

영산강 河口둑 洪水管理시스템

Development of Flood Management System for the Estuary Dam of Young-san River

金 顯 榮* 朴 承 禹** 朴 昌 彦***
Kim, Hyun-young Park, Seung-woo Park, Chang-eon

Abstract

In order to control the flood effectively, Ministry of Construction has implemented the tele - metering(TM) facilities on the Young-san River Basin which has the area of 3,471km². Rural Development Corporation which is responsible for the estuary dam operation has also developed the flood management system utilizing the TM data.

In order to develop the appropriate flood forecasting and the dam operation model, first, the characteristics of Young-san basin and river were analyzed respectively. Secondly, on the basis of the results, the basic plan for the flood control was established considering the non-structural aspects and the combination of flood control facilities such as the sluice gates of the estuary dam. The basin and river characteristics are emphasizing that the river modelling should be made from Na-ju station, which is nearly located at the middle of the river, to the estuary reaching about 64km and that the flood should be forecasted for the first step at Na-ju station then should be routed on the rest reach of the downstream.

The hydrological model so called TANK model has calibrated and verified by the observed data for flood estimation at Na-ju station.

The another model which is necessary for flood routing was selected by unsteady flow model because the stream reach from the Na-ju station to the estuary has been influenced by tidal motion and the flood proceeding should be checked during all flooding duration. It was concluded that the above two models could be effectively used for the flood management on the results of the parameter calibrations and verifications.

*농어촌진흥공사 조사설계처

**서울대학교 농업생명과학대학

*** (재) 생산공학연구소

키워드 : 홍수 관리, 원격제어, 홍수유출모형, 홍수추적모형, 모형의 선정, 자료수집 Network, 실시간예측

I. 서 론

榮山江 河口둑의 홍수를 관리하는 시설에는 所謂 TC / TM (遠隔測定 및 制御)에 의한 자동관리시설이 도입되기 전에는 排水閘門과 水文觀測所가 고작이었다. 그러니까 홍수관리시설 그 자체만 있었고 이를 효과적으로 운영할 수 있는 소프트웨어는 없었다. 더우기 이러한 배수갑문은 유역의 水文 관측소와는 아무런 관련이 없이 조작되어 왔다. 여기에는 관측된 水文情報를 자동으로 送受信하여 이를 분석할 수 있는 체계가 갖추어져 있지 못했기 때문이다.

<Table. 1>은 榮山江 河口둑의 홍수관리와 관련하여 여러시설 諸元을 보여주고 있다. <Table. 1>에서 보는 바와 같이 유역면적 3,471km²로부터 발생한 洪水量중 최대 5,600m³/sec를 바다로 排除하기 위해 문비 하나의 폭이 30m인 排水門을 8개 설치하였다(총 240m). 이 배수문은 하구둑 내외의 설치된 水位計의 도움을 받아 조작실에서 통합하여 조작할 수 있도록 되어 있다. 그러나 이 정도의 시설로는 上流 流域의 水文 및 氣象상황을 實時間으로 파악할 수 없기 때문에 豫備放流 방식에 의한 홍수조절은 불가능하다.

<Table. 1> Flood control Facilities and their status of Young-san estuary dam

Catchment Area	Flood Discharge	Flood Water Level	Width of Gates	Number of Gate	Full Water Level	Remarks
3,471 km ²	5,600 m ³ / sec	(+) 1.40m	30m/ ea Total 240m	8	(-) 1.35m	100yr Frequency Flood

榮山江 河口둑의 홍수관리 시설물로서는 배수갑문 외에 유역의 강우와 하천의 수위를 측정하는 水文觀測所가 있다. <Table. 2>는 榮山江유역에 설치되어 있는 水文관측소의 현황을 보여주고 있다. 同表에서 보는 바와 같이 강우관측소가 9개소, 수위 관측소가 9개소 및 수위와 강우를 동시에 관측하는 곳 5개소 등 합계 24개소가 설치되어 있다. 이들 관

측소는 모두 建設部에서 1992년에 遠隔制御에 의한 自動測定 및 送信시설을 완공한 관측소들이다. 그러나 이전까지는 이들 장치들이 설치되지 않아 단순히 관측에만 치우쳤으며 배수갑문의 조작에는 거의 활용되지 못하고 있었다.

바람직한 시스템은 이러한 관측소와 배수갑문 조작실이 水文 및 氣象資料를 送受信할 수 있도록 通信施設이 설치되어 있어야 한다. 이제 建設부에서 유역의 자동측정시설을 설치하는 계체에 하구둑에서도 이에 맞는 관리시스템을 구축하게 된 것이다.

본문에서는 榮山江河口둑의 효율적인 홍수관리를 위한 시스템의 설계배경과 시설현황을 소개하고 實時間 水文資料를 받아 홍수를 예측할 수 있는 水文模型에 대해 논의 하고자 한다.

<Table. 2> Hydrological stations of Young-san river basin

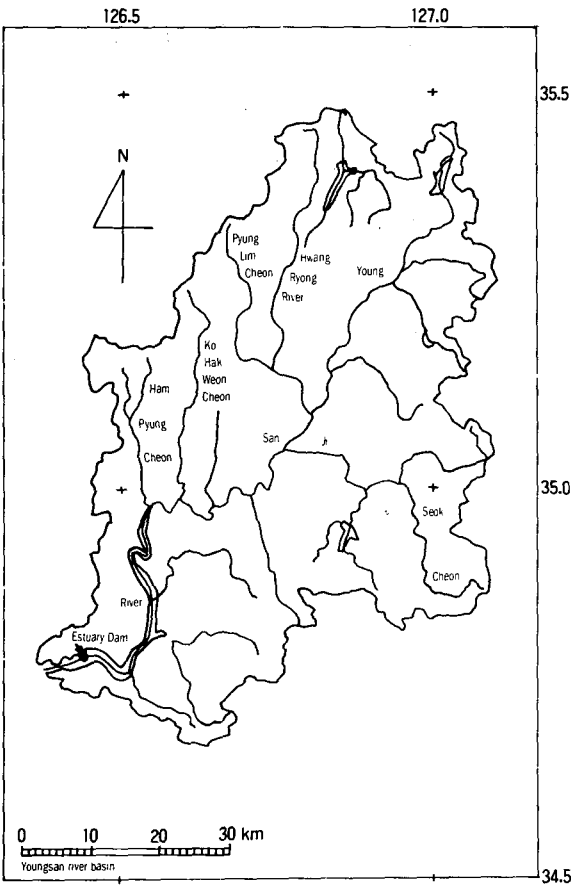
Stations	Observed Item			Remarks
	Stage/ Rain Fall	Stage	Rainfall	
Buk-i			0	
Jang-Seong Dam	0			
Dam-Yang Dam	0			
Sam-Seo			0	
Kwang-Ju Dam	0			
Kwang-Ju			0	
Mu-Deung-san			0	
Ham-Pyung		0		
Ham-Pyung			0	
Dong-Kok			0	
Hak-Kyo		0		
Bon-Dong		0		
Sa-Po		0		
Nam-Pyung		0		
Na-Ju		0		
Na-Ju Dam	0			
Young-SanPo		0		
Myung-San		0		
Bong-Hwang			0	
Do-Po			0	
Mok-Po			0	
Estuary Dam	0			
Estuary Dam		0		

