

유전자 알고리즘을 이용한 확률강우강도식의 산정 Derivation of Probable Rainfall Intensity Formula Using Genetic Algorithm

나창진* · 김종훈** · 이은태*** · 안원식****

La, Chang Jin · Kim, Joong hoon · Lee, Eun Tai · Ahn, Won Sik

Abstract

The current procedure to design hydraulic structures in a small basin area is to estimate the probable rainfall depth using rainfall intensity formula. The estimation of probable rainfall depth has many uncertainties inherent with it. However, it has been inevitable to simplify the nonlinearity if the rainfall in practice. This study attend to address a method which can model the nonlinearity in order to derive better rainfall intensity formula for the estimation of probable rainfall depth. The results show that genetic algorithm is more reliable and accurate than trial-and-error method or nonlinear programming technique(Powell's method) in the derivation of the rainfall intensity formula.

Keywords : Genetic Algorithm, Probable rainfall, Nonlinearity, Parameter estimation, Powell's Method

요 지

현재 소규모 유역에서의 수공구조물의 설계시 확률강우강도식을 사용하여 강우량을 산정하는 것이 일반적인 적용방법으로 이용되어지고있다. 확률강우의 산정은 그 자체로서 불확실성을 많이 내포하고 있으나 현실적으로 강우의 비선형성을 해석함에 있어 단순화는 배제할 수 없는 필요사항이다. 따라서 본 연구에서는 확률강우량 산정을 위한 강우강도식의 산정에 있어서 그 비선형성을 잘 모의할 수 있는 방법에 관하여 연구하여 보았다. 연구결과에 의하면 유전자 알고리즘이 시산법이나 비선형계획법의 일종인 Powell 기법에 비하여 더 신뢰성 높은 방법임을 알 수 있었다.

핵심용어 : 유전자 알고리즘, 확률강우, 비선형성, 매개변수 추정, Powell 기법

* 학생회원, 고려대학교 토목환경공학과 석사과정

** 정회원, 고려대학교 토목환경공학과 부교수

*** 정회원, 경희대학교 토목건축공학과 교수

**** 정회원, 수원대학교 토목공학과 교수

1. 서론

최근들어 다양한 기후변화로 인한 자연재해의 발생은 재산 피해뿐만 아니라 인명피해의 증가에도 큰 영향을 미치고 있다. 특히 최근 계속 발생하고 있는 큰 호우사상으로 인한 홍수피해의 발생은 이에 대한 대책의 수립과 하천 및 수공구조물의 설계에 관한 검토를 요구하게 되었다.

먼저 각 수공구조물의 설계 시 적용하려는 기준이 되는 설계량을 산정하기 위하여서는 이를 위한 대상지점의 홍수 유출자료가 충분히 축적되어야 한다. 그러나 국내 실정상 관측지점의 제한이나 관측기록의 결측 및 신뢰성 부족의 문제를 안고 있다. 반면 기상청 산하의 관측소의 경우 양질의 관측기록이 다년간 보유되어 있으므로 기상청 산하의 관측소의 자료를 사용하여 강우자료에 의한 설계홍수량을 산정하는 것은 일반적인 국내에서의 적용방법이다.

특히 소규모유역의 경우 중·대규모 유역과는 달리 강우량 산정의 편이성을 위하여 강우강도식을 사용하는 단순방법을 통하여 강우강도를 산정하고 있다. 강우강도는 수공구조물의 목적과 중요도에 따라 강우의 재현기간을 선택하여 설계하고자 유역의 강우강도-지속기간-재현기간(IDF) 곡선 또는 강우강도식으로부터 결정할 수 있다. 건설부에서 발간한 확률강우량도(1988)의 경우 강우자료기간의 짧음이나 사업시점에서의 강우자료의 짧음 등으로 인하여 널리 적용이 되지 못하고 있는 실정이다. 그러므로 국내의 신뢰성있는 다량의 최근자료를 이용하여 적용이 용이하고 정확한 강우강도식의 산정이 요구되고 있다.

현재 소규모유역의 설계시 강우강도식을 이용한 강우량의 산정은 가장 적용이 많은 방법이나, 강우량의 정확한 산정은 유역의 유

출을 결정하는데 있어 가장 중요한 요인임에도 불구하고 산정에 있어서 많은 불확실성을 포함하고 있다.

신뢰성있는 강우강도식의 산정에 관한 연구는 다음의 두가지로 나뉜다. 이는 기준이 되는 확률강우량의 산정과 강우강도식의 매개변수추정을 들 수 있다. 확률강우량 산정을 위한 강우자료에 대한 빈도해석에 대한 연구는 국내외에서 활발히 이어져 오고 있다. 미국에서는 1930년대 미국전역의 단시간 확률강우강도를 작성시 적정분포형에 관한 연구가 이루어졌으며 1961년도에는 Hershfield(1961)가 장기간 지속기간의 강우량에 관한 연구가 이루어졌으며 국내에서는 1960년대 이원환에 의하여 지속적인 연구가 이루어졌으며 1967년에는 국내 지역별 강우 특성과 확률강우량에 관한 연구가 이루어졌다. 1977년에는 우리나라 지점 우량자료의 분포형 설정에 관한 연구가 이루어졌으며 1993년에는 대표확률강우강도식(1993)이 지속기간 재현기간을 변수로 갖는 단일식으로 유도되었다. 또한 허준행 등(1999)은 지속기간별 강우자료의 적정분포형을 선정하여 확률강우강도식을 유도하였다.

