

中小流域의 日別 用水需給解析을 위한 河川網模型의 開發 (II)

—模型의 構成—

A Streamflow Network Model for Daily Water Supply and Demands on Small Watershed (II)

—Model Development—

許 遺 萬* · 朴 昌 彦** · 朴 承 禹***
Huh, Yoo Man · Park, Chang Eon · Park, Seung Woo

Summary

This paper describes the background and the development of a hydrologic network flow model. The model was development to simulate daily water demand and supply for selected stream reaches within a watershed, and used as a tool for evaluating, simulating, and planning a water resources system.

The proposed network flow model considers daily runoff from subareas, various water demands, and diversion structures within each subarea. Daily streamflow at a reach is simulated after balancing the water demands from subareas. The lateral inflow from subareas is simulated using a modified tank model. Total water demands consist of the daily demands for agricultural, domestic, industrial, livestock, fishery, and environmental uses within a rural district. The return flow, diversions from sources and storage components such as reservoirs were also incorporated into the model.

The developed model is a generalized version that may be applied to different combinations of river reaches for a given system. This may help potential users identify areas where water supply does not suffice the demands for different time horizons.

* 農林水産部 農漁村開發局

** 서울大學校 大學院(農工學科 博士過程 修了)

*** 서울大學校 農業生命科學大學

키워드: 中小流域, 日別水量收支, 河川網模型, 水文模型, 河川區間, 流入水, 流出量 必要水量, 取水量

I. 緒 論

本 報에서는 農漁村地域에서의 河川區間별 日別 물收支를 추정할 수 있는 河川網模型의 構成에 대하여 다루도록 하였다. 河川網模型은 流域에서의 河川의 排水 系統을 체계적으로 표시한 것으로, 河川區間을 중심으로 유량의 변화를 수식적으로 표시한 것이다. 그런데, 河川網에서는 河川區間의 수리적 관계를 표시하는 水理學의 方法과 水量關係만을 다루는 水文學의 方法이 있는 데, 본 研究에서는 수문학적 유량의 추정을 그 대상으로 하고 있다.

小流域의 수문학적 河川網模型의 구성목적은 對象流域에서의 물需給상황의 진단과 용수계획을 위한 기초적 자료를 얻기 위한 것이다. 이와 같은 河川網模型은 실제 流域에서의 물需給狀況을 수학적으로 재현함으로써 用水計劃에 필요한 필요수량의 추정과 수리구조물의 계획에 필요한 용량의 결정 등 여러가지의 응용을 위한 것으로, 본 研究에서는 農漁村 用水區域의 用水開發의 基本模型으로 활용하기 위한 것이었다.

本 報에서는 河川網模型에 관한 既存文獻의 검토와 이를 바탕으로 한 模型의 開發 등을 다루도록 하였으며, 第3報에서는 模型의 檢證과 應用結果를 제시하도록 하였다.

II. 研究史

1. 用水需給解析模型

河川區間(river reach)에서의 用水需給解析을 위하여는 流域내 水文시스템 내에서 이루어지는 모든 自然的, 人爲的 活動에 의한 流況의 時空的 變化에 대하여 綜合的인 檢討가 이루어져야 한다.⁷⁾ 지금까지 流域内の 流出量 分析을 위한 수 많은 物理的(physical), 數學的(mathematical)模型이 복잡한 水文現象과 水文시스템을 解析하기 위하여 開發되어 왔으나, 대부분이

氣候, 氣象의 要因과 地上因子만을 고려한 自然流出量을 推定하기 위한 水文模型이 주종을 이루고 있다.

지금까지 開發된 水文模型中에서 自然流出量과 人爲的인 水文學의 變化까지를 고려하여 河川區間에서 用水需給解析이 가능하도록 開發된 綜合的인 水文模型을 고찰하면 HYDROSS(Hydrologic River Operation Study System)와 SHE 등이 대표적인 것으로 볼 수 있다.

