

농업용수 수요량 산정 시스템 개발

Development of the Estimation System for Agricultural Water Demand

이광야*(농기공) · 김선주(건국대) · 김현영(농기공) · 서영제(농기공)

Lee, Kwang Ya · Kim, Sun Joo · Kim, Hyun Young · Suh, Young Jea

Abstract

To estimate Agricultural water demand, many factors such as weather, type of crop, soil, cultivation method, crop coefficient and cultivation area, etc. must be considered. But it is not easy to estimate water demand in consideration of these many factors, which are variable according to a period and regional environment. So, this study provides estimation system for agricultural water demand(ESAD) in order to estimate water demand easily and accurately, calculates the present and future agricultural water demand and arranges all factors needed for water demand estimation. This study calibrates the application of estimation system for agricultural water demand with the data observed in the other Studies and analyzes agricultural water demand nationwide.

1. 서론

오늘날 사회·경제적인 여건변화와 기상이변으로 인한 한·수해가 반복되면서 수자원과 관련된 여러 가지 문제들이 사회적 관심의 초점이 되고 있다. 이와 더불어 산업의 발전과 농업의 환경변화로 물 부족이 예견되고 있으며 지속적인 수자원 개발의 필요성이 증대되고 있다. 용수의 수요는 공급에 상대되는 것으로 자연적으로 물 공급이 될 경우를 제외하고 물 부족이 발생할 경우 어느만큼 공급해야할 지를 안다면 수자원의 이용과 시설물의 규모를 적정하게 결정하여 물관리를 효율적으로 수행할 수 있을 것이다.

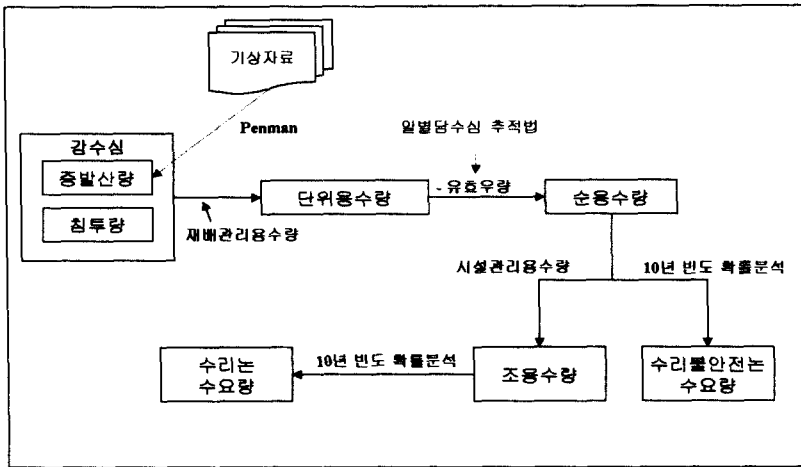
특히 전체 수자원 중에서 가장 많은 비중을 차지하는 농업용수는 아프리카 88%, 아시아 86%, 구소련 65%, 북아메리카 49%, 남아메리카 59%, 세계평균 69% 등으로 국내의 약 50%와 많은 차이를 나타내고 있다. 특히 농업용수는 작물을 주 대상으로 하기 때문에 자연조건, 작물의 종류, 생육조건 등과 매우 밀접한 관계가 있다. 농업용수의 수요량은 지역적인 기상현상, 작물의 종류, 토양 및 영농방식, 경지면적의 변화 추이 등 많은 요소들을 고려하여 산정해야 한다. 그러나 이들 요소들은 시간과 지역환경에 따라 많은 차이가 있기 때문에 지역 여건과 작물 및 토양특성을 고려하여 수요량을 합리적으로 산정하기가 쉽지 않다.

따라서 본 연구는 지역적 특성과 작물 및 토양특성을 고려한 합리적인 농업용수 수요량 산정기법을 제시하고, 농업용수 수요량 산정에 필요한 모든 인자의 데이터베이스화를 구축하며 일관된 절차에 따라 우리나라 농업용수 수요량을 산정하는 전산시스템을 개발하여 그 적용성을 검토하고자 한다.