본 연구에서는 강우강도를 산정함에 있어서 더 나은 결과를 얻기 위한 강우강도식 산정을 위하여 식의 매개변수 추정방법에 관한 분석을 하였다. 기존의 매개변수 추정방법과 최근 많은 분야에 적용되고 있는 유전자 알고리즘을 이용한 추정결과를 비교하여 더 나은 방법을 제안하고자 한다.

2. 기본이론

2.1 확률강우강도식

기존 강우강도식으로 적용되고 있는 강우

강도식은 다음과 같다.

$$\text{Talbot형} \quad I = \frac{a}{t+b} \quad (1)$$

$$\text{Sherman형} \quad I = \frac{c}{t^n} \quad (2)$$

$$\text{Japanese형} \quad I = \frac{d}{\sqrt{t+e}} \quad (3)$$

$$\text{통합형 1} \quad I = \frac{a}{(t^n+b)} \quad (4)$$

$$\text{통합형 2} \quad I = \frac{a}{(t+b)^n} \quad (5)$$

여기서 I는 강우강도(mm/hr), t는 지속기간(min)이며 a, b, c, d와 n은 지역에 따라 다른 값을 가지는 상수로서 I, t에 관한 자료를 사용하여 최소자승법(method of least squares)의해 결정되어 있는 지역별 재현기간별 지속기간별 분석결과를 사용한다.

또한 최근까지 적용이 많이 이루어지고 있는 한국 대표확률강우강도식은 식 (6)과 같으며 이는 주요 지점의 1991년까지의 지속기간별 최대강우량자료를 해석하여 얻어진 강우강도식(이원환 등, 1993)이다.

$$I(T, t) = \frac{a + b \log_{10} T}{t^n + c} \quad (6)$$

여기서 T는 재현기간(year), t는 강우지속기간(min), a, b, c, n은 상수로 각 지점별로 a와 b는 고정된 상수이며, c와 n은 재현기간별로 정해지는 상수를 뜻한다.

강우강도식의 경우 초기에 Sherman형, Talbot형, Japanese형이 혼용되어 사용되었으며, Wenzel(1982)이 제시한 통합형 강우강도식의 사용이 일반화되었다. 식 (6)의 한국 대표강우강도식의 경우 국내 전지역에 적용할 수 있는 강우강도식을 산정한 것으로 한국 대표강우강도식의 경우 하나의 형태가 아닌 지속기간별로 Japanese형, Talbot형, Sherman형 등 3개의 공식을 같이 사용하고 있어 재

현기간 5년의 5분 지속기간의 강우강도가 30년의 5분 지속기간의 강우강도보다 더 크게 나타나고, 재현기간 10년의 5분 지속기간의 강우강도가 30년, 50년, 70년의 강우강도보다 더 크고, 재현기간 20년의 5분지속기간의 강우강도가 200년의 강우강도보다 더 크게 나타나는 등 문제점이 지적되고 있다(최계운, 1999). 그러한 이유로 최근의 강우특성을 반영할 수 있는 새로운 강우강도식의 제안이 다양한 기법을 통하여 이루어지고 있다.

2.2 최적화기법

2.2.1 Powell 기법

Powell 기법은 변수의 최적해를 직접탐색 방법으로 탐색하는 기법으로 제약조건이 없는 최적화 기법중에서 효율적이며 적용성이 높은 최적화 기법이다. 이 기법은 목적함수를 만족하도록 매개변수의 최적치를 탐색하는 방법이다(Wisner & Chattergy, 1983).

목적함수에는 상대오차와 절대오차를 이용하는 방법이 있는데 상대오차에서는 저유량의 오차가 고유량의 오차에 비하여 크게 평가되고 절대오차에 의한 평가는 그 반대가 된다. 또한 변수의

$X = (x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n)^T$ 에 제약이 없는 경우, 특히 변수의 수가 큰 경우에 효율적으로 이용할 수 있는 최적화 방법이다. 여기서 T는 전치행렬을 나타낸다. Powell 기법에서는 평가기준치(목적함수) F(x)만을 이용해서 매개변수의 최적치를 탐색하며 그 경사 $\frac{\partial F}{\partial X}$ 를 이용하지는 않는다.

2.2.2 유전자 알고리즘

유전자 알고리즘은 Holland(1975)에 의해 처음 소개되었으며 생물의 진화과정, 즉 자연

선별과 유전법칙을 모방한 확률적 탐색기법으로서 공학, 자연과학 분야 쪽에서 활발히 적용되고 있다.

유전자 알고리즘은 복수 개의 잠재해들로 이루어진 해의 집단(population)을 진행시키면서 해 공간을 탐색해 간다. 그러므로 유전자 알고리즘은 복잡한 해 공간의 탐색능력이 우수하여 변수와 제약이 많은 경우의 해법에 적합하다(Goldberg, 1989).