II. 流域 및 河川 特性分析

1. 河川現況

榮山江의 河川網은 <Fig. 1>에서 보는 바와 같다. 榮山江은 蘆嶺山脈의 용추봉에서 발원하여 담

양담과 담양을 지나 羅州前에서 榮山江의 제1 및 제2 支流인 황룡강과 지석천과 각각 합류한다. 따라서 羅州支點은 水文學的으로 매우 중요한 위치를 점하고 있음을 알 수 있다. 왜냐하면 제1, 2지류가 羅州지점 못미처서 合流한다는 사실은 유역면적의 대부분이 羅州前에 위치함을 뜻하기 때문이다. 羅州를 중심으로 하천길이와 유역면적을 비교해 봄으로서 더욱 확실해진다.



(Fig. 1) River network of Young-san river basin

<Table. 3>은 榮山江 유역의 특성을 주요 地點別로 보여주고 있다. 羅州地點을 중심으로 유역면적은 전체 3,470km²중 58%인 2,063km²가 羅州 이상에 위치하고 1,407km²가 羅州에서 하구둑사이 에 위치한다. 이로부터 榮山江유역은 羅州를 중심으로 거의 양분되어 있으며 하구둑의 홍수는 羅州를 지나온 홍수와 그 이하의 각 小支流의 영향을 받아 형성될 것으로 보인다.

<Table. 3> Basin characteristics with some stations on Young-san river

Basin Characteristics	Na-Ju	Sa-Po	Estuary Dam	Remarks
Catchment Area	2,048	2,566	3,429	
Stream Length	66	92	130	
Shape Factor	0.467	0.305	0.204	
Mean Altitude	133.8	122.8	104.6	
Basin Slope				
≥ 80%	2.0	1.8	1.7	
≥ 40%	22.7	20.7	18.6	
≥ 20%	46.5	43.1	39.4	
≥ 10%	62.7	60.0	56.0	
< 10%	100.0	100.0	100.0	

※ Data Source : Comprehensive River Network Improvement of Young-san Basin(Mimistry of Construction, 1989. 12)

2. 流域特性

유역의 특성을 나타내는 지표로는 流域의 크기, 流路延長, 流域의 形狀係數등이 이용되고 있다. <Table. 3>에서와 같이 하구둑까지 流路延長이 총 130km중 羅州까지가 66km를 차지하므로써 약 50%를 차지하는데 비해 유역면적은 58%가 되어 홍수발생에 기여하는 면적은 큰데 이를 輸送하는 流路는 짧아 홍수관리에는 불리함을 알 수 있다.

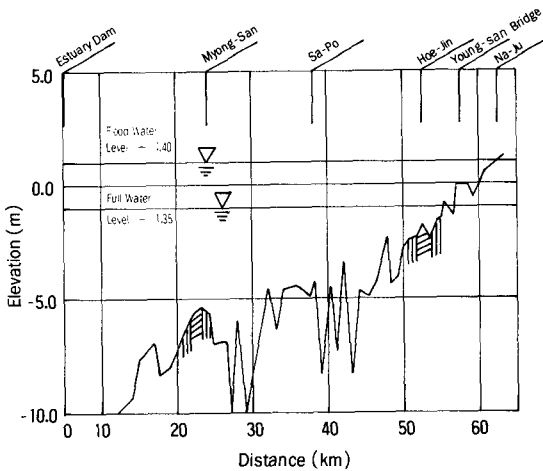
流域特性因子中 尖頭洪水量과 가장 밀접한 관계를 가지는 인자는 流域의 形狀係數이다. 形狀係數가 클수록(유역이 등글수록) 尖頭洪水量은 形狀係數가 작은유역(길죽한 유역)에 비해 큰 것이 일반적이다. 이러한 관점에서 羅州地點은 다른 지점에 비해 침투홍수가 큼을 알 수 있으며 홍수발생이 급격히 이루어지는 특성을 가지고 있다. 즉 形狀係數가 羅州地點에서 0.467인데 비해 河口둑地點에서는 0.204로 작아지기 때문이다.

流域의 傾斜도 羅州地點이상에서 급한 山地가 분포됨을 <Table. 3>에서 볼 수 있다. 따라서 洪水流出도 다른 지점보다 신속히 이루어지며 地表下 손실도 상당히 감소될 가능성이 있다. 따라서 이러한 유역특성상 과거 홍수발생으로 인한 재해도 이와 관련이 있을 것으로 판단된다. 또한 羅州地點의 홍수상황이 하구둑의 홍수관리에 있어 매우 중요한 지점임을 다시 한번 강조된다.

3. 河川水理特性

洪水時 榮山江의 水位는 潮汐의 영향을 받아 背水(back water)현상을 일으킨다. <Fig. 2>에서 보는 바와 같이 영산호의 관리수위 (-)1.35m는 회진수위표 지점까지 미치며 홍수시 수위가 상승함에 따라 上流로 그 영향범위가 확대되어 갈 수 있음을 알 수 있다. 100년 빈도 洪水位가 (+)1.40m이므로 이때를 기준하면 羅州地點 직전까지도 背水의 영향을 받을 수 있다.

