

시험 유역에 대한 소감

김재한 (충남대학교 토목공학과 교수)

한국수자원학회 전신인 한국수문협회가 1967년 11월 20일 창립되었으나 벌써 이전에 수공학 발표회가 지금 수자원학회의 참여회원하신 분들 가운데 安守漢 회원님을 비롯한 여러분의 뜻을 모아 개최되어졌다. 4만세기인 25회가 1983년 7월 30일에 경북대학교 농과대학 농공학과에서 개최되었으며, 연구발표회 논문 초록집의 내용도 제1부, 2부, 3부로 나누어 17편의 논문이 게재될 예정이었으나 두 편이 취소되어 실제 발표된 논문은 15편이었다. 이것이 불과 16년 전 이었던 것을 생각하면, 금년도(1999) 논문편수가 125편이 될 뿐만 아니라 분과도 10개 분과로 편성되어졌으니 격세지감을 느끼게 한다. 뿐만 아니라 참가자 수도 500명에 가까울 정도로 매년 늘어나고 있다는 것은, 우리학회의 발전에 고무적이며 청신호라 할 수 있겠다.

이렇게 많은 양의 논문들이 해마다 발표되고 있지만 질적인 면에서는 과거 발표 논문 편수의 증가와 비례하여 월등히 좋아졌는지는 우리 스스로가 한번쯤 짚고 넘어가야 겠다고 생각된다. 학술발표회의 논문들이 학교의 교수님들이나 학생들이 연구한 내용들이 주류를 이루고 있는 것은 어쩔 수 없다고 하더라도, 이 논문들의 결과치들이 선진국가들과 비교했을 때 어느 정도 접근되어졌느냐 하는 것이다. 보다 중요한 것은, '실제 이를 사용할 실무자들이 이 내용들을 쉽게 터득하여 사용할 수 있겠냐' 하는 의구심을 갖는 내용들은 지양되었으면 한다. 선진외국에서 사용되고 있는 식들을 이해하고 습득하여 발표하는 것을 바람

직한 일이라 하겠으나, 문제는 이 식들이 우리 나라의 정도가 높은 관측치들과의 검정이 반드시 수반되어야 할 것이다. 어떤 보고서에서 게재된 관측치들을 검토 분석 없이 그대로 사용하다 보니 훌륭한 식들이 허구에 지나지 않게 되는 경우가 왕왕 발생하기도 한다.

기존식들의 매개 변수 값의 결정이나 수문량들은 지형학적 뿐만 아니라 기상학적 요소들에 의하여 직접적 영향을 받지만, 이들을 어떻게 정도가 높게 측정된 것이냐에 의해서가 더욱더 많은 영향을 받게 될 것이라 생각된다. 이와 같은 차원에서, 발표된 논문들이 검증되지 않은 자료들에 의해 해석된 것들로 주류를 이루고 있다는 점에서, 최근 선진외국에서 발표된 기법들의 이해도 중요하지만, 수문량들을 측정하는 기법들을 제시하는 연구논문들이 앞으로 많이 발표되어 지기를 기대해 본다. 정도가 높은 수문관측치들이 존재하여야만 기법들의 검증이나 검정이 이루어질 수 있기 때문이다.

예를 들어, 강우-유출해석에서 합성단위도도 실무진에서 아직까지 간편하다는 것을 이유만으로 中安(Nakaysu)의 방법이 많이 사용되고 있다는 것은 빨리 수정되어야 할 사항이다.