가) 유전자 알고리즘의 요소

유전자 알고리즘은 문제의 잠재해를 표현한 개체들로 이루어진 초기 모집단을 가지고 시작한다. 초기 모집단은 매 세대마다 일정수의 개체를 유지하고 매 세대에서 각 개체의 적응도(fitness)를 평가하여 이에 따라 다음 세대에 생존할 개체들을 확률적으로 선별한다. 선별된 개체들 중 일부의 개체들이 임의로 짝을 지어 교배하여 자손을 생성한다. 이때 교차에 의해 부모의 유전자가 자손에게 상속되고 돌연변이가 일어날 수 있다. 자손은 부모로부터 좋은 유전형질을 상속받는다 가정함으로써 다음 세대의 잠재해들은 평균적으로 전 세대보다 더 좋아진다고 본다. 이러한 진화과정은 종료조건을 만족할 때까지 반복한다.

나) 초기 모집단

Genetic Algorithm(GA)은 개체들로 구성된 모집단을 운영하므로 초기에 모집단이 생성되어야 한다. 초기의 모집단을 만드는 방법으로는 문제의 특성을 이용한 기존의 발견적 방법이나, 임의 생성방법을 들 수 있으며 발견적 기법에 의한 초기해 보다는 임의 생성방법을 흔히 사용한다.

일반적으로 유전자는 "1"과 "0"의 2개의 문자로 구성된 2진수를 변환하여 생성하게 되는데 염색체는 이들 "1"과 "0"으로 구성된 유전자들의 집합이다.

다) 선택

선택은 적자 생존의 자연법칙에 기초하여 환경에 대한 적응도에 의해 현 세대의 모집단으로부터 다음 세대에 생존할 개체를 선택하는 과정이다. 유전자 알고리즘에서 선택은 다양성과 선별압력이 조화를 이룰 수 있어야 한다. 선택방법은 확률바퀴(roulette wheel), 순위선별(ranking selection), 토너먼트선별(tournament selection)등 여러 방법들이 있다. 강한 선별압력은 모집단의 개체들을 조기 수렴시키는 경향이 있으며, 약한 선별압력은 모집단의 다양성은 유지되나, 좋은 해를 효율적으로 탐색하지 못하여, 임의탐색(random search)과 비슷한 결과를 초래할 수 있다.

라) 교차

교차는 한 쌍의 염색체가 유전형질을 서로 교환하는 유전학 기법의 하나이다. 교차는 좋은 해를 이용하는 역할을 한다. 이를 위해서 교차는 부모의 좋은 형질이 가능한 파괴되지 않고 자손에 상속될 수 있어야 한다. 교차방법은 일점 교차(single point crossover), 복수점 교차(multi point crossover), 균일 교차(uniform crossover)등이 있다.

마) 돌연변이

돌연변이는 아주 작은 확률로 염색체 내의 비트 하나가 변화하여 발생하는 염색체의 우연적이고 임의적인 변화이다. 따라서 다른 연산자에 비하여 그 중요성이 다소 떨어지므로 부 연산자로 간주된다. 보통 돌연변이율은 0.01로 제안되어 있다(Goldberg, 1989).

2.3 확률분포함수에 의한 빈도해석

2.3.1 매개변수 추정 방법

확률분포형의 매개변수를 추정하는 방법에는 모멘트법(method of moments: MOM), 최우도법(method of maximum likelihood: ML),

확률가중모멘트법(method of probability weighted moments: PWM) 등으로 대별할 수 있다.

가) 모멘트법

모멘트법(method of moments, MOM)은 가장 간단하여 많이 사용되어 온 매개변수 추정 방법의 하나로 모집단의 모멘트(population moments)인 확률밀도함수의 모멘트는 표본자료의 모멘트(sample moments)와 같다고 보고 각종 확률분포의 매개변수를 추정하는 방법이다.

나) 최우도법

최우도법(method of maximum likelihood, ML)은 매개변수의 함수로 정의되는 우도함수를 결정하고 이 우도함수를 최대화하는 확률분포의 매개변수의 최적치를 결정하는 방법으로서, 확률분포의 매개변수에 대한 최적치는 관측된 표본의 값이 발생할 결합확률 또는 우도(likelihood)를 최대로 하는 값으로 선택된다.

최우도법은 표본크기가 충분히 클 경우 가장 효율적인 방법으로 평가되지만 해를 구하는 과정이 복잡한 경우가 많으며 수렴이 안되어 해를 구하지 못하는 경우가 발생할 수 있으며, 표본의 크기가 작을 경우 잘 일치하지 않는 결과를 주는 방법이다. 또한 표본자료의 크기가 충분히 클 경우 효율성이 높으므로 다른 매개변수 추정방법에 대하여 추정치의 효율성을 비교하는데 기준으로 사용 가능하다.