하천흐름을 평면적인 위치에서 보았을 때 羅州以下の 河川形態는 蛇行(Meandering) 하고 있음을 볼 수 있다. 특히 羅州군 다시면 죽산리의 경우 直江 工事가 되었으나 함평군 학교면 율호리와 무안군 몽탄면 이산리등은 심한 蛇行(Meandering)으로 인해 흐름의 運動量이 변화하고 국부적인 加速 또는 減速 효과가 나타나게 된다. 또한 流達거리가 길어져 榮山湖 側에서는 尖頭洪水의 감소 효과가 있는 반면 상류측에서는 洪水增加 효과가 있게 된다.



<Fig. 2> Stream profile of Young- san river

河川斷面형태는 河幅이 약 390m~2,300m 사이에서 변하고 있다. 羅州地點의 河幅은 약 600m이며 약 10km 하류 회진 수위표지점은 약 390m로 좁아진후 점점 擴幅되다가 사포 수위표지점 하류 약 6km 지점에서는 다시 390m로 좁아진다. 이후 계속 擴幅되어 하구둑까지 2,300m로 넓어진다.

이러한 불규칙한 하천단면 변화는 이 부분의 흐름을 不定流 상태로 만들고 특히 河道의 貯溜와 減衰가 반복되는 현상이 나타난다.

홍수시 榮山湖의 홍수를 外海로 방류할때는 潮汐의 영향을 받는다. 하구둑에 의해 조석이 차단된 것이 아니라 홍수시는 조석현상이 湖內에서도 그대로 나타나고 있으며 다만 그 영향력이 감소되어 나타날 뿐이다. 이러한 조석의 영향은 회진 수위표지점의 峽窄部에 의해 차단되므로 同地點 상류는 그 영향이 미미할 것이다. 따라서 羅州에서 하구둑까지의 수위는 조석에 따른 영산호의 방류량에 크게 영향을 받게 된다. 이와 같은 흐름은 시간의 변화에 따라 수위와 유량이 변하기 때문에 不定流로 특징 지워진다.

羅州에서 하구둑까지의 하천의 흐름은 羅州이하의 지류의 영향도 무시할 수 없다. 이 지류유역의 크기는 榮山江 전체유역의 48%를 차지하는 1,407km²이다. 이들 지류의 홍수가 본류와 합류될때 본류의 흐름특성은 渦流로 되며 支流運動量이 본류에 轉移되고 이는 本流水位 변화의 요인이 되고 있다. 따라서 同區間에 있어 합류 점에서의 水理현상을 파악하는 것이 하구둑 홍수처리에 중요한 위치를 차지하고 있다.

Ⅲ. 洪水處理 基本計劃

1. 水文資料 蒐集 Network

建設部에서는 榮山江 전체의 홍수를 통제하기 위해서 <Fig. 3>과 같은 TM시설을 1993년에 완공하였다. 유역내 수위 및 강우관측소로부터 자동측정된 자료는 VHF방식에 의해 무등산 중계소로 보내지고 여기서 다시 羅州의 홍수통제소로 UHF방식으로 전송된다. 水文資料는 1시간 간격으로 電送된다. 羅州의 洪水統制所에서는 성능좋은 컴퓨터와 홍수를 예측하고 관리하는 각종 소프트웨어에 의해 전송된 水文資料를 분석하고 이를 응용한다.

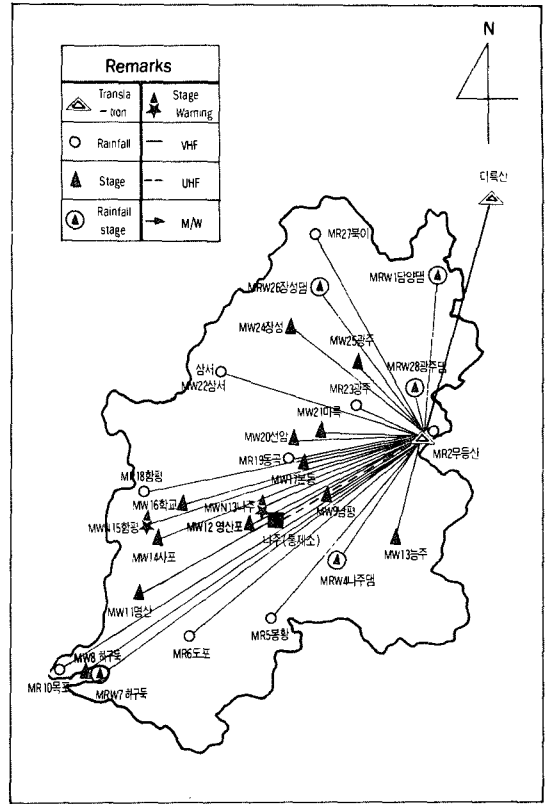
이와 비슷한 시스템이 하구둑을 중심으로 구축되어 있으며 시스템 계통도는 <Fig. 4>와 같다. 단지 하구둑에서는 유역의 홍수를 통제하는 것이 아니라 하구둑의 댐 관리자로서 안전하게 홍수를 외해로

배제하는 것이 주 임무이다. 따라서 하구둑 관리소에서는 羅州 홍수통제소로부터 流域의 水文狀況을 KT(韓國通信)專用回線を 통해 전송받아 하구둑 특유의 소프트웨어에 의해 분석하고 홍수를 관리한다. 하구둑에서 별도로 관리하는 水文관측의 종류는 河口둑의 内外水位와 降雨 및 水質種目이 있다. 이런 자료는 다시 羅州의 홍수통제소로 보내진다.

