곱하여 추정 계산된 자료로 실제 농업용수 사용량과는 구별될 수 있다.

이와 같이 동진강 수계의 단위유역에서의 농업용수 수요량을 추정한 결과, 농업용수 수요량은 2005년에서 2009년까지 6.84 백만 m<sup>3</sup> ~ 6.91 백만 m<sup>3</sup>의 범위로 5개년 평균 6.87 백만 m<sup>3</sup>으로 나타났다. 한편, 2005년 691.1 백만 m<sup>3</sup>에서 2009년에는 684.7 백만 m<sup>3</sup>으로 6.4 백만 m<sup>3</sup>의 농업용수 수요량이 감소하는 것으로 나타났다. 이렇듯 동진강 유역에서의 수계별 농업용수 수요량 변화는 유역내의 논과 밭의 수리답 특성과 수리답율의 변화에 의해 좌우되어 농업용수량이 결정되는데, 2009년 이후에는 점진적으로 농경지의 감소와 더불어 장래 농업용수 수요량도 감소할 것으로 예상된다.

### 5. 농업용수 사용량

동진강 유역의 농업수리 시설물의 2005년부터 2009년까지 농

Table 7 Demand of agricultural water at the Dongjin river basin (Unit : million m<sup>3</sup>)

Unit watershed	2005	2006	2007	2008	2009	Average
Jeongeup-cheon	78.5	78.4	78.1	78.1	77.7	78.2
Dongjin A	113.1	113.0	112.5	112.5	112.3	112.7
Gobu-cheon	162.5	162.3	161.6	161.6	161.3	161.9
Dongjin B	143.7	143.4	143.1	143.1	142.6	143.2
Wonpyeong-cheon	193.2	193.0	191.3	191.3	190.8	191.9
Total	691.1	690.0	686.6	686.6	684.7	687.8

Table 8 Utilization of agricultural water at the Dongjin river basin (Unit : million m<sup>3</sup>)

Class	2005	2006	2007	2008	2009	Average
Reservoir	117.3	97.8	91.1	73.8	89.1	93.8
Pumping station	346.1	488.0	322.0	426.9	537.0	424.0
Low dam	104.6	87.3	81.3	65.9	79.5	83.7
Tube well	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5
Total	568.7	673.7	494.9	567.0	706.1	602.1

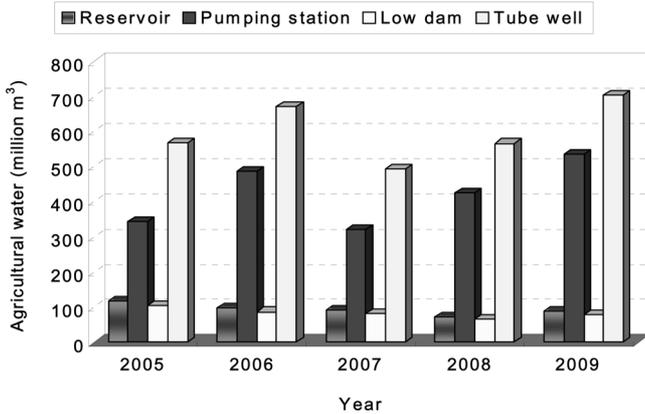


Fig. 4 Utilization of agricultural water of irrigation facilities at the Dongjin river basin

업용수 사용량은 Table 8에 나타내었다. 동진강 유역내 농업용수로 이용되는 수리시설물 중 양수장이 차지하는 비중이 가장 높았으며 다음으로 저수지와 취입보 순으로 나타났다. 동진강 유역에서 농업용수 사용량은 연평균 594 백만 m<sup>3</sup>의 사용량으로 2009년에 가장 많은 706 백만 m<sup>3</sup>, 다음으로 2006년에 674 백만 m<sup>3</sup>을, 2007년에 가장 적은 495 백만 m<sup>3</sup>의 농업용수 사용량을 나타내었다.

한편, 동진강을 단위유역으로 구분한 후 2005년부터 2009년까지의 농업용수의 사용량을 조사한 결과는 Table 9 및 Fig. 5와 같다. 동진강 단위유역에서 동진강 하류유역 동진B, 동진강 상류에 위치한 동진A, 원평천 순으로 농업용수 사용량이 많은 것으로 나타났으며, 동진B 유역에서는 연평균 211 백만 m<sup>3</sup>과 동진A 유역에서의 사용량은 106 백만 m<sup>3</sup>으로 나타났다.

