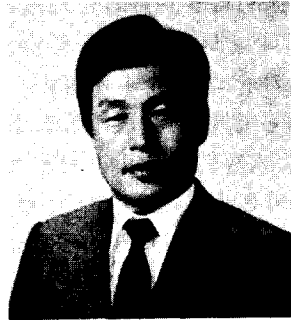


〈研究現場〉

한국수자원공사

編輯部



〈사장이 상 회〉

I. 序

우리나라 수자원의 전담기관으로 1988. 7. 1. 재창립된 한국수자원공사는 다목적댐을 건설하여 자연재해를 방지하고 생활·공업·농업용수를 풍족하게 공급하여 하천을 깨끗히 하며 수력발전으로 전력에너지를 생산하는 등 국민생활과 밀접한 국토개발사업을 추진하고 있다. 최근 CIP를 통해 새로운 심벌을 탄생시키면서 진취적으로 발전적인 자세로 국민생활 향상에 기여해 나갈 것을 다짐하고 있는 한국 수자원공사의 그간의 사업실적과 89사업내용을 간략하게 소개한다.

II. 연혁 및 사업실적

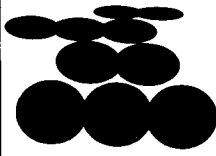
한국수자원공사는 창립 22년이라는 비교적 짧은 역사이지만 그동안 국가발전의 시대적 요청에 따라 그 명칭이 두번씩 바뀌었다.

최초의 모체인 한국수자원개발공사는 1967. 11. 16설립된 이래 한강, 금강, 낙동강 영산강등 우리나라 4대강 유역에 대한 대대적인 조사사업을 벌이면서 다목적댐 건설등 수자원 개발사업을

추진했다. 1967년 착공되어 1973년 준공된 소양강다목적댐을 시발로 하여 1971년에는 안동다목적댐을 착공 1976년에 준공하였으며 4대강 유역 개발을 위한 기초조사를 완료했다. 이러한 다목적댐건설을 비롯한 유역개발사업은 70년대 우리나라 경제의 고도성장에 초석이 되었고 미국의 테네시강 유역개발사업에 버금가는 대단위 종합토목공사의 대명사이기도 하다.

또한 水關公는 69년 서빙고단지 조성을 필두로 73년에는 구미, 여천, 이리, 창원 등지에 대규모 공업기지 기반 시설공사를 착공하면서 우리나라 중화학공업기지 건설의 모태가 된다.

73년 정부의 중화학공업육성책에 의거 공포된 산업기지개발촉진법에 의거 수개공은 발전적으로 개편되어 74. 2. 1 당시 최고의 수권자본금인 5,000억원규모의 산업기지개발공사로 개칭된다. 産公는 한국수자원개발공사가 추진하던 4대강 유역개발사업과 다목적댐 건설은 물론 각종 공업단지와 신도시건설, 그리고 용수공급등 국토개발과 국가기간산업육성의 중차대한 업무를 수행하게 되었다. 산업기지개발공사시절의 주요 토



심볼마크 확정 - 물의 공급과 발전

- 1) 앞으로 나오는 듯한 타원들의 모습은 진취적이고 발전적인 미래지향형의 기업을 나타낸다.
- 2) 부드러운 곡선형 타원의 집합은 전직원의 인화와 단결로 지속적으로 성장하는 기업의 의미를 담고 있다.
- 3) 작은 물방울이 모여 큰 물을 이루는 모양으로 전체형상은 우리나라 국토의 형태를 나타내며 국토전역에 풍부한 수자원을 공급하고 개발하는 국가적, 국민적 기업으로서의 이미지를 담고있다.

러나 이러한 접근방법은 결정적 기간을 대상으로 하므로 극한적 상황, 즉 극치의 경우에 대해 설계하게 되며, 따라서 다양한 경제적 한계에 따른 각각의 위험수준에 맞는 적절한 설계에는 부적합한 것이다. 즉 기존의 일반적인 한발분석의 결과는 경제적 최적설계와는 거리가 먼 과소 또는 과대 프로젝트 결과를 초래할 가능성이 있다

대규모의 수자원 프로젝트의 설계에 있어서 수문학적인 불확실성을 최소화하기 위해 사용되는 접근방법은 크게 두가지로 분류할 수 있다. 그 하나는 수문학적 과정의 확정론적 모형화이며 다른 하나는 유출량의 추계학적 모형화이다.

확정론적 모형은 과거 여러방면에 적용되어 유용한 결과를 보여주고 있지만 그 모형구조가 복잡하며 많은 양의 자료가 요구되고 또한 적용시 많은 비용이 소요된다는 등의 결점이 있다.

한편 수문연구자들은 유출과정의 추계학적 본질을 인식하기 시작하였으며 통계학적 혹은 추계학적인 모의(Simulation)과정에 의해서 확정론적 모형의 결점을 극복하고자 시도해 오고 있다. 더우기 최근에는 장기적인 추계학적 유출과정의 부분으로서 한발의 성향을 파악하고 다양한 종류의 추계학적인 유출발생모형을 사용함으로써 세부적인 점점을 해오고 있다.