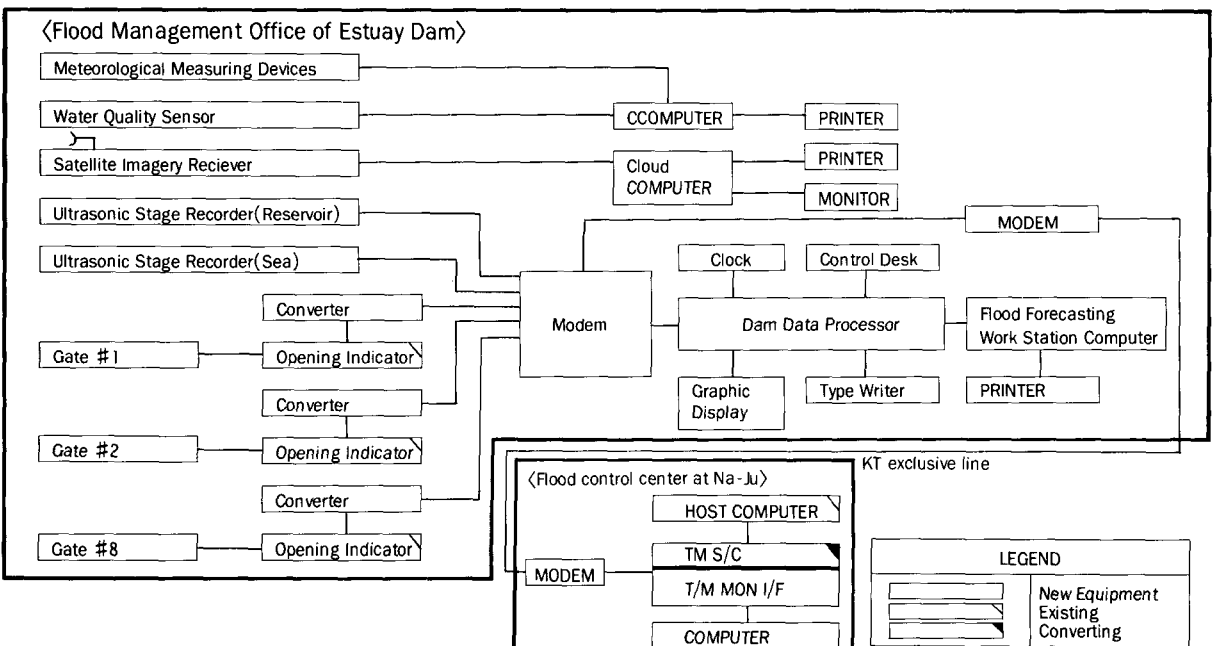
2. 洪水處理흐름

榮山湖의 홍수처리는 流入된 洪水를 넓은 湖에 잠시 貯溜시켰다가 干潮時 外해로 방류하는 것이다. 따라서 홍수위 상승의 억제는 얼마만큼 榮山湖를 事前에 비워 둘 수 있느냐에 달려 있으며 이는 전적으로 羅州地點에서 또는 下流 支流合流點에서의 流入量 推定의 신뢰성에 좌우된다고 할 수 있다.

다음 <Fig. 5>는 榮山江에 홍수가 발생하였을 경우 주어진 시간 간격마다 홍수처리 순서를 나타낸 것이다. <Fig. 5>에서 보는 바와 같이 홍수처리는 羅州地點에서 洪水量 Hydrograph를 추정하는 것부터 시작된다. 이 洪水量 Hydrograph는 水位 Hydrograph로 변환되고 이것을 上流端의 境界條件으로 하여 주요지점별 수위와 유량이 不定流 방



<Fig. 3> Hydrological Data Transmission Network of Young-san Basin



<Fig. 4> Flood forecasting and warning system of Young-san estuary dam

정식에 의해 계산된다. 이 추정된 수위는 다시 實測水位에 의해 補正 또는 檢定되어 다음시간의 수위를 예측하게 된다. 예측된 수위 /유량에 따라 榮山湖에서는 潮位 條件下에서 방류를 실시하거나 洪水 警報를 發하게 된다.

3. 洪水處理 必要施設

전체적인 홍수처리에 필요한 사항은 施設物的인 것(structural scheme)과 非施設物的인 것(non-structural scheme)으로 구분된다.

중요한 施設物的인 필요시설은 다음과 같다.

自動測定 및 電送裝置

- 降雨 TM 局
- 水位 TM 局

- 中央統制所의 Computer system

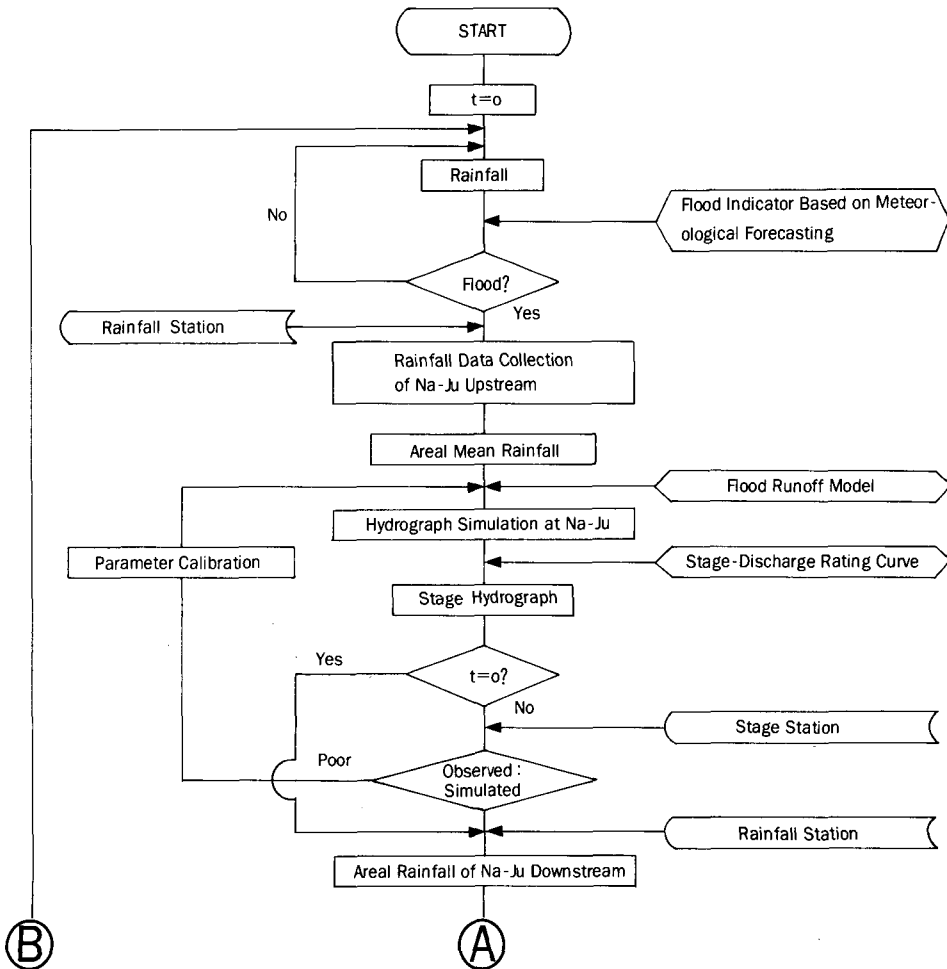
非施設物的인 것으로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