이의 주된 이유가 합성단위도나 대표단위도를 얻기 위하여 요구되는 하천유량자료들의 결핍이라 하겠다. 뿐만 아니라 도수유출자료는 전무한 실정이다. 사정이 이런데도 아직까지 정도가 높은 하천유량치들을 얻기 위한 독립 부서가 없다는 것은 안타까울 따름이다. 정도 높은 수문자료의 획득을 위해서는 장기적인

유역의 반응을 살필 수 있는 시험유역이 필요하다. 현재 우리 나라의 몇 곳에 시험유역이 있지만 관리소홀과 재정 자원이 빈약하여 제대로 운영되고 있다고 생각되지 않는다. 따라서 운영주체가 뚜렷한 시험유역 운영이 하루빨리 필요하며, 각 시험유역에 대한 특성 또한 명확해야 하겠다. 수문자료는 시간이 지나면 그 시점의 자료는 영원히 역사 속에 묻혀 버린다는 측면에서 시급히 시험 유역을 지정하여 정확한 자료를 획득하고, 그 자료에 의한 수문 모형이나 기법을 검증하여 실용화하는 것이 원칙이 아닌가 싶다.

선진외국의 경우 이미 목적별로 수십에서 수백개의 시험유역을 운영 중이며 상당수의 시험 유역은 이미 인터넷에 올려 놓아 여러 가지 정보를 전세계에 제공하고 있는 상태이다. 그 중 몇몇을 정리해 보면 다음과 같다.

위 표에서 보듯이 외국에서는 상당히 오랜 기간 동안 시험유역을 운영중이며 그 목적 또한 다양하고 뚜렷함을 알 수 있다. 기존에 운영되고 있는 우리나라 시험유역과 잘 비교가 되고 있다는 것을 보여주고 있다.

시험 유역에서 할 수 있는 사업으로는 수문 조사, 수질 및 생태계 조사, 유수량 조사, 그리고 수자원 기초 조사등 여러 가지를 들 수 있겠다. 수문조사에는 각 시험 유역의 특성에 따른 강우-유출 관계 조사, 물수지 기법 연구, 지하수 및 지표수 관계 규명을 할 수 있겠다. 수질 및 생태계 조사에는 수량 및 수질 측정 및 관리, 수질관련 화학 Test, 장기 생태계 연구 및 모니터링 등을 들 수 있겠고, 수자원 기초 조사 분야

는 농업용수, 생활용수, 공업용수의 순물 소모량 및 회귀량 측정 등을 꼽을 수 있겠다. 또한 댐 예정지에 시험유역을 지정했을 경우 댐 건설 전후의 수리 수문학적, 환경생태학적 제인자의 변화를 알아 볼 수 있는 소중한 자료를 취득할 수 있겠다. 이외에도 기상, 지질, 식물 등 여러 분야의 조사 사업을 수행할 수 있으리라 생각된다. 물론 시험 소유역은 위에서 열거한 여러 인자들을 고려하여 가능한 유역의 대표성을 갖는 것이 아주 중요하다 하겠다. 따라서 시험 소유역에서 분석된 여러 결과를 가지고 전 유역에 특성 분석에도 무리 없이 사용할 수 있어야겠다.

무엇보다도 중요한 것은 시험유역 운영의 성패는 이 시험유역들을 관찰할 수 있는 운영기관과 그 기관 내에 독립 부서가 존재하느냐에 달려 있다. 시험유역 운영에서 가장 중요한 것은 지속적인 관리와 재정적인 뒷받침이 중요하기 때문이다. 따라서 시험유역을 담당하는 독립 부서하에 산학협동으로 보다 많은 시험유역의 연구가 필요하다 하겠다.

시험유역은 정도 높고 가치 있는 수자원 정보를 생산하고 유통시키는데 최선의 방법이라 생각한다. 현재도 전국에서 일관성 없이 각기 다른 방법으로 취득되고 정리되는 수자원 정보를 생각할 때, 외국에서 들여온 응용프로그램을 신뢰할 수 없는 자료를 이용하여 검정받고 실무에서 사용되고 있는 사실을 생각할 때, 또한 차후 모든 정보 유통의 세계화와 표준화를 생각할 때, 하루 빨리 전국에 시험 유역을 설치하고 기존 시험 유역도 활성화 시켜야 하겠다. ●