II. 기본이론 및 모형의 구성

2.1 논용수 수요량 산정

논용수 수요량은 벼의 증발산량, 침투량, 유효수량, 재배관리 용수량과 시설관리 용수량을 고려하여 산정한다. 침투량은 재배토양의 토성, 지하수위 등에 영향을 받으며, 증발산량은 작물의 종류, 기상여건 등에 따라 변화하고, 유효수량은 포장조건 등의 제반인자와 강우량에 따라 결정된다. 또한 논용수 수요량은 강우의 경년변화와 경지의 경작상태, 작물의 종류 등 경지인자를 고려하여 10년빈도 한발년에 필요한 수량으로 결정하였다. 논은 관개시설에 의한 용수 공급여부에 따라 수리논과 수리불안전논으로 구분되는데 <그림 2.1>에서 보는 바와 같이 수리논의 용수 수요량은 감수심에서 유효수량을 고려하여 순용수량을 산정하고 손실율을 적용하여 10년빈도 조용수량을 산정하였다. 수리불안전논의 수요량은 수리시설물을 통하여 용수가 공급되지 않으므로 10년빈도 한발년의 순용수량으로 산정한다.



<그림 2.1> 논용수 수요량 산정 흐름도

논에서 필요한 용수 수요량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{순용수량} = \text{증발산량} + \text{침투량} + \text{재배관리 용수량} - \text{유효수량} \quad (2-1)$$

$$\text{조용수량} = \text{순용수량} + \text{시설관리 용수량} \quad (2-2)$$

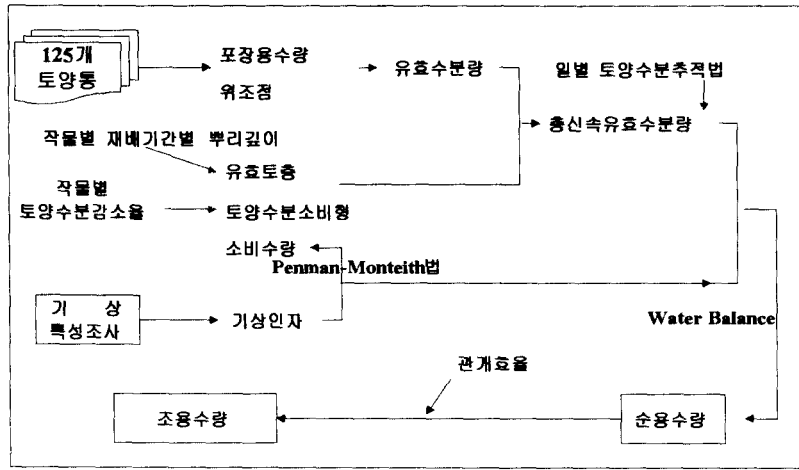
여기서 순용수량을 산정할 때 재배관리용수는 영농방식에 따라 달리 적용하며 조용수량을 산정하기 위한 시설관리용수량은 송수손실에 배분관리손실을 더하여 계산한다. 한편, 영농방식에 따라 이양재배와 직파재배를 구분하였으며 직파면적은 직파재배 적지기준(영농방식 변화에 따른 필요수량 변화연구, 1997. 농어촌진흥공사)에 따라 구분하였다.

2.2 밭용수 수요량 산정

밭용수 수요량은 <그림 2.2>에서 보는 바와 같이 FAO와 ICID 등 세계적인 기구에서 추천하는 증발산량 산정법인 Penman-Monteith식을 증발산량 추정방법으로 채택하였으며 밭 토양 내의 수분을 추적하는 물수지 방법을 이용하여 유효수량과 관개 필요수량을 산정하였다. 밭용수 수요량은 증발산량과 유효수량은 고려하고 밭의 유효수분이 포장용수량 범위안에서 계산되므로 침투량은 고려하지 않는다. 밭의 필요수량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{순용수량} = \text{증발산량} - \text{유효우량} \quad (2-3)$$

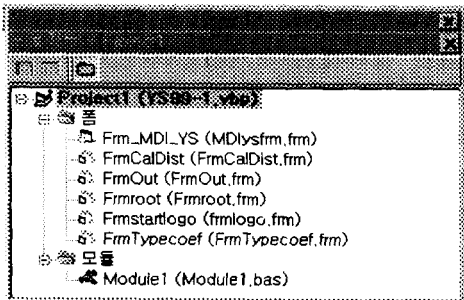
$$\text{조용수량} = \text{순용수량} + \text{손실수량} \quad (2-4)$$