水文模型

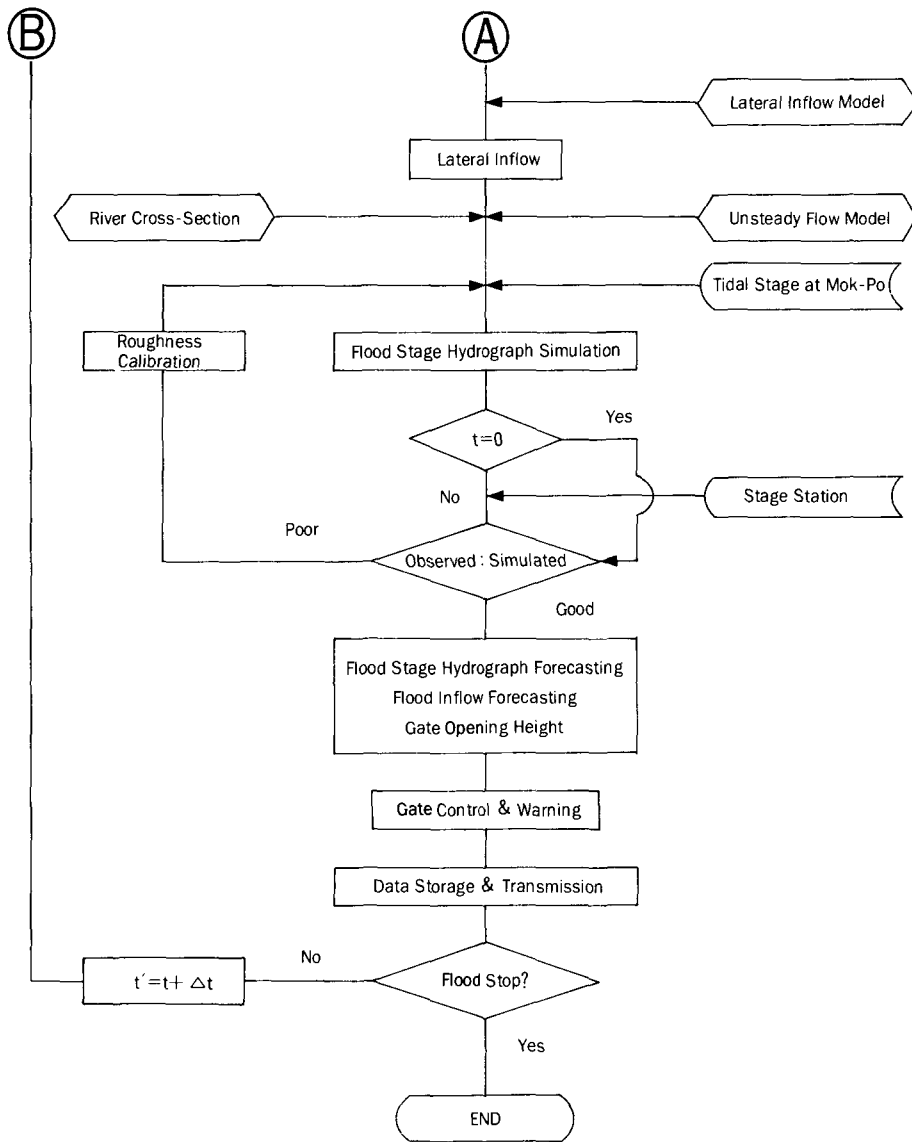
- 羅州地點의 洪水推定 模型
- 羅州以下의 橫流入量推定 模型
- 不定流計算 模型
- 木浦港 潮位豫測 模型

其他水文 및 地形情報

- 主要지점별 河川橫斷資料
- 羅州地點의 水位 - 流量曲線
- 各 雨量觀測所의 支配面積
- 수위 관측소의 指定洪水位



<Fig. 5> Flow chart of flood management for Young-san estuary dam



<Fig. 5> Continued

IV. 降雨－流出 水文模型

1. 羅州地點 洪水豫測 模型의 選定

榮山江流域에 내린 강우자료를 實時間으로 전송 받아 羅州地點에서 홍수를 예측하는 데는 降雨－流出 水文模型이 필요하다. 이러한 水文模型은 同

유역에 적합한 模型으로 개발해야하지만 여기에는 많은 시간과 노력이 소요되므로 기존의 개발된 模型중에서 선정후 이의 媒介變數를 補正하고 檢定하여 이용하는 방식을 취하기로 하였다.

榮山江流域의 적합한 水文模型을 선정하기 위하여 다음 사항을 고찰하였다.

가. 模型의 正確性

강우량을 입력하여 羅州地點의 홍수량을 정확하게 예측하기 위해 수문모형이 가지고 있는 媒介變數가 精確한 實測降雨 및 流量자료에 의해 補正되고 檢定되어야 한다. 다행히 羅州地點에는 多年間의 實測降雨과 流量자료가 유효하므로 模型의 보정과 檢定은 비교적 무난할 것이다.

模型의 精確性만을 따진다면 分布型模型(Distributed model)이 복잡한 구조를 가지므로 總括型 模型(Lumped model)보다는 우수하다. 그러나 이 실측 자료들은 羅州地點을 중심으로 總括型模型의 補正과 檢定에 알맞은 것이며 分布型模型을 위해서는 또다른 媒介變數의 값에 따라 이 값에 대한 降雨-流出 資料期間과 동일한 기간의 실측치가 요구된다(다른 매개변수의 값은 없음). 따라서 模型의 精確性을 추구하기 위해 模型의 보정과 檢定の 측면에서는 總括型 模型이 이 구역에서는 오히려 유리하다.

같은 總括型 모형이라도 媒介變數의 補正與否에 따라 精確性에서 차이가 많다. 국내에서 사용된적이 있는 總括型모형으로서의 貯溜函數法과 탱크모형이 있다. 貯溜函數法은 구역의 地相因子만을 매개변수로하기 때문에 모형의 보정은 불필요하며 탱크모형은 실측강우와 유량자료에 의해 보정되어야 한다.