#### 6. 수자원 분석

동진강 유역의 농업용수의 급수체계 분석을 위해 단위유역별 수자원량, 유출량, 농업용수 수요량 및 사용량을 조사 분석하였으며, 그 결과 2005년부터 2009년까지 총 5년 동안 동진강 유역의 강수량에 의한 수자원 총량은 12.3 억 m<sup>3</sup>~22.8 억 m<sup>3</sup>으로 평균 18.6 억 m<sup>3</sup>이며, 동진강 해역에 유입되는 하천유출량

Table 9 Utilization of agricultural water at the Dongjin river basin (Unit : million m<sup>3</sup>)

Unit watershed	2005	2006	2007	2008	2009	Average
Jeongeup-cheon	78.0	92.4	67.9	77.8	96.9	81.5
Dongjin A	101.6	120.3	88.4	101.3	126.1	106.2
Gobu-cheon	92.5	109.5	80.5	92.2	114.8	96.6
Dongjin B	201.9	239.2	175.7	201.4	250.7	211.1
Wonpyeong-cheon	94.7	112.1	82.4	94.4	117.5	98.9
Total	568.7	673.7	494.9	567.0	706.1	594.4

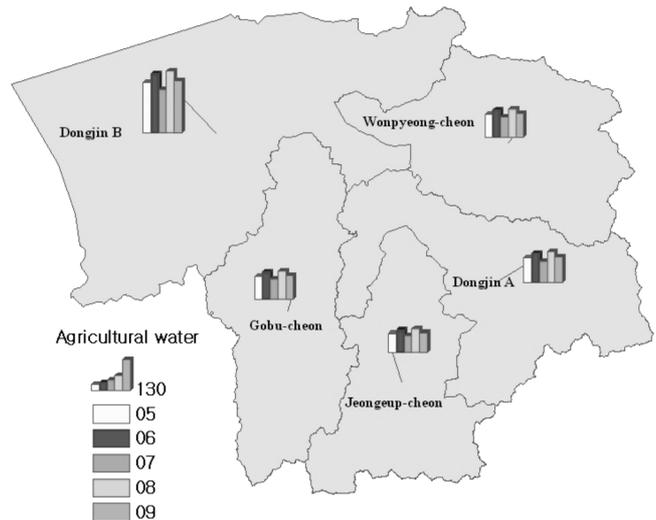


Fig. 5 Utilization of agricultural water at the Dongjin river basin

은 7.4 억 m<sup>3</sup>~16.1 억 m<sup>3</sup>이며, 13.9 억 m<sup>3</sup>이었으며, 농업용수의 수요량과 사용량은 각각 6.81 억 m<sup>3</sup>~6.91 억 m<sup>3</sup>과 4.9 억 m<sup>3</sup>~7.1 억 m<sup>3</sup>으로 5개년 평균 수요량과 사용량은 각각 6.87 억 m<sup>3</sup>과 5.9 억 m<sup>3</sup>을 나타내었다. 2005년부터 2009년까지 5개년 동안 농업용수 수요량에 비해 농업용수 사용량은 작은 값으로 평균 86 %를 나타냈었고, 2009년에만 103 %로 약 21.4 백만 m<sup>3</sup> 더 많은 것으로 나타났다. 한편, 2005년부터 2009년까지의 동진강 유역의 수자원량에 대한 하천 유출량은 평균 74.7 %를 나타내었으며, 이때의 하천 유출량에 대한 농업용수 사용량은 평균 42.8 %로 나타났다.

#### IV. 요약 및 결론

동진강 수계의 농업용수 급수체계에 대해서 알아보고자 수계의 주요 농업용 관개수로인 김제간선, 정읍간선, 동진강 도수로의 공급체계를 분석하고 사용량을 조사하여 향후 새만금 내부개발과 더불어 농업용지의 조성에 따른 유역내 수자원량과 농업용

수 수요량을 판단하는데 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

1. 동진강유역의 주요 농업용수 공급체계의 주요 간선은 동진강 상류에 위치한 명천보에서 공급되는 동진강 도수로와 낙양보에서 김제평야에 공급되는 김제간선과 정읍간선으로 크게 구분되어지며, 김제간선의 경우에는 계화도의 농업용지에도 용수를 공급하고 있음을 알 수 있다.

2. 동진강 유역의 강우 관측소의 5년 평균 강수량은 1,311.7 mm이며, 2008년의 경우 심한 가뭄으로 인하여 연강수량이 921 mm를 나타내었으며, 동진강 각 단위유역별 유출량을 보면 평균 1,390 백만 m<sup>3</sup>으로 각 단위유역별로 고르게 유출량을 나타내며 2007년에 가장 많은 1,516 백만 m<sup>3</sup>을, 2008년에는 744 백만 m<sup>3</sup>의 유출량을 나타내었다. 한편, 동진강 수계의 연 평균 수자원은 평균 1,861 백만 m<sup>3</sup>으로 나타났으며, 수자원량이 가장 많았던 해는 2007년으로 2,279 백만 m<sup>3</sup>이었고 2008년에는 가장 적은 1,227 백만 m<sup>3</sup>의 수자원량을 나타내었다.