<그림 2.2> 발용수 수요량 산정 흐름도

III. 시스템 개발

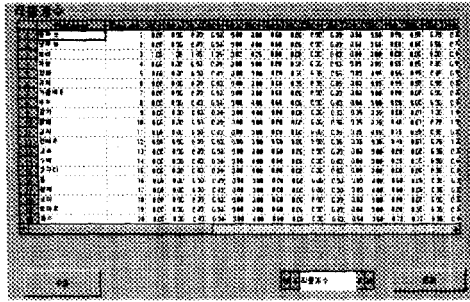
농업용수 수요량 산정 시스템(Estimation System of Agricultural Water Demand, ESAD)은 유역특성자료, 기상자료, 작물특성자료 등의 기본자료를 데이터베이스로 구축하고 일관된 절차에 따라 농촌용수의 수요량을 산정한다. 본 시스템은 Windows98에서 구동되며 자료의 관리와 연산과정이 독립적으로 운영될 수 있도록 개발하였다. 이러한 목표에 적합하도록 객체지향기법을 도입하였으며, 프로그램 개발언어로 Visual Basic 6.0을 사용하였다. 전체 시스템은 자료관리, 수요량 산정, 결과자료로 구성되어 있으며 사용자의 편의성을 고려하여 GUI(Graphic User Interface)환경, 객체지향기법에 의한 서부모형의 독립운영, 입력자료의 DB화에 따른 자료관리 등의 특징을 가지고 있다. ESAD의 데이터베이스는 기상자료, 용수구역 및 산정요소 자료로 대별되며 MS Access로 구축되었다. 품의 구성은 MDI(Multi Document Interface)에 의하여 서부모형이 연계되어 있으며 연산과정은 모듈에서 수행된다. 객체지향기법을 적용한 각 서부모형의 구조와 서부 품은 <그림 3.1>~<그림 3.6>에서 보는바와 같다.