나. 模型의 實用性

模型의 실용성은 입력자료의 數, 模型構造의 單純性, 사용의 편리성, 媒介變數 補正與否 등에 따라 달라진다. 일반적으로 모형이 복잡하면(分布型 模型) 입력자료의 수가 많고 또한 계산에 소요되는 시간이 길어지며 이를 실제 특수한 경우의 현장에 사용할때는 약간의 수정을 가하게 되며 이럴 경우 적용상 불편한 경우가 많다. 그러나 이미 羅州地點 이상의 구역에 대해 분포형모형을 적용하기에는 불가능하므로 總括型모형을 사용토록 한다. 본 탱크모형에 대해서는 榮山江 II 단계 사업시 실측자료에 의해 보정된바 있다(水文調査 報告書, 1975, 農業振興公社). 한편 貯溜函數法에 대해서는 漢江, 洛東江 등 建設部의 洪水豫警報 시설에 사용된 바 있다.

다. 模型의 目的性

모형의 목적성이란 水文模型의 사용목적에 부합해야함을 의미한다. 따라서 降雨TM施設에 의해 자동측정된 강우량을 입력하여 實時間 羅州地點의 홍수를 예측해야 하므로 모형의 구조가 너무 복잡하여 實時間 예측에 부합되지 않는다면 사용이 곤란하다.

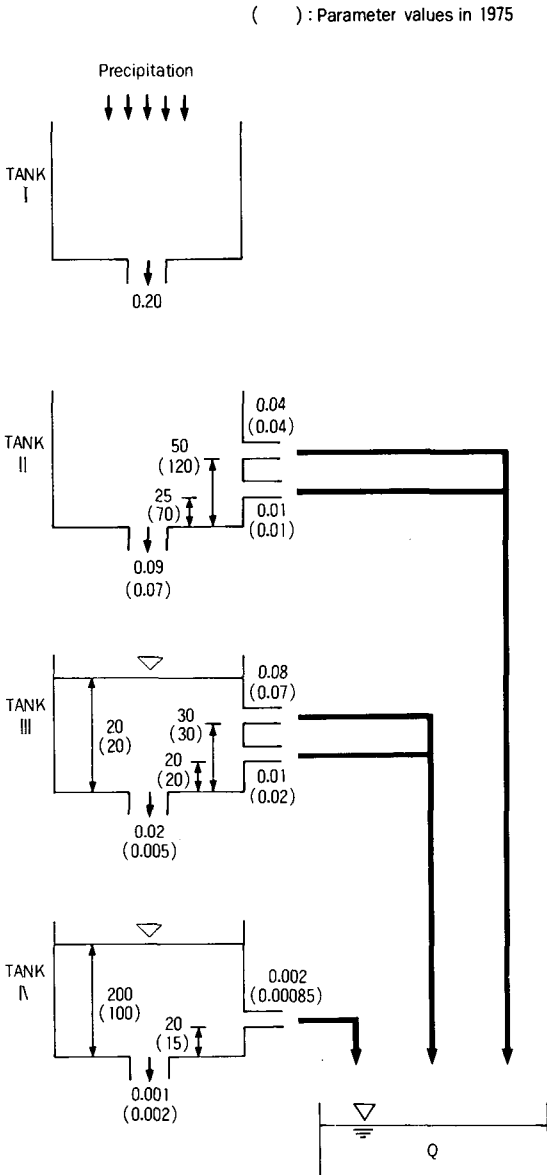
결론적으로 羅州地點의 홍수를 實時間 예측하는데 필요한 水文模型은 總括型 탱크모형이 적합하다. 그 장점으로서는 ① 본 탱크모형은 羅州地點의 실측강우-유출 자료에 의해 이미 보정과 檢定이 가능하여 비교적 精確한 예측이 가능하고 ② 실제 1975년에 이미 보정되어 홍수량 추정에 사용된 바 있어 그 실용성이 높으며 ③ 동 모형을 약간 수정한다면 實時間 예측이 가능하여 본 사업의 목적과도 부합하기 때문이다. ④ 또한 탱크모형은 입력자료 수가 적고 모형의 구조가 단순하며 계산 소요시간도 매우 짧은 것이 장점이다.

2. 模型의 補正 및 檢定

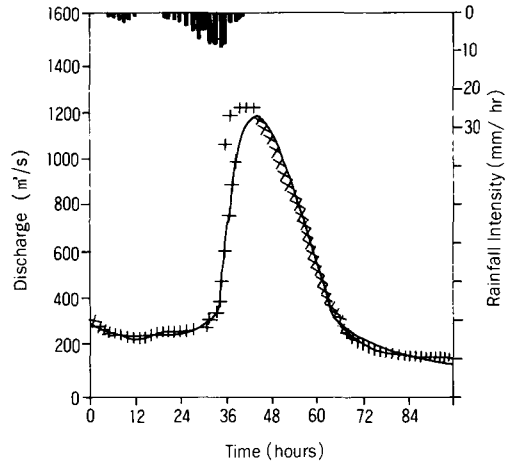
羅州地點에서 홍수량을 추정하는데 사용하는 탱크모형의 구조는 <Fig. 6>과 같다. 이 모형은 4단 탱크로 구성되어 있으며 각 탱크는 구역의 土層을 形象化한 것이다. 즉 첫째 탱크는 구역의 遲滯時間을, 둘째 탱크는 地表流出을, 셋째, 및 넷째 탱크는 中間流出 및 地下流出을 각각 나타내고 있다. 특히 홍수유출과 관련이 있는 탱크는 둘째 탱크의 첫째 流出孔으로서 이의 높이와 流出孔의 크기에 따라 홍수량이 민감하게 변하고 있다.

탱크모형의 보정은 이 流出孔의 높이와 크기 및 滲透孔의 크기를 즉 매개변수를 실측 강우와 유량 자료로부터 試算法에 의해 정하는 것이다. 본 榮山江 홍수관리 시스템구축을 위해서는 15개의 강우-유출량 자료를 이용하였다. 보정방법은 매개변수의 초기값을 주고 계산홍수량과 실측홍수량이 근사한 값이 될때 까지 변화시켜 이때의 값으로 정하는 것이다. 보정결과는 <Fig. 7>과 같으며 매개변수의 값은 <Fig. 6>에서 숫자로 표시한 바와 같다. 특히 괄호내의 숫자는 1975년 보정된 값으로서 양자간에 유사한 값의 변화추세를 보여주고 있다.