다) 확률가중모멘트법

확률가중모멘트법(method of probability weighted moments, PWM)은 모멘트법이나 최우도법 등의 대안으로 Greenwood 등(1979)에 의해 소개된 후 최근에 널리 사용되는 매개변수 추정 방법으로서 모멘트법과 마찬가지로 모집단의 확률가중모멘트는 표본

자료의 확률가중모멘트가 같다고 보고 각종 확률분포형의 매개변수를 추정하는 방법이다. 모멘트법이나 최우도법에서는 자료의 크기에 상관없이 일정한 가중치를 주는데 반하여 확률가중모멘트법에서는 자료를 크기 순으로 정리한 뒤 크기가 가장 큰 자료에 최대 가중치를 주고 가장 작은 자료에 최소 가중치를 주거나 가장 작은 자료에 최대 가중치를 주고 가장 큰 자료에 최소 가중치를 주는 등 자료 크기에 따라 가중치를 달리 주어 매개변수를 추정한다.

라) L-모멘트법

최근에는 Hosking(1990)이 제안한 확률가중모멘트의 선형조합인 L-모멘트 방법이 주로 사용되며 확률가중모멘트에 의한 매개변수 추정치와 L-모멘트에 의한 추정치는 동일한 결과를 보이며 L-모멘트는 PWM과 비교할 때 일반 모멘트 방법과 거의 유사한 L-모멘트비를 활용할 수 있으므로 분포형을 선정하거나 지역을 구분할 때 유리하다.

2.3.2 확률분포함수

모집단의 표본인 수문자료 계열을 적정 확률분포에 적합시키므로써 모집단이 갖는 확률 정보를 함수의 형태로 간결하게 집약시켜 용이하게 나타내기 위하여 확률밀도함수(probability density function : PDF) 또는 누가확률분포함수(cumulative probability distribution function : CDF)를 사용한다. 강우자료 해석에는 확률분포형 중 Log-Normal 분포(LN2P, LN3P), Gamma 분포(GAM2P, GAM3P), Log-Pearson Type-III 분포(LP3P), Gumbel(GUM) 등을 주로 사용한다.

대상 자료가 추출된 모집단의 특성을 나타내기 위하여 기지의 매개변수를 갖는 확률분포형을 가정하여 분석하는 것이 빈도해석에

있어서 주된 내용이나 모집단의 성질을 간단한 확률분포형으로 완벽하게 나타내기는 곤란하다.

2.3.3 적합도 검정을 통한 최적 확률분포형 선정

관측 수문자료가 선정된 이론확률분포가 적합하다는 가설을 검정하기 위하여 확률분포의 적합도 검정(goodness of fit test)을 실시하고, 이를 토대로 최적 확률분포형을 선정한다. 적합도 검정 방법에는 Chi-Square(χ^2) 검정, Kolmogorov-Smirnov(K-S) 검정, Cramer Von Mises 검정, Probability Plot Correlation Coefficient(PPCC) 검정 등이 있으며 기존 χ^2 검정 및 K-S 검정에 Cramer Von Mises 검정 및 PPCC 검정을 함께 적용하여 적정 확률분포형 선정에 신뢰도를 제고한다.

가) χ^2 검정

χ^2 검정은 관측된 수문자료 계열의 확률변량 분포가 어떤 형의 이론확률분포에 적합한가를 판단하기 위한 검정 방법으로서 적합한 확률분포가 선택되거나 가정되고 그의 매개변수가 수문자료 계열로부터 추정되므로 매개변수 방법(parametric method)이라고 불린다.

나) K-S 검정

K-S 검정은 수문자료의 누가확률분포와 가정된 이론확률분포의 누가확률분포함수를 비교하여 최대편차가 수문자료의 크기와 유의수준에 따라 결정되는 한계편차보다 적으면 적합성이 인정되고 크면 기각하는 방법으로서 K-S 검정에는 수문자료를 이론확률분포에 맞출 필요가 없으므로 계급구간으로 나눌 필요도 없고 이론확률분포형의 매개변수를 계산할 필요가 없는 비매개변수 방법

(non-parametric method)이다.

2.3.4 적정 확률분포형의 선정

적합도 검정을 통한 적정 확률분포형의 선정은 선정한 분포형이 모집단의 분포형과 동일하다는 가정을 전제하여야만 하는데 모집단의 분포형을 알 수 없다는 모순을 지니고 있으며 적합도 검정 결과를 살펴보면 대부분이 검정을 통과하게 되므로 최종 선택 대상 확률분포형이 많으며 또한 적합도 검정은 기각 여부만을 판단할 수 있는 것이기 적합의 정확도와는 관계가 없는 것이기 때문에 적정 확률분포형의 채택이 곤란하다. 적합도 검정을 통과한 확률분포형 중 어떤 것을 채택하느냐에 따라 확률강우량 등의 결과에 많은 차이를 보이고 있기 때문에 신중을 요하나 별다른 대안이 없는 실정이다.

3. 본 론

3.1 연구절차

본 연구의 절차는 다음과 같다.

먼저 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm)이 강우강도식에 적용의 우수성을 입증하기 위하여 비교 대상 지역으로 인천지방을 선택하였다. 인천지방의 경우 기상청의 인천관측소가 있으며, 기존 분석 결과 또한 비교 대상으로 활용할 수 있다.

인천지방의 경우 빈도분석을 통하여 산정된 확률강우강도를 수집하고 분석을 위한 강우강도식으로는 통합형1과 통합형2를 선택하였다. 수집된 확률강우강도를 잘 나타낼 수 있는 강우강도식 산정을 위하여 유전자 알고리즘, 시산법, Powell 기법을 사용한다.