HYDROSS模型은 1983년에 미국 개척국(U. S. Bureau of Reclamation)에서 流域全體에 걸쳐 어느 河川區間(river reach)에서도 用水需給解析이 가능하도록 開發된 確定論的 分散型 水文模型으로서, 모든 河川을 4가지 形態로 구분하고 流域內에서 발생하는 거의 모든 水門現象 즉, 流出(inflow), 貯水池 操作, 用水供給, 還元水, 發電, 河川維持水 등을 포함하고 있어 1개 또는 2개 이상의 조합으로 해당地域의 水文시스템에 맞도록 물收支分析和 下流部로 흘러보내는 水量의 計算이 가능하다.⁹⁾

HYDROSS는 降雨로 부터 流出을 模擬發生시키는 模型을 가지고 있지 않으며 과거의 實測值로 부터 입력되며 中間取水에 의한 生工用水, 農業用水, 發電用水, 河川維持水까지 고려할 수 있으나 單位面積當 必要水量으로 入力된다.⁴⁾

SHE 模型^{1,2,3)}은 유럽의 3개 단체(British Institute of Hydrology, Danish Hydraulic Institute와 프랑스의)가 유럽공동체(EC)의 지원하에 1976년부터 開發에 착수하여 1982년에 模型을 완성한 物理的, 確定論的, 分散型 水文模型으로서 주프로그램인 FRAME과 7개의 成分模型으로서 구성되어 있으며 기본적인 模型의 構造는 流域을 수평으로 格子網을 구성하고 수직으로 土壤層別로 구분하여 각각의 格子網에 대한 水文現象을 實測值에 의하여 物理的인 媒介變數를 推定하여 입력하고 있다. 7개의 成分模型에 대한 入力資料로 각각의 格子網에 대한

實測值가 주어져야 하기 때문에 수 많은 媒介變數를 필요로 하며 成分模型中 地表流出模型에는 人爲的인 구조물에 의한 中間取水量 및 揚水量에 대한 資料도 입력된다.

SHE 模型은 格子網의 크기와 實測值에 의한 入力資料에 따라 정확도가 달라질 수 있으며 근본적으로 實測資料가 없는 地域에서는 適用이 불가능하다.^{1,2)}

2. 河川網模型

河川流量을 推定하는 方法은 水文學的 方法과 水理學的 方法이 있다. 水文學的 方法은 연속방정식에 기초를 둔 貯류방정식을 利用하여 河川의 임의區間으로 흘러 들어오는 流入量과 흘러 나가는 流出量(outflow)를 가감하여 그 區間에서의 流量變化를 推定하는 河道追跡法(channel routing)과 自然河川流域의 출구에서 그 流域 流出量의 時間的 變化를 推定하여 결정하는 流域追跡法(watershed routing)이 있으며, 水理學的 方法은 洪水의 하류전파를 추적한다든지 背水(backwater)영향이 심하고 변동성이 많은 河川區間과 역류부를 가지는 河川의 流出解析 등 河川流量의 短期的 변동량을 추정하는데 주로 사용되고 있다.

確定論的 分散型 水文學模型에 의한 長期流出解析에는 주로 日單位平均流量이 사용되고 있어 河川網(stream flow network)에 의한 小流域別 流量合成으로 河川流入量을 推定하는데는 수문학적 河道追跡法이 많이 쓰이고 있다.

河川網에 의한 小流域區分은 同質水文學成分을 가진 流域을 格子網(grid)에 따라 구분하는 方法과 地形的 小流域單位로 구분하는 方法이 있는데 SHE, ANSWERS模型에서는 格子網에 따라 小流域을 구분하였고 HYDROSS, SSARR, SWM, USDAHL, DISPRIN 模型에서는 地形的 小流域單位로 구분하여 河道追跡法(channel routing)에 따라 河川流量을 합성하였다.

III. 河川網 模型의 開發

1. 基本概念

中小河川流域에서의 用水需給의 時間적, 공간적 解析을 위하여 대상하천을 수개의 구간(reach)으로 구분하고, 流域으로부터 그 區間에 유입되는 時間別 유입량과 취수량을 구간간에 걸쳐 合算하고 그 結果를 비교할 수 있다. 이와 같이 河川區間에서의 流量을 합성하는 것을 보통 河川網模型(Streamflow network model) 또는 流量網模型(network flow model)이라고 한다. Fig. 1은 河川 流量網의 構成例를 나타낸 것이다.