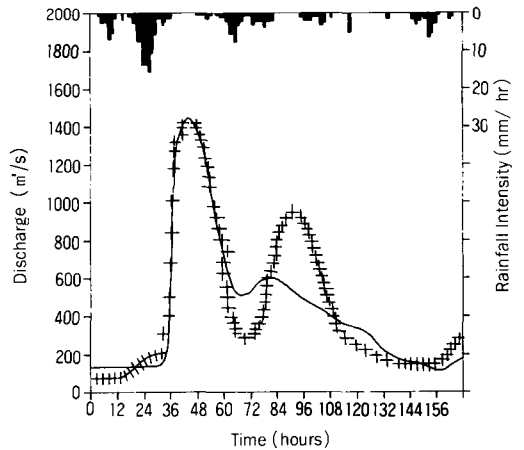
모형의 검증은 보정시 사용한 자료와 상이한 기간의 실측자료를 사용하여 보정시 확정된 매개변수가 다른 자료에서도 동일한 반응을 보이는가를 검증하는 것이다. <Fig. 8>은 이 檢定結果를 보여주고 있다. 대체적으로 보정시와 유사한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있다.



<Fig. 6> Schematic diagram of TANK model



Na-Ju Basin : 1985. 6. 26~6. 29



Na-Ju Basin : 1987. 7. 4~7. 10

<Fig. 7> Calibration of TANK model parameters

V. 洪水追迹模型

1. 模型의 選定

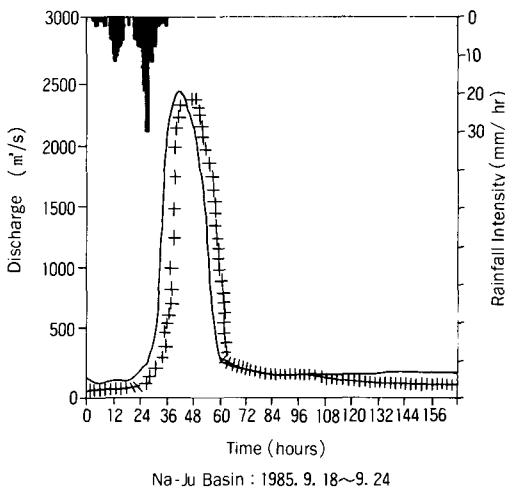
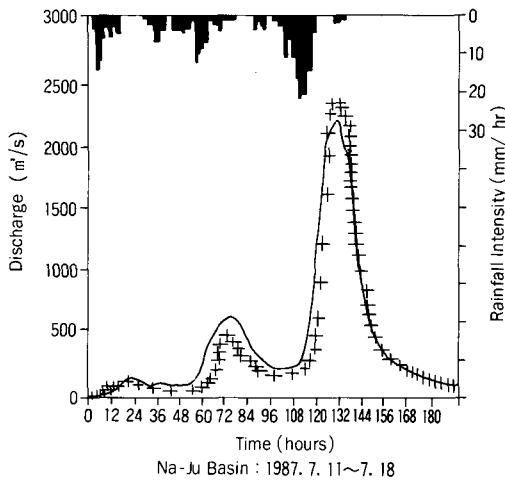
하천에서 홍수의 변화양상을 추적하는 데는 水文學的인 방법과 水理學的인 방법이 있다. 水文學的인 방법은 홍수량의 시간적인 변화만을 추적하는 連續方程式을 사용하는데 비해 水理學的인 방법은 홍수의 시간적인 변화뿐만 아니라 홍수의 運動量의 변화까지도 고려할 수 있는 運動量方程式을 사용하느냐 간단히 加速度項과 같은 非線形項을 생략하여 사용하느냐에 따라 다시 구분된다.

羅州地點에서 하구둑까지 홍수를 추적하는 데는 다음과 같은 여러 특성을 고려해야 한다. 즉

① 모형의 사용목적상 하천의 일정구간에 홍수가 유하할때 필요한 시간에, 필요한 지점에서 홍수위와 홍수량을 구할수 있어야 한다.

② 본 구간의 하천은 앞에서 분석한 하천의 水理特性과 같이 羅州以下의 유역으로부터 유입되는 홍수를 무시할 수 없고, 羅州에서 하구둑까지 하천이 蛇行하며 河川斷面이 매우 불규칙하게 변하는 것 등의 특성을 나타내는 곳이다.

이러한 곳의 홍수를 추적하기 위해서는 흐름의 連續方程式만을 사용하는 水文學的인 방법보다는 不定流 흐름을 해석할 수 있는 完全運動量方程式을 함께 사용하는 水理學的인 방법에 의해야 한다. 不定流 模型중에서도 橫流入量을 고려하고 분할류점의 수위를 분석할 수 있으며 계산시간과 거리의 제한을 받지 않는 陰形式(Implicit Difference Approximation)의 差分法을 사용하는 不定流模型이 바람직하다. 이러한 不定流模型에는 美國의 氣象廳에서 개발한 DWOPER(Dynamic Wave Operation Model)모형이 대표적이다.



<Fig. 8> Verification of TANK model parameters

2. 模型의 補正과 檢定

DWOPER 不定流模型의 보정은 다음의 支配方程式 中 運動量方程式에서 마찰항인 Sf가 가지고 있는 粗度係數를 실제 하천구간과 유량규모별로 맞추는 것이다.

$$\text{연속방정식} : \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0$$

$$\text{운동량방정식} : \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial y}{\partial x} + S_f + S_e \right) - qV_x = 0$$

여기서, A=단면적, Q=유량, g=중력가속, y=수심, S_f=마찰경사, S_e=하상경사, V_x=홍유입의 유속, t=시간, x=거리이다.

하천의 粗度係數는 비교적 많은 인자에 의해 결정되므로 단순히 人工水路와 같이 결정할 수 없다. 따라서 여기에는 실제 발생하였던 上·下流端에서의 경계조건과 하천지형자료를 사용하여 홍수를 模擬發生하고 그 결과를 실측된 홍수기록에 근접할때까지 粗度係數를 試算하여야 한다.

陰形式의 差分法에 의한 不定流模型을 사용하여 홍수를 재현하는데 필요한 입력자료는 다음과 같다.

가. 外部入力 資料

외부에서 입력되는 자료는 수위와 강우자료이다. 수위는 羅州관측소를 비롯하여 그 이하 즉, 영산포, 회진, 사포, 하구둑이고 강우는 羅州이하의 강우관측소로서 羅州, 함평, 도암, 영암, 봉암, 목포하구둑 등이다. 이들 자료는 추후 TM자료로서 본 모형에 자동으로 입력되게 된다. 羅州와 하구둑의 수위자료는 경계조건으로 이용되고 나머지 자료는 각 구간의 粗度係數 보정에 사용된다. 또한 강우량자료는 羅州이하의 橫流入量 계산에 이용된다.