3. 동진강 유역에서의 농업용수 수요량을 추정하였더니 농업용수 수요량은 691.1 백만 m<sup>3</sup>에서 684.7 백만 m<sup>3</sup>으로 6.4 백만 m<sup>3</sup>의 농업용수 수요량이 감소하는 것으로 나타났다. 유역의 농업용수 수요량 추정 결과 동진강의 농업용수 수요량은 논과 밭의 수리답 특성과 수리답율에 의해 좌우되어 농업용수량이 결정되며 2009년 이후에 점진적으로 농경지가 감소할 것으로 예상되어 농지 감소와 더불어 장래 농업용수량도 점차적으로 감소할 것으로 예상된다.

4. 동진강 유역의 농업수리 시설물에 의한 5년 동안의 농업용수 사용량은 수리시설물로 구분했을 때 양수장이 차지하는 비중이 가장 높았으며, 저수지와 취입보 순으로 나타났다. 동진강 유역에서 농업용수 사용량은 연평균 594 백만 m<sup>3</sup>의 사용량으로 2009년 706 백만 m<sup>3</sup>, 2007년에 495 백만 m<sup>3</sup>의 농업용수 사용량을 나타내었다.

5. 동진강 유역의 농업용수의 급수체계 분석을 위해 수자원량, 유출량, 농업용수 수요량 및 사용량을 조사 분석하였으며, 2005년부터 2009년까지 5개년동안 강수량에 의한 수자원 총량은 18.6 억 m<sup>3</sup>이며, 동진강 해역에 유입되는 평균 하천유출량은 13.9 억 m<sup>3</sup>, 농업용수의 수요량과 사용량의 5개년 평균값이 각각 6.87 억 m<sup>3</sup>과 5.94 억 m<sup>3</sup>으로 농업용수 수요량이 사용량에 비해 93.4 백만 m<sup>3</sup>이 더 많은 것으로 나타났다. 이는 농업용수 수요량을 산정시 논과 밭의 수리답율과 밭의 관개 유무에 따라서 적용되는 농업용수량의 현재의 방식보다는 실제적으로 시험지구를 운영하여 장기간 모니터링을 통해 정량화된 농업용수량을 산정하여 농업용수 수요량을 산정하는 방법으로 개선되어야 할 것으로 사료된다.

6. 농업용수는 공급체계가 복잡하고 간선 및 지선으로 분기되

어 공급되기에 정확하게 사용량을 계산하기가 어려우며, 각 단위 유역별로 정확하게 사용량을 계산하는 것은 쉽지 않다. 따라서 수자원의 체계적인 관리와 공급을 위해서는 농업용수 공급체계의 복잡성과 이용측면의 다양성을 고려하여 적정 수준의 농업용수 물관리 시스템이 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

1. Choi, J. K., K. W. Han, J. W. Koo, and J. G. Son, 2001. Actual Uses and Water Qualities of Irrigation Water from Agricultural Reservoir and Pumping Station. *Journal of the Korean Society of Soil Science and Fertilizer* 34(3): 205-212 (in Korean).
2. Hwang, E. H., K. H. Kim, J. H. Park, and G. S. Lee, 2004. Development of a GIS-Based Basin Water Balance Analysis Model. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 7(4): 34-45 (in Korean).
3. Kim, E. S., Y. T. Kim, and J. Y. Lee, 2003. Feasibility Analysis of the TM/TC System in Agricultural Water Management : A Case Study of Chungju and Sangju. *Journal of Agricultural Management and Policy* 30(4): 640-666 (in Korean).
4. Kim, N. W. and J. E. Lee, 2009. The Characteristics of Runoff for Hwacheon dam Watershed. *Journal of Korea Water Resources Association* 42(12): 1069-1077 (in Korean).
5. Lee, C. Y., 2002. A study on the Long-term Rainfall-runoff Using Tank Model. M.S. Thesis, Department of Civil Engineering, Honam University, Gwangju, Korea.
6. Lee, J. S., 2008. Water resource engineering. Seoul: Goomibook.
7. Lee, H. L., 2003. An Implementation of Flood Simulation in the Saemangeum Water Resources Management System Using an Object-oriented Geographic Information System. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 6(2): 33-45 (in Korean).
8. Ministry of Agriculture and Forestry, 2007. Development of Nonpoint Source Pollution Control and Management Technologies for the Saemangeum Watershed.
9. Ministry of Construction & Transportation, 2006. *Long-Term Comprehensive Water Plan of Water resources* (2006-2020).
10. Ministry of Food Agriculture Forestry and Fisheries,

2009. Statistical Yearbook of Land and Water Development for Agriculture.
11. Park, J. C., 2009. Prediction of the Impact of Environmental Change on Water Balance in the Catchment of Guryang Stream. *Journal of the Korean Geomorphological Association* 16(3): 113-126 (in Korean).
12. Seoul National University, 1998. Surveying Irrigation Water Uses and Return Flow Rates in the Han River Basin.
13. U. N. Sustainable Development. 2001. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world.
14. Yang, H. K., 2007. Water Balance Change of Watershed by Climate Change. *Journal of the Korean Geographical Society* 42(3): 405-420 (in Korean).