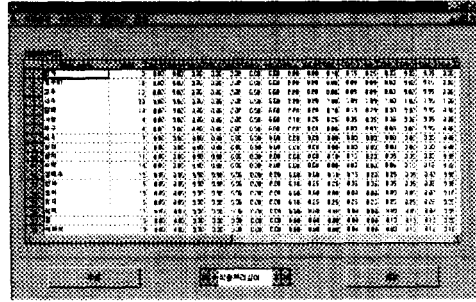
<그림 3.1> ESAD의 서부모형의 구조



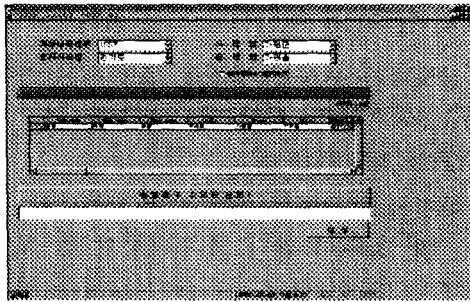
<그림 3.2> ESAD의 로고 화면



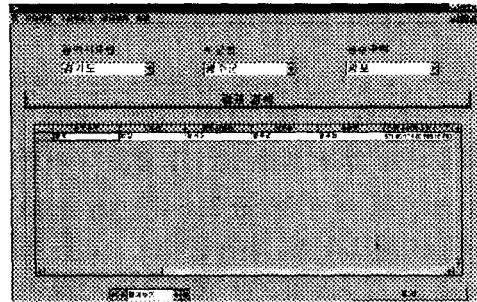
<그림 3.3> 작물계수 화면



<그림 3.4> 발작물 생장기별 뿌리깊이 화면



<그림 3.5> 농업용수 수요량 산정 화면

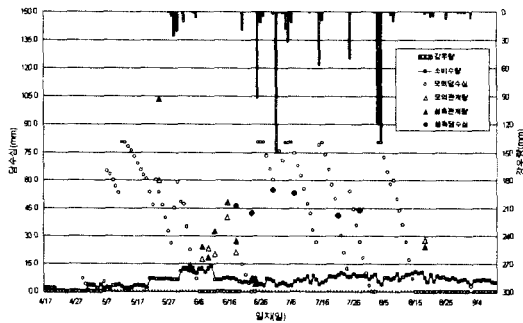


<그림 3.6> 결과 보기 화면

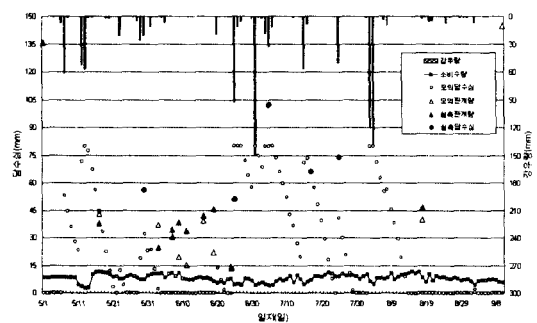
IV. 적용성 검토

4.1 논용수 산정

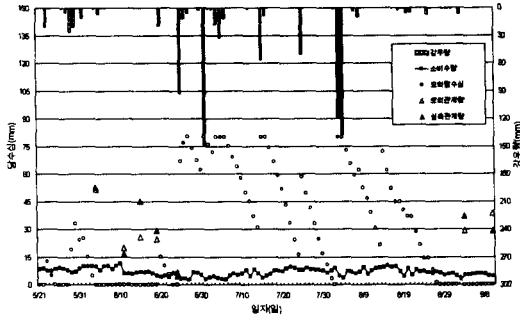
논용수 수요량 산정 방법의 적용성을 검토하기 위하여 농업용수 수요량 산정 시스템(ESAD)의 논용수 수요량 산정결과와 영농방식 변화에 따른 필요수량 산정연구(농어촌진흥공사, 1997)에서 적용한 경기진흥원의 포장용수량 시험포장에서 실측한 관개수량, 담수심 및 유효수량 관측치를 비교하였다. ESAD에 적용한 기상자료는 1997년의 수원기상관측소의 자료이며 수원지방의 소구역 자료를 모형의 입력자료로 적용하였다. <그림 4.1>~<그림 4.3>은 ESAD의 산정결과와 실측치를 비교한 것으로 담수심 변화를 고찰하면 실측치와 모의발생치가 유사한 경향임을 알 수 있으며 유효수량의 발생 경향도 차이가 거의 없는 것으로 분석된다.



<그림 4.1> 이앙재배 논용수 수요량 비교



<그림 4.2> 담수직파재배 논용수 수요량 비교

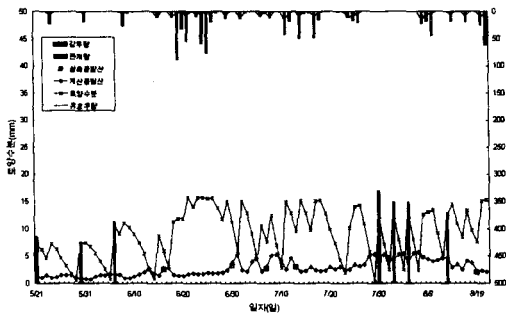


<그림 4.3> 건답작파재배 논용수 수요량 비교

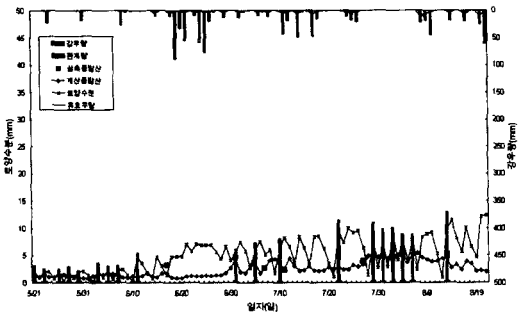
4.2 발용수 산정

ESAD의 발용수 수요량 산정 모형의 적용성을 검토하기 위하여 발작물 소비수량 산정 방법정립 연구(IV)에서 콩, 고추, 참깨, 배추 등 4개의 발작물을 대상으로 실측한 자료와 ESAD를 이용하여 일별 발용수 수요량을 모의발생한 결과를 비교하였다.