나. 内部入力 資料

내부입력자료에는 河川地形資料로서 다음과 같은 형태로 준비되며, 그의 입력자료도 아래와 같다.

- ① 測點別 橫斷面 : 천장실측에 의해 水位 對 斷面積, 有效水面幅, 測點間距離 (Δx) 등의 형태로 준비된다.今回は 豫산상의 문제로 直接實測하지 못하고 1988년 建設部 河川整備計劃樹立時 測量한 圖面(縮尺 1:25,000)에서 얻은 것을 이용하였다. 따라서 계산된 수위의 정확성에는 문제가 있으나 이는 추후 정기적으로 하천 단면이 변하면 수정 보완되어 정도를 높이도록 노력하여야 할 것이다.
- ② 粗度係數 : 각 Reach별로 初期值로서 입력하되 유량규모별로 실측수위자료에 의해 보정된다.

③ 橫流入量 : 流域面積, 流程長, 標高差 등 流域의 地相因子로부터 추정하므로서 입력된다.

④ 河川 斷面變化 係數

다. 其他 入力資料

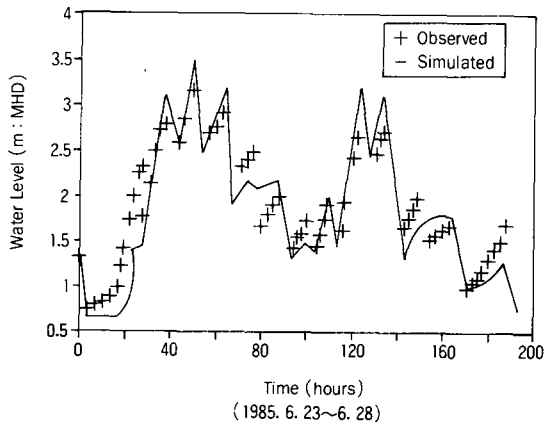
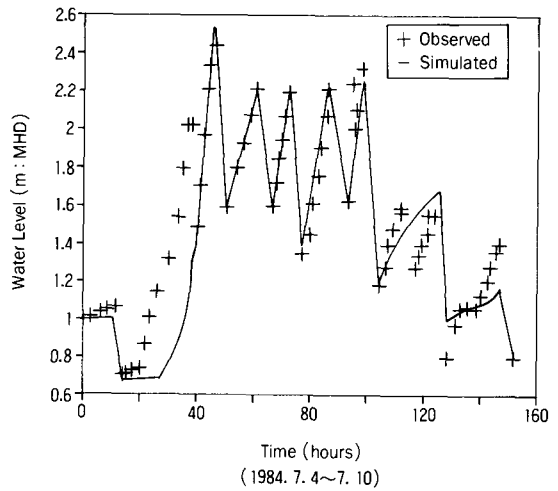
① 面積 降雨計算을 위한 Thiessen係數 (전체 유역과 羅州이하의 2個組)

② 羅州地點의 水位-流量曲線

③ 木浦港의 潮位發生模型 (調和常數)

④ 하구둑의 制閘 (排水門의 幅, 開門個數 등)

이상의 자료에 의해 榮山湖의 水位를 模擬發生하고 그 결과를 실측수위와 비교하면 <Fig. 9>와 같다. <Fig. 9>에 의할 것 같으면 實測值와 模擬發生值가 매우 근접해 있음을 볼 수 있다.



<Fig. 9> Verification of water level on Young-san estuary dam

V. 결 론

榮山江 河口둑의 洪水管理를 효율적으로 수행하기 위해 建設部에서 流域內 설치한 水文資料 수집 TM시설로 부터 전송된 자료를 이용하는 洪水處理 基本計劃을 수립하고 이에따라 河口둑 洪水管理 시스템을 개발한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

① 하구둑의 홍수처리 기본계획은 流域特性上 羅州地點을 중심으로 上·下流를 구분하여 수립되어야 한다.

② 羅州地點에서 하구둑까지의 流達時間이 짧아 流域內 降雨量에 의해 羅州地點에서 홍수량예측이 필요하다.

③ 羅州地點의 홍수량예측 水文模型은 탱크모형이 적합하며 이의 보정과 검증결과도 매우 합당하였다.

④ 하구둑까지의 홍수를 추적할수 있는 不定流模型으로서 DWOPER模型을 기초로 주요지점별 수위를 예측할 수 있도록 개발되었으며 이의 검증결과도 만족스러웠다.

⑤ 향후 정밀한 河川地形資料를 조사하여 활용한다면 매우 정도높은 홍수관리 시스템이 될 것이다.

참고문헌

1. 建設部, 1989. 榮山江水系綜合整備計劃(河川整備基本計劃).
2. 農業振興公社, 1975. 榮山江流域開發 第Ⅱ段階事業 水文調査報告書.
3. 農漁村振興公社, 1992. 榮山江(Ⅱ)地區 洪水豫警報施設工事 施方書.
4. 서울대, 農業開發研究所, 1993. 榮山湖 洪水豫警報시스템 프로그램 使用者 解說書, 農漁村振興公社.

김현영



약 력

1973. 서울대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1982. 강원대학교 대학원 농학석사
 1988. 서울대학교 대학원, 농학박사
 1993. 토목기술사(수자원 개발)
 현재. 농어촌진흥공사 조사설계처 기술지원부장
 KCID 비구조홍수관리 분과위원장
 ICID 비구조홍수관리 분과위원

박승우



1971. 서울대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1975. 서울대학교 대학원 농학석사
 1981. 미국 Illinois대 농공학과 Ph. D
 현재. 서울대학교 농생대 농공학과 부교수
 서울대학교 농생대 전자계산실 실장
 KCID 시스템 분석 분과위원장
 ICID 시스템 분석 분과위원

박창언



1984. 서울대학교 농과대학 농공학과 졸업
 1986. 서울대학교 대학원 농학석사
 1992. 서울대학교 농업개발연구소 특별연구원
 1994. 서울대학교 대학원 농학박사
 현재 (재) 생산공학연구소 선임연구원