한발분석시 추계학적방법을 실제 적용한 결과 극치 한발 발생을 모의하는 모형의 능력에 대한 상이한 결론이 유도되었다.

Askew등⁽⁸⁾은 추계학적인 모의발생방법에 의한 발생자료가 실제 기록치보다 훨씬 적게 나타나는 것으로 결론짓고 있다. 그러나 Millan과 Yevjevich⁽⁶⁾는 이와 다른 발생기법을 사용하여 실제 기록치보다 훨씬 큰 한발기간을 모의 발생시키는 본보기들을 제시하였다. 그후 Dracup등⁽¹¹⁾은 Askew의 연구를 재검토 하였으며, Askew의 결론이 오류를 범할 수 있다는 것을 여러 이유를 들어 설명하였다.

최근 미국 아이다호주 지역의 두 유역에 대해 행한 연구보고⁽¹⁰⁾는 Millan과 Yevjevich의 결론을 검토하기 위한 것이었는데 추계학적 모의발생기법에 의해 발생시킨 자료를 분석한 한발의 기간

과 심각성은 과거 기록치에 의한 그것보다 통계적으로 클수도 있고 적을 수도 있다는 것을 보여주고 있다. 이 연구결과는 Millan과 Yevjevich에 의해 얻어진 이론적이고 실험적인 결과가 한발의 추계학적인 성향을 평가하는데 쉽게 적용될 수 있는 방법이라는 것을 밝혀주고 있다. 이 방법의 적용절차를 정리하면 먼저 한 계측지점에서의 연속된 연유출자료로부터 평균, 표준편차, 왜곡도 계수, 일차계열상관계수(x, s, g, r)를 결정한다. 이들 통계치에 기반을 두고 AR(1)모형 (First-order Auto-Regressive Model)을 사용하여 연유출자료를 발생시킨다. Millan과 Yevjevich는 과거 자료로부터 산정한 g와 r에 부합되는 95000년의 표준화된 유출(Standardized Flow)자료분 모의 발생하였다. 그들은 실험적인 자료를 사용하여 다양한 표본자료기록년(N)과 기본수준(q)에 대해 최대 Run-Length(Lmax)와 표준화된 최대 Run-Sum (Dmax)를 결정하였다. Dmax와 연유출량 자료의 최대표준편차 Smax의 관계는 다음식에 의해 표현된다.

$$S_{max} = D_{max} S$$

발생시킨 전체 연유출자료로부터 임의크기 N의 표본을 추출하여 여러개의 표본집단을 구성할 수 있으며 각 표본집단의 Lmax와 Dmax를 구할 수 있다. 각 표본집단의 Lmax와 Dmax의 중앙치(Median)를 각각 Lm, Dm이라 한다면 Lm과 Dm은 표본의 크기 N에 해당하는 재현기간 T의 한 발특성의 척도로서 사용된다. 표본크기 N을 변화시키면 임의의 재현기간 T에 대한 Lm과 Dm을 구할 수 있다.

실험값들을 이론적으로 구해진 값들과 일치하며 N, q, g, r의 값에 대한 Lm, Dm은 일련의 관계식에 의해 종합적으로 표현된다.

Lm과 Dm은 자료크기 N의 여러 표본으로부터 구한 Lmax와 Dmax의 중앙치를 나타내므로, 어떤 N년 기간에 50%의 초과확률에 해당하는 값들이라 할 수 있다. 따라서 중앙치 이외의 다른 확률한계치를 사용하기 위해서는 Lm과 Dm을 결정

하기 위해 사용했던 것과 같은 통계치로 부터 다른 초과 위험도에 해당하는 한발특성의 척도를 구할 수 있다.

이 방법에 의해 미국 아이디호주의 Salmon River 계측지점에 대해 행한 전형적인 한발분석의 예를 표2에 수록하였다. ¹⁹⁾

표2. Example of Drought Analysis

Salmon River near Challis, IDA
 Station NO 13.2985.00 (Project ID Number 102)
 Total Record Length = 63 Years (1922 to 1984)
 Longest Consecutive Hist. Period = 43 Years (1929 to 1971)
 Total Years, Hist. Data = 43 Total Years, Added Data = 20 Annual Statistics for the Total Augmented Data Period:
 Mean Ann. Flow = 547702 cfs-days Serial Corr. = 0.043
 Standard Deviation = 149701 cfs-days Skew Coeff. = 0.366
 for $q(0) = .50$, Truncation Level = 538600 cfs-days
 for $q(0) = .35$, Truncation Level = 482432 cfs-days
 for $q(0) = .20$, Truncation Level = 420079 cfs-days

Drought Lengths:

Sample Size (Years)	Trunc Level $q(0)$	Median Length (Years)	Length Exceeded in P% of Samples		
			25%	10%	2%
25	0.50	4.2	5.5	7.1	9.6
25	0.35	3.1	4.1	5.2	7.1
25	0.20	1.9	2.5	3.2	4.5
50	0.50	5.1	6.5	8.0	10.6
50	0.35	3.7	4.7	5.9	7.9
50	0.20	2.2	2.9	3.7	4.9
100	0.50	6.2	7.6	9.2	11.6
100	0.35	4.5	5.5	6.7	8.6
100	0.20	2.7	3.4	4.2	5.4

Drought Magnitudes:

Sample Size (Years)	Trunc Level $q(0)$	Median Deficit cfs-days	Deficit Exceeded in P% of Samples		
			25%	10%	2%
25	0.50	507799	680581	886367	1239637
25	0.35	332453	450452	592445	838969
25	0.20	171040	235742	314869	454703
50	0.50	627171	810642	1021785	1370903
50	0.35	410605	536534	682958	927809
50	0.20	211248	280793	362975	502852
100	0.50	774604	965558	1177894	1516070
100	0.35	507129	639067	787300	1026056
100	0.20	260907	334453	418430	556100

Historical Droughts Based on 43 Consecutive Years:

Trunc Level	Max Run Length	Return Period	Max Deficit	Return Period
0.50	9	532	1103608	304
0.35	3	24	305566	26
0.20	1	29	108158	54

표2의 상단 부분은 데이터베이스의 자료치의 개략적인 특성이 기록된다. 또한 총 63년(43년은 연속된 실측자료이며 20년간의 자료는 Data Augmentation 방법에 의해 인위적으로 부가된 기록 치임)의 연유출량 자료에 대하여 세계의 선택된 q_0 값에 대한 기본수준 X_0 값이 계산 수록되어 있다.

다음 부분엔 세계의 기본수준과 표본크기(25년, 50년, 100년)에 대한 한발의 기간(Drought Lengths)이 계산되어 기간중앙치(Median Length)란에 수록되며 또한 25%, 10%, 2% 등의 다른 초과확률 수준에 대한 한발기간도 표시된다. 한발의 크기 D_m 도 마찬가지로 계산되며 중앙치로부터의 이탈(Median Deficit)란에 기록된다. 또한 25%, 10%, 2% 등의 다른 초과확률 수준에 대한 한발의 크기도 각각 기록된다. 최종적으로 43년간의 과거 연속 실측기록치로부터 한발의 최대 연속기간(Maximum Run-Lengths)과 최대연속 크기(Maximum Run-Sums)를 계산하여 표의 최하단에 표시하고 있다.

4. 결론

이상에서 언급한 바와 같이 Negative Runs 이론에 의한 한발의 연구는 단순한 확률론적인 시도에서 출발하여 여러가지 추계학적 접근방법에 이르기까지 다양하게 시도되고 있다. 또한 이들 기법들에 대한 타당성 검토가 여러 연구에서 이루어지고 있는 단계이다.

지금까지의 연구결과를 종합하면 이들 기법들은 한발해석에 비교적 많은 진전을 보여주고 있는 것으로 나타났다.

한편 이러한 추계학적인 접근방식에 내재하는 오류, 즉 확률분포형의 가정, 모형에서 자료발생시 생기는 오류, 그리고 Parameter를 산정할 때 발생하는 오류 등을 해결할 수 있는 보다 합리적

인 기법의 개발이 연구 과제로 남아 있다고 하겠다.

참고문헌

1. Dracup, John A., K. S. Lee, and E. G. Paulson, Jr., "On the Definition of Droughts", Wat. Res. Research, Voi. 16, No. 2, April 1980.
2. Beard, L. R. and H. K. Kubik, "Drought Severity and Water Dependability", J. Irrig. Drain., ASCE, 98(IR3), 1972.
3. Gupta, V. K., "A Stochastic Analysis of Extreme Droughts", Wat. Res. Research, Vol. 11, No. 2, April 1975.
4. Herbst, P. H., D. B. Brendenkamp, and H. M. Barke, "A Technique in the Evaluation of Drought from Rainfall Data", J. Hydrol. (Amsterdam), 4(3), 1966.
5. Whipple, W., Jr., "Regional Drought Frequency Analysis", Jour. Irrig. Drain. Div. ASCE, 92, (IR2), 1966.
6. Millan, J. and Yevjevich, V., "Probabilities of Observed Droughts", Hydrol. Paper 50, Co. State Univ., Ft. Collins, Co. 1971.
7. Salazar, P. G., and Yevjevich, V., "Analysis of Drought Characteristics by the Theory of Runs", Hydrol. Paper 80, Co. State Univ., Ft. Collins, Co, 1975.
8. Askew, A. J., W. Yeh, and W. A. Hall, "A Comparative Study of Critical Drought Simulation", Wat. Res. Research, Vol. 7, No. 1, 1971.
9. Horn, D., and Dieziger-Kim D., "Analysis and Generation of Low-Flow Sequences for Idaho Streams Using Disaggregation Modeling", IWRRR Final Report, Sept. 1985.