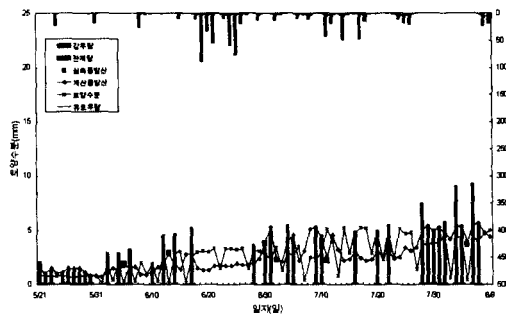
1988~1990년의 수원기상관측소의 기상자료를 이용하여 ESAD에서 적용한 대상작물의 작물계수와 작물재배기간 및 뿌리깊이는 <그림 3.3>과 <그림 3.4>와 같다. 수원지방의 발 토양 통으로 송산통을 적용하였으며 ESAD로 산정한 대상작물의 증발산량 실측치와 모의발생 결과는 <그림 4.4>~<그림 4.7>에서 보는 바와 같다.



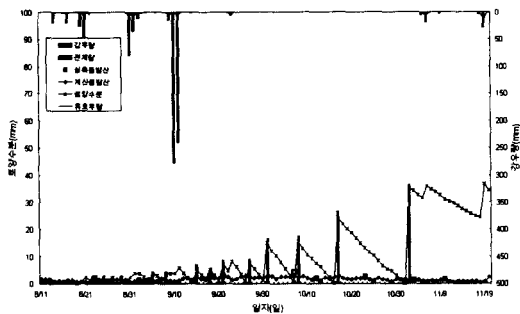
<그림 4.4> 콩의 증발산량과 수요량



<그림 4.5> 고추의 증발산량과 수요량



<그림 4.6> 참깨의 증발산량과 수요량



<그림 4.7> 배추의 증발산량과 수요량

V. 결론

농업용수 수요량은 기상, 작물의 종류, 토양, 영농방식, 작물계수 및 경지면적 변화추이 등 많은 요소들에 따라 변화한다. 이들 요소들은 시간과 지역환경에 따라 많은 차이가 있기 때문에, 이러한 요소들의 특성을 고려하여 합리적으로 농업용수 수요량을 산정하기가 쉽지 않은 실정이다. 향후 물 부족과 환경보전을 대비하여 농업용수의 효율적 이용 및 관리가 절실히 요구된다. 이를 해결하기 위하여 보다 합리적인 방법으로 농업용수 수요량을 추정하고, 그 결과에 따라 농업용수 개발과 수리시설물의 유지관리 등을 효율적이고 체계적으로 수행하여야 할 것이다. 따라서 본 연구는 이와 같은 여건을 충분히 고려하여 수요량 산정을 위한 합리적이고 명확한 절차를 정립하고, 농업용수 수요량을 합리적으로 산정하는 농업용수 수요량 산정 시스템(ESAD)을 개발하였다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, 1997, 수자원 계획의 최적화 연구(I)
2. 국무총리실 수질개선기획단, 1999, 물관리 업무자료
3. 김선주, 1987, 발작물의 증발산량 추정방법에 관한 연구, 건국대학교 대학원 논문집 제25집, pp639-655
4. 김시원 외2인, 1996, 농업수리학, 향문사
5. 김시원, 김선주, 1988.12, 밭 관개의 계획용수량 및 시설용량의 성립에 관한 연구, 한국농공학회지 제30권 제4호, pp23-43
6. 김현영, 1999, 농업용수 수요량의 새로운 추정기법, 농공기술 No.62, pp101
7. 농림부, 1998, 농업생산기반정비사업계획설계기준(관개편)
8. 농림부·농어촌진흥공사, 1999, 농업·농촌용수 종합이용계획
9. 농어촌진흥공사, 1995~1997, 영농방식 변화에 따른 필요수량 산정연구(I~III)
10. 농어촌진흥공사, 1999, 농촌용수 수요량 조사보고서
11. 농업진흥공사, 1989, 소비수량 산정방법 실용화 연구
12. 농어촌진흥공사, 1987~1990, 발작물 소비수량 산정방법 정립 연구(I~IV)
13. 한국수자원공사, 1990, 수자원장기종합계획('91-2011)보고서
14. FAO, 1970, Crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 24
15. FAO, 1991, Report on the expert consultation for the revision of FAO methodologies for crop water requirements
16. FAO, 1998, Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage Paper 56
17. SCS, 1967, Irrigation water requirements, technical release 21
18. World Water Council, 1998, Water in the 21st century