통합형1과 통합형 강우강도식을 사용하여 확률강우강도식에 가장 적합한 매개변수를

유전자 알고리즘을 사용하여 추정된 것이 시산법이나 Powell기법을 사용하여 매개변수를 추정하는 것에 비하여 최적의 강우강도식을 산정하는 방법임을 확인하고자 한다.

3.2 확률강우강도의 산정

확률강우강도의 경우 기존의 연구가 많이 이루어진 인천지방을 선택하였다. 인천지역은 기상청 관할 인천 관측소를 가지고 있다. 이 용자료는 인천지방의 1952~1997년의 10분, 20분, 30분, 40분, 50분, 60분, 120분, 180분, 240분, 300분, 360분, 1440분 지속기간의 최대강우를 이용하였다.

χ^2 검정과 K-S 검정 결과, L-모멘트법에 의한 Pearson-type III의 분포형을 선택하여 확률강우량이 산정되었다(송태정 등, 2000). 이러한 절차를 통하여 얻은 확률강우강도는

표 1과 같다.

3.2 인천지역의 강우강도식의 매개변수 산정

앞절에서 산정된 확률강우강도를 이용하여 통합형 1과 통합형 2의 매개변수를 산정하였다. 매개변수는 시산법과 Powell기법, 유전자 알고리즘을 통하여 산정하였으며 각 기법을 통하여 산정될 강우강도식의 정확성을 위한 목적함수는 아래의 식과 같은 표준제곱 오차를 이용하였다.

$$\text{minimize } \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}} \quad (7)$$

각 기법을 통하여 각 강우강도의 매개변수 추정 결과를 보면, 표 4. 및 표 5.에서 볼 수 있는 것처럼 유전자 알고리즘, Powell기법, 시산법 순으로 그 정확성을 보이고 있다. 또한 본 연구에서 가장 좋은 결과를 보이고 있

표 1. 빈도분석을 통한 확률강우강도

지속기간 \ 재현기간	2	3	5	10	20	30	50	80	100	200	300	400	500
10	88.00	100.20	111.60	124.20	135.00	140.40	147.00	151.20	153.60	162.60	166.80	169.80	171.60
20	66.30	77.40	89.10	103.50	116.70	124.20	132.90	138.60	143.10	156.00	162.60	167.10	170.70
30	54.40	64.40	75.40	89.60	102.80	110.40	119.60	125.60	130.20	144.20	151.20	156.00	159.80
40	47.25	55.80	65.70	78.45	90.60	97.65	106.35	112.05	116.25	129.45	136.05	140.70	144.45
50	42.84	51.00	60.60	72.96	84.84	91.68	100.20	105.72	109.80	122.76	129.24	133.92	137.52
60	39.70	47.40	56.40	68.10	79.30	85.70	93.70	99.00	102.80	115.10	121.20	125.60	128.90
90	33.27	39.80	47.47	57.33	66.73	72.13	78.87	83.27	86.53	96.80	101.93	105.60	108.40
120	28.95	34.90	41.75	50.40	58.65	63.35	69.15	72.90	75.70	84.50	88.90	92.00	94.40
180	22.40	27.03	32.40	39.30	45.93	49.73	54.43	57.50	59.77	66.93	70.53	73.07	75.03
240	18.75	22.63	27.10	32.85	38.35	41.50	45.40	47.95	49.83	55.75	58.75	60.85	62.48
300	16.06	19.38	23.38	28.58	33.66	36.60	40.26	42.66	44.44	50.06	52.92	54.92	56.48
350	14.40	17.45	21.13	26.00	30.77	33.52	36.97	39.23	40.92	46.25	48.95	50.85	52.33
1440	4.95	6.18	7.80	10.08	12.42	13.80	15.55	16.71	17.58	20.36	21.78	22.78	23.56

는 유전자 알고리즘을 통하여 산정된 통합형 1 및 통합형2 강우강도식의 매개변수는 표 2. 와 표 3.과 같다.

분석 결과 유전자 알고리즘의 경우 시산법에 및 Powell기법보다 월등히 좋은 결과를 보이고 있으나 재현기간 별로 강우강도를 표시한 그림 1.~그림 4.를 보면 수치상과는 달리 월등히 좋은 결과를 보이고 있지는 못하다. 유전자 알고리즘의 경우 비선형기법인

Powell기법과 거의 유사한 결과를 나타내고 있으며 시산법으로 산정된 결과에 비하여서는 다소 나은 결과를 확인할 수 있다. 그러나 수치상의 목적함수 결과 및 그림 1.~그림 4.를 통하여 볼 때 유전자 알고리즘이 빈도분석을 통한 확률강우강도와 가장 근접한 좋은 결과를 보이며 강우강도를 모의하고 있음을 알 수 있다.