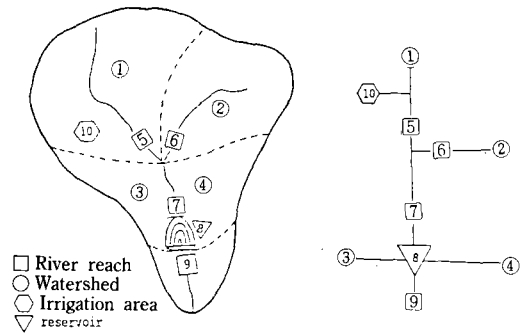


Fig. 1. Schematic for streamflow network model

河川網模型에서는 河川區間別 流出量의 변화 요소를 Fig. 2와 같은 기본요소로 構成하는 것으로 가정할 수 있다. Fig. 2는 河川區間の 용수수급을 개념적으로 정리한 것으로서 구간별 流出量은 다음과 같은 식으로 표시할 수 있다.

$$Q_i = Q_{i-1} + L_i - D_i + R_i - \Delta S_i \dots\dots\dots(1)$$

여기서, Q_i = i구간에서 下流區間으로의 流出量(outflow)

Q_{i-1} = 上流區間(i-1구간)으로 부터의 流入量(inflow)

L_i = 구간내에서의 橫流入量

D_i = 구간내에서의 取水量

R_i = 取水量으로 부터의 還元水 (return flow)
 ΔS_i = 구간내에서의 貯溜量의 변화이다.

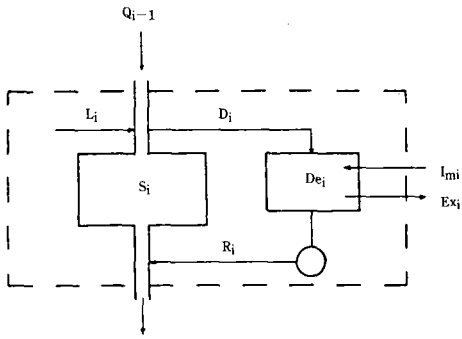


Fig. 2. Schematic of river reach element

Fig. 2에서 橫流入量은 구간 상류측으로 부터의 유입수 이외에 측방에서 유입되는 모든 유입성분을 나타내며 取水量은 구간내에서의 용수공급을 위한 것으로 農業用水, 生活用水, 工業用水 등으로 도수되거나 양수되어 사용되는 양이다. 그러나 取水量은 모두 소모되지 않고 일부는 하천구간으로 다시 환원되는데, 이를 還元水(return flow)로 하였다. 河川區間 내에는 하도나 저수지 등 저류시설에 저류되는 양이 발생될 수 있으며 이를 貯溜量으로 하였다.

한편, 用水利用의 광역화로 河川區間 내로 외부로 부터 유역변경 또는 취수되어 활용하는 輸入水量(I_{m_i})이나 타지역으로 수출되는 輸出數量(E_{x_i})이 발생될 수 있는데, 이는 하천구간내의 용수 수요원의 수요량 D_{e_i} 로서 표시하였다.

2. 河川水의 需給要素

가. 流入水 成分

Fig. 2에서 河川區間의 流入水 성분은 식(1)과 같이 ① 상류구간으로 부터의 유입량 ② 유역으로부터의 橫유입량, ③ 취수량으로 부터의 환원수량으로 구성된다. 이들 성분의 수문적

특성은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 河川流入量

상류구간으로 부터의 유입량은 하천구간의 최상류요소에서는 0이 되며 기타요소에서는 상류요소로 부터의 流出量으로 하였다.

2) 流域流入量

區間에서의 橫유입량은 區間의 인접하천으로 부터의 流入量과 배후 및 인접유역으로 부터의 流入量인데 第1報에서 언급한 修正 Tank 模型으로 부터 推定하도록 하였다.(허 등, 1993)

3) 還元水量

取水源으로 부터의 還元水量은 용수이용방법에 따라 시간적으로 수량에 차이를 보일 수 있다. 農業用水의 경우 포장에서 담수되고 남은 물 또는 관리상의 損失數量 등이 배수된 후 하천에 유입될 때까지 수시간 또는 수일에 걸쳐 환원될 수 있다. 그러나 中小河川區間에서는 流域面積의 규모나 유달시간 등을 고려하여 본 模型에서는 이와같은 지체시간을 고려하지 않고 일정 회수율을 적용하여 還元水量으로 하였다. 즉,

$$R_i = \sum f_j \cdot D_j \dots\dots\dots (2)$$

여기서, R=還元水量

f = 用水目的別 回收率

D = 目的別 取水量

j = 用水目的을 나타내는 첨자이다.