표 1. 외국의 시험유역 사례와 그 역할

	Japan	England	America	Switzerland	Canada	Australia	Africa (FRIEND Project)
유역	쓰쿠미 유역	Plunton 유역	Brue 유역	Walnut 유역	Coldlakes 유역	Herbert River 유역	Flow Regims from International and Network Data
운영 기관	일본 쓰쿠미 시험유역 토목연구소 수문연구소	IH (Institute of Hydrology)	National Environment Research Council	미농부성 (U.S.D.A)	CNFER (The centre for northern Forest Ecosystem)	HRC (Herbert Resource Information Center)	IWR (Institute for Water Research)
위치	樺太 수계의 최상류부	중부 웨일즈 지방의 캄브리지 산맥에 위치	남서부 잉글랜드의 서머셋 지방	South west 아리조나	Atikokan 북서쪽 70km 떨어진 곳	Herberton town 북동쪽 8km 떨어진 곳에 위치	
유역 면적	31.2km ²	Severn강 8.7km ² , Wye강 10.5km ²	132km ²	150km ²	3.18km ²	약 10000km ²	
유로 연장	총 유로 연장 14.8km	13.88km				약 340km	
유역특성	• 전형적인 삼림지역 • 최고 E.L. 620m • 유역출구 E.L. 142m • 연 평균 강수량 1450mm	• 광대한 전나무 인 목초 조림지 • 식생은 제외한 두 유역이 비웃하여 수문기상 지표를 20년 이상 수점 분석하여 인문학 등 일 기상조선의 유역에서 학생의 차이에 따른 수문학적 반응을 조사	• 8개의 subwatershed를 가지고 있다. • 각 개의 수역 유역의 크기는 0.01 ~ 0.04km ² 의 크기를 가진다.	여러개의 수역으로 나누어져 있다.	• 주로 삼림지역으로 이루어짐 • 수종의 생태와 육성의 생태를 동시 연구하여 정보들을 지도화하고 있다.	• 여름철 온난 습윤 • 겨울 약간 건조 • 11월에 이듬해 5월까지 Cyclon의 영향으로 강우량이 많음 • 연 평균 강우량 1370km(지역차 큼) • 표고차 1070m	
관측기간	1969-	1955-	1993-	1950년대 초-	1990-	1994-1997(제1차)	
고도차이	약 500m	평균 200~300m	12~18%				
유역 평균 경사						6.8%	
관측항목	평형, 풍속, 일사량, 기온, 지열, 증발량, 토양 수분 등 기상자료	강우량, 유량, 토양 수분, 침 투수, 동물군, 식생 등	강우, 유출, 지형정보	강우, 유출, 지형정보, 하천망, DEM, 유역 분할, 수문기상	기상, 수문자료, 유출, 토양 온도, 유출, 지하수, 기상	강우량, 토양 지형, 토지이용, 식생, 동물군	유량
관측 방법 및 관측기기	기법명은 40개의 우량 기록계, 9개의 하천 수위관측소, 4개의 사들	기상 레이다, 조밀화, 우량계 네트워크, 자동 기록기, 상 관측 소	8개 의 subwatersheds는 각각 하나 의 Flume과 rain-	1954년 precipitation gage가 설립되어, 현재 100	• 기상 • 기상 관측소 설치 • 수문자료	Landsat TM을 이용하여 유량을 측정	• 남아프리카, 전역에 290여 개의 관측소를 설치하여 유량을 매일 측정하여 정