표 2. 통합형1 강우강도식의 매개변수 추정(GA)

재현기간	매개변수		
	a	b	n
2	636.8428	3.03300	0.62805
3	942.2369	4.91080	0.66102
5	1,336.6468	7.25090	0.68398
10	1,949.1564	10.6294	0.70700
20	3,438.6718	19.6191	0.77292
30	4,284.4594	24.2070	0.79324
50	5,850.8824	32.7821	0.82747
80	6,812.0637	37.5541	0.84143
100	8,671.1272	48.1275	0.87555
200	12,012.2094	63.7762	0.90633
500	18,386.5309	93.4834	0.95502

표 3. 통합형2 강우강도식의 매개변수 추정(GA)

재현기간	매개변수		
	a	b	n
2	379.9491	4.6575	0.54498
3	445.6939	5.9591	0.53845
5	607.9710	10.5541	0.56139
10	950.9853	19.2620	0.60439
20	1,232.0089	25.7448	0.61796
30	1,511.7300	31.1966	0.63745
50	2,843.3583	48.3699	0.72787
80	2,911.6311	50.1493	0.71966
100	3,560.5774	56.6473	0.74505
200	3,924.1754	62.0665	0.73661
500	4,855.1236	71.5473	0.74716

표 4. 통합형1 강우강도식의 각 추정방법별 표준제곱 오차

재현기간	평균제곱오차		
	시산법	POWELL	GA
2	6.39	1.04	0.86
3	8.35	1.11	1.03
5	3.72	1.17	1.06
10	4.01	1.00	0.92
20	1.93	1.15	0.94
30	1.10	1.24	1.00
50	12.36	1.73	1.21
80	6.63	2.87	1.44
100	42.60	3.97	1.80
200	164.95	7.35	2.64
500	329.49	16.02	3.93
오차합	581.53	38.65	16.83

표 5. 통합형2 강우강도식의 각 추정방법별 표준제곱 오차

재현기간	평균제곱오차		
	시산법	POWELL	GA
2	2.47	1.23	0.99
3	3.38	1.42	1.19
5	3.16	1.64	1.24
10	2.59	1.48	1.15
20	5.30	1.38	1.05
30	2.80	1.16	1.03
50	1.55	1.25	1.06
80	2.70	1.92	1.15
100	3.35	2.84	1.47
200	6.50	5.78	2.44
500	19.16	14.43	3.97
오차합	52.96	34.53	16.74

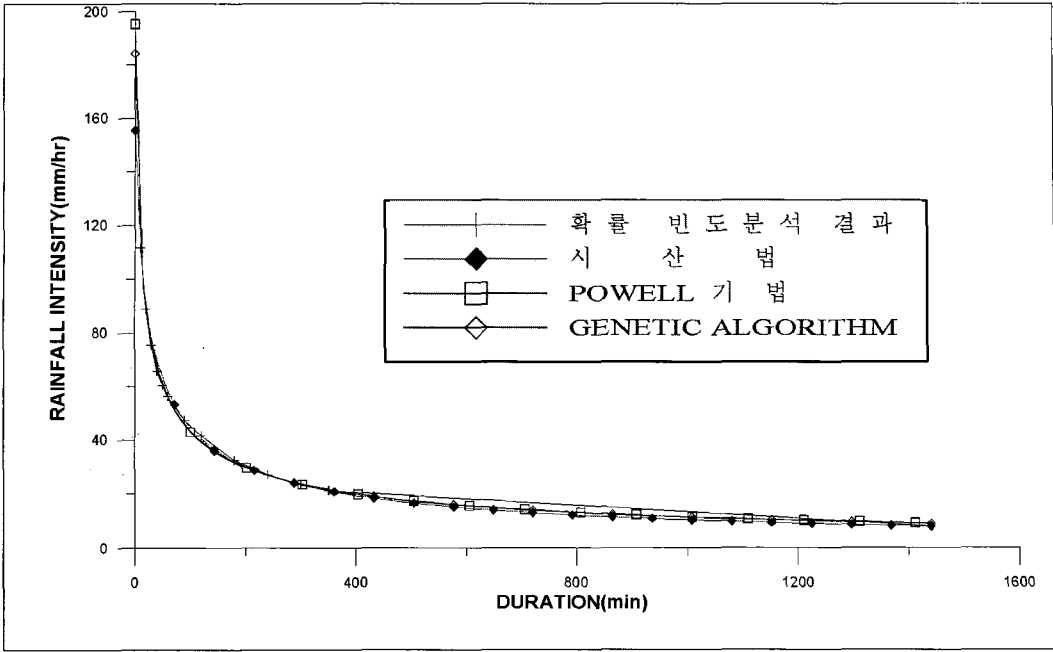


그림 1. 통합형1(재현기간 5년)

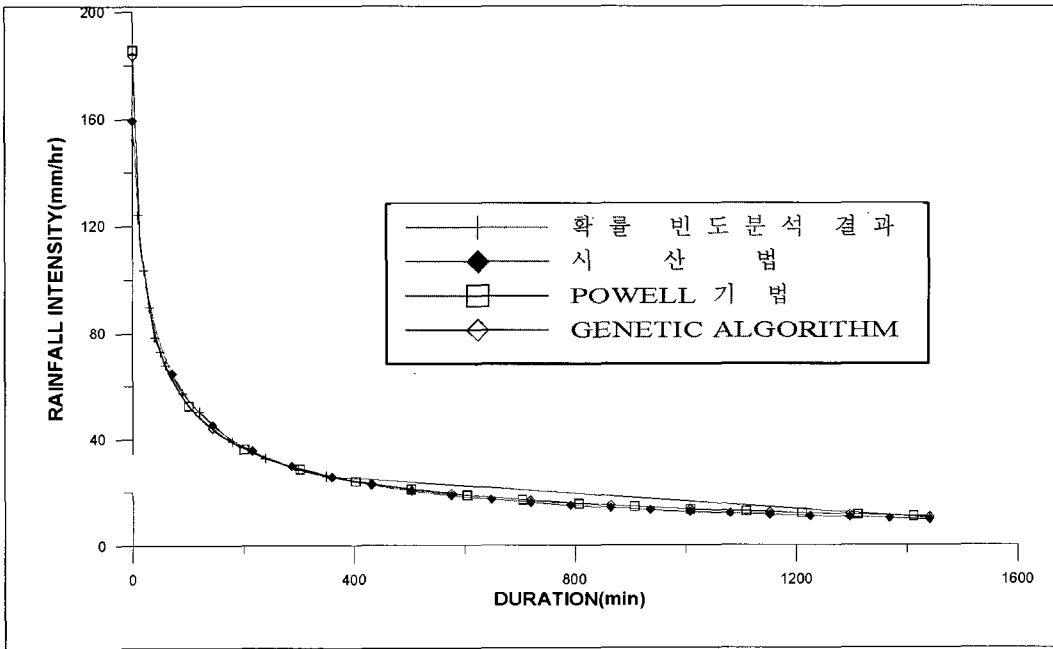


그림 2. 통합형1(재현기간 10년)

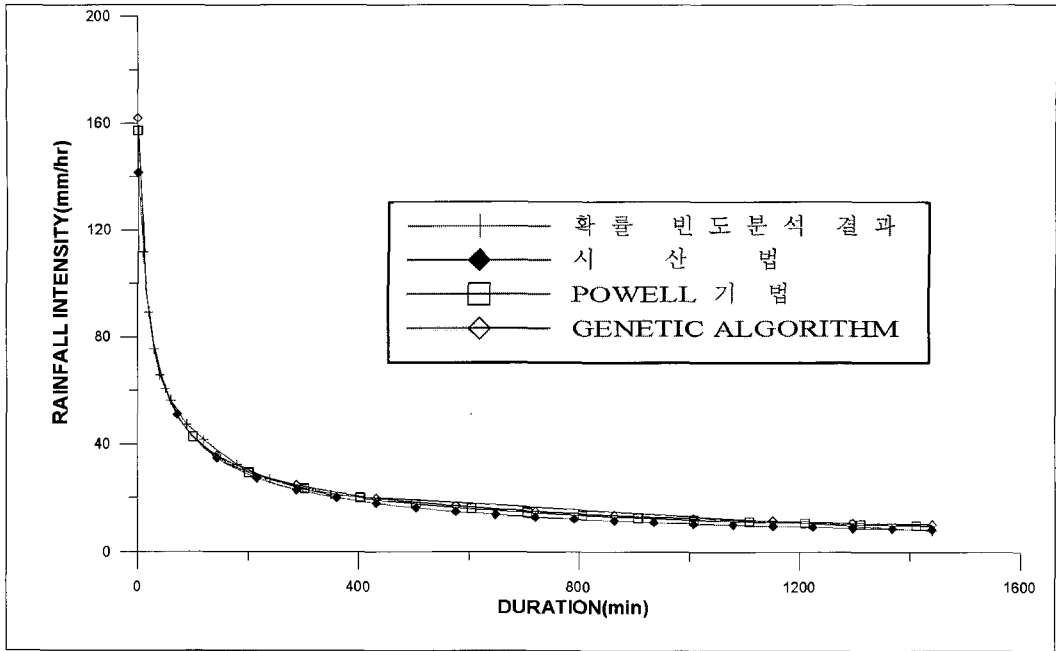


그림 3. 통합형2(재현기간 5년)