	Japan	England	America		Switzerland	Canada	Australia	Africa (FRIEND Project)
관측 방법 및 관측기기	· 시지 수하선의 홍수 유출특성, 유출률, 유출체수 조사 · 지표 유출과 지표하 유출률의 유출경로 외, 지표하 유출의 경우 지표하에서의 체류시간 등의 조사	· 기성관측소로 구성되고 Taperoidal flume, Crump weir, Steep stream flume 등의 위아를 설치하여 유량을 관측	· gage를 가지고 있다.	· 여러개의 소유역으로 나누어졌으며 현재 25개의 Flume과 weirs가 있음. · 각 소유역마다 rain gauge와 flume가 설치되어 있다.	· 강기슭 : 47개소 · 습지대 : 2개소 · Tensionmeter · solimosture측정 · TDR Probes · moisture point측정 · Datalogger · data인식기틀	· 호수의 유입부나 유출부에 V-notch위아를 이용하여 유량 측정 유사 · 근해는 granite 비늘 이용, 연해는 방침관을 이용 해 관측	· Australia 연안 지역은 미래에 걸쳐 환경, 인문 등의 여러 문제를 야기시킬 지왕의 이용에 초점을 두고 있다. Herbert River 유역은 전형적인 연안 지역으로 전 연자왕의 운송을 위한 도로 저운을 위해 운영됨	· 모를 재공해 D/B를 구축
관측 목적	· 산림과 황무지 지역의 수량산출에 관한 논쟁을 해결하기 위해 물수지 조사 · 목적이었지만, 현재는 지리학적인 자료와 기상과 유량을 비롯해서 유사량, 수질, 수문자료의 광범위한 수질과 조지 및 산림지역의 특성 이 수문학적인 거동에 미치는 영향을 연구	· 기상 레이더의 강도에 의해 강우 유출 면적에 대한 보다 나은 이해와 이런 변화가 그 유역 규모에서 어떻게 나타나는지 연구	· 강우에 대한 산림 파복과 하천흐름의 상관관계를 도출하기 위해 운영됨.	· 하류의 물관리를 위해 운영됨	· 표본수와 지하수와의 상관관계를 조사하여 홍수발생률 연구	· 산림관리와 호수 상태에 관하여 연구	· Australia 연안 지역은 미래에 걸쳐 환경, 인문 등의 여러 문제를 야기시킬 지왕의 이용에 초점을 두고 있다. Herbert River 유역은 전형적인 연안 지역으로 전 연자왕의 운송을 위한 도로 저운을 위해 운영됨	· 남아프리카 지역에서 다양한 수자원 평가 목적을 위한 저질한 환경론적인 유역 모델의 적용에 관한 진행 및 정책 을 개발하는 연구
기 타	· 유량 관측소 산과와相次々 観測소가 있으며 각각 폭간면 사식량과 적각 검각형 위아의 질투수출률 수 연 62월 수위계(간간 3개월)와 1개월용을 이용하여 수위를 측정 하고 위아 공식용 이용 하여 유량으로 변환 한다.	· Project - 수문학적 이용을 위한 레이더(우량계 네트워크 설계) - 공간-시간적인 강우치역 : 도넛과 동계적인 영상 - 실시간 유량 예보에 관한 추적형적 공간-시간의 강우예보시스템 개발 - 대기성 강수와 조합된 레이더 자료에 관한 방법 - 강우의 개선된 산정에 관한 영구 레이더 기술의 검증 - 수직 포인팅 레이더를 이용한 레이더 수문기상학	· Cornell university, Dartmouth college, Syracuse University, Yale University, USGS 의 연계운영	· GIS data가 아리조나 대학의 Advanced Resource Technology lab과 공조하여 제작되고 있음.	· GIS data가 아리조나 대학의 Advanced Resource Technology lab과 공조하여 제작되고 있음.	· Christmas Flood 1997년 12월 21일에 발생한 홍수 사건으로 1.5일 만에 100mm가 넘는 양의 이 때 지배적인 흐름 성분은 상위 지하수 하수의 흐름이었으나, 지점이 부분적으로 포화된 후에는 하류 포인팅 레이더를 이용하여 흐름이 증가했다.	· 수집된 자료들은 북미의 다른 지역에서 얻어진 홍수 연구에 대해 비교되고 있음.	· 남아프리카의 FRIEND Project는 지속적인 수문과 수자왕의 발전을 위한 제3차 UNESCO 국제 수문학 포럼 그룹의 일부으로 수행되고 있다.