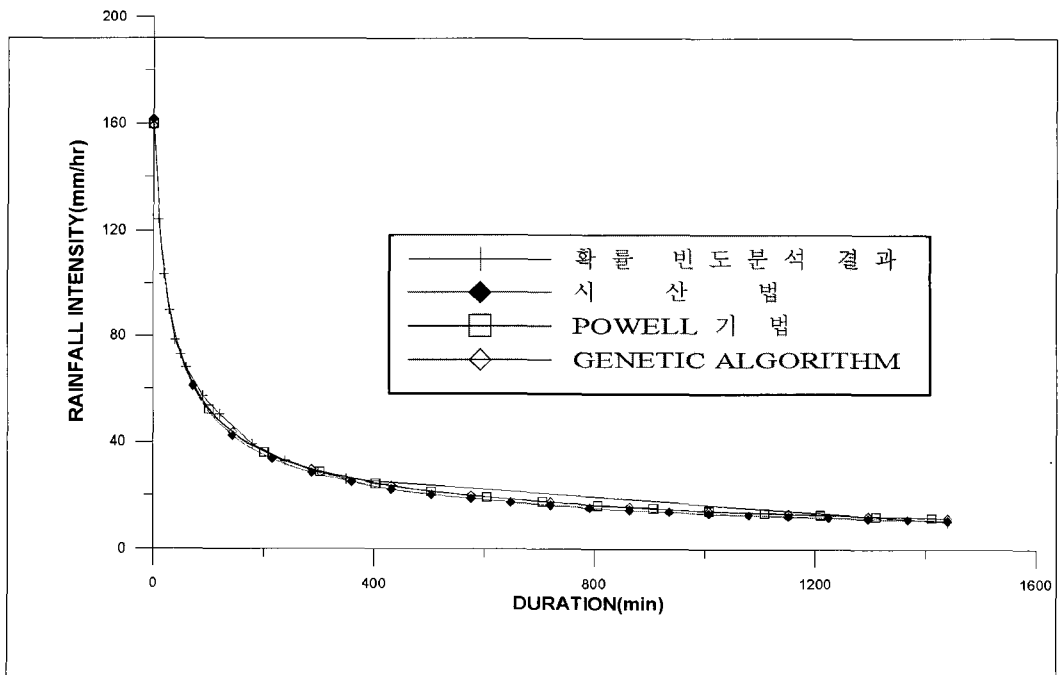


그림 4. 통합형1(재현기간 10년)

4. 결 론

확률강우량은 도시하수도의 계획 및 기타 수공 구조물을 설계 시 우수 유출량 산정이나 소구역의 배수계획, 중소하천의 홍수량의 추적, 하천의 내수배제 등 각종 설계량 산정에 있어 큰 영향을 준다. 현재 확률강우량의 산정은 국내 실정상 과거의 강우자료를 수집하고 이를 이용하여 확률분석을 직접 실시하거나 기존에 제안되어 온 강우강도식을 사용하여 구하는 경우가 있다. 특히 소규모 유역의 경우 제안되어 있는 강우강도식을 사용하는 경우가 있다.

본 연구에서는 이미 기존에 제안되어 있는 강우강도식 형태 중 통합형1과 통합형2 형태의 강우 강도식을 사용하여 기존에 제시한 매개변수보다 더 최적의 매개변수를 제시하기 위하여 유전자 알고리즘을 사용하였다. 유전자 알고리즘을 사용하여 매개변수를 찾은 결과 기존의 다른 방법에 의하여 산정된 매개변수에 비하여 목적함수를 더 만족시키며 확률강우량을 더 잘 표현하고 있음을 알 수 있다.

기존에 제안된 강우강도식의 경우 산정 시기 등을 고려할 때 현재의 강우사상을 적절히 표현하지 못하는 단점을 안고 있다. 그러므로 강우사상을 적절히 표현하기 위하여 현재의 강우 자료를 수집하여, 최적의 매개변수를 산정 하여야한다. 본 연구 결과를 통하여 볼 때 강우강도식의 매개변수 산정시 Genetic Algorithm(GA)을 사용하여 강우강도의 매개변수를 산정하는 것을 추천한다.

5. 참 고 문 헌

건설부 (1988). 한국확률강우량도의 산정. 수자원관리기법 개발 연구조사 보고서,

제2권

- 이원환 (1967) 국내 지역별 강우 특성과 확률강우량 산정에 관한 연구, **대한토목학회지**, 제15권, 제3호, pp. 22~38
- 이원환 (1968) Time Series 고려 여부에 따르는 확률강우량 변동에 관한 연구, **대한토목학회지**, 제 16권, 제2호, pp. 45~56
- 이원환 (1977) 한국확률강우량도 작성을 위한 수문학적 연구, **한국수문학회지**, 제 10권, 제1호, pp. 39~51
- 이원환, 박상덕, 최상열 (1993) 한국 대표확률강우강도식의 유도, **대한토목학회논문집**, Vol. 13, pp. 115~120
- 최계운, 안경수, 권영석 (1999) 인천지방 확률강우강도식의 산정. **한국수자원학회 학술발표회논문집**, pp. 244~249
- 허준행, 김경덕, 한정훈 (1999) 지속기간별 강우자료의 적정분포형 선정을 통한 확률강우강도식의 유도. **한국수자원학회 논문집**, Vol. 32, pp. 247~254
- 송태정, 서병하 (2000) 최적화 기법을 이용한 확률강우강도식의 산정. **대한토목학회 학술발표논문집**, pp. 99~102
- Greenwood, J. A. and D. Durand (1960). *Aids For Fitting the Gamma Distribution by Maximum Likelihood*. *Technometrics* 2(1) : 55~65
- Goldberg D. E. (1989). *Genetic Algorithm in Search, Optimization, and Machin Learning*. Addison Wesley
- Hershfield, D. M.(1961). *Rainfall Frequency Atlas of the United States*. U. S. Weather Bureau Technical Paper 40. U. S. Department Commerce, Washington, D. C.
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in natural artificial systems*. Ann Arbor:

The University of Michigan Press

Hosking, J.R.M (1990) *L-moments Analysis and Estimation of Distributions using Linear Combinations of Order Statistics*, Journal of Royal Statistical Society B, Vol 52, pp. 105~124

Wenzel, H. G (1982) "*Rainfall for urban*

stormwater design" in *Urban Storm Water Hydrology*. Water Resources Monograph 7, Aug, Washington DC

Wismer D. A. & Chattergy R. (1983). *Introduction to Nonlinear Optimization*, North Holland, New York·Amsterdam·Oxford