梁(1991)¹¹⁾, 建設技術研究院(1990)⁸⁾ 등은 生工用水의 회수율을 일반적으로 70~80%로 추정하였고, 金(1990)⁹⁾ 등은 논의 回收率은 45~65% 정도라고 하였다.

나. 農業用水

Fig. 2에서 取水量 성분은 용수목적에 따라 農業用水, 畜産用水, 生活用水, 工業用水 등으로 구분할 수 있으며, 여기서 農業用水는 灌溉지구에서의 일별 필요수량과 관리수량, 그리고 손실수량을 충족하도록 하는 값으로 하였

다.^{13,14)} 농업용수 수요량은 논과 밭의 必要水
 量의 합으로 나타낼 수 있다.

$$REQA_t = REQP_t + REQU_t \dots\dots\dots(3)$$

여기서, $REQA_t$ = t 日의 農業用水 必要水
 量
 $REQP_t$ = t 日의 논에서의 必要水
 量
 $REQU_t$ = t 日의 밭에서의 必要水
 量이
 다.

논의 必要水량은 다음 식으로 나타낼 수 있
 다.

$$REQP_t = \frac{1}{Ie_t} (ID_t - PD_t + FILT_t + ET_t - RE_t) \dots\dots\dots(4)$$

여기서, Ie_t = 灌溉效率
 ID_t = t 日의 適正湛水深
 PD_t = t 日의 포장담수심
 $FILT_t$ = 침투량
 ET_t = 蒸發散量
 RE_t = t 日의 有效雨量이다.

식(4)의 必要水 決定要素에 대하여 정리하
 면 다음과 같다.

- 1) 適正湛水深
 논에서의 適正湛水深은 논벼의 생육시기별로
 변화하며 Table-1과 같다.
- 2) 圃場湛水深
 논에서의 圃場湛水深은 前日의 湛水深에서
 실제 관개량과 有效雨量의 합에서 부터 포장으

로 부터의 排水量과 浸透損失 및 蒸發損失의
 합을 뺀값으로 부터 정의된다. 이를 관계식으로
 표시하면 다음과 같다.

$$PD_t = PD_{t-1} + RE_t + IR_t - (DR_t + ET_t + FILT_t) \dots\dots\dots(5)$$

여기서, IR_t = 灌溉水
 DR_t = 排水量이다.

3) 浸透量
 논으로 부터의 浸透損失은 토양의 특성과 논
 에서의 포장 조건 등에 따라 좌우되는데, 장기간
 湛水深을 유지하기 때문에 지하수의 영향을 받
 게 되므로 시기적으로 變化하는 경향을 나타낸
 다.

경기도 화성군 반월면 소재 시험포장에서
 1986년에 실시한 일별 누가침투손실량을 추정한
 결과를 도시한 것이 Fig. 3인데, 시기별로 약
 간의 변화를 나타내고 있다.⁶⁾ 그러나, 대체적
 으로 시간에 따라 직선적 증가를 나타내므로
 日平均 浸透量을 적용할 수 있는 것으로 생각
 되었다.

4) 蒸發散量
 논벼의 蒸發散量은 pan 蒸發量에 대한 作物
 係數로 부터 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$ET_t = K_{pt} \cdot Epan_t \dots\dots\dots(6)$$

여기서, K_p = 논벼의 pan 蒸發量에 대한 作物
 係數로서, 지역별 시기별 변화는 Table-2와 같
 다.

Table-1. Optimal flooding depth on growing stages of rice(Agricultural development institute SNUA, 1986)

Month/Date	6/10	6/20	6/30	7/10	7/20	7/30	8/9	8/19	8/29	9/8	9/18	9/28
Days after transplanting	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Growing stage	Trans planting	Rooting	Tillering			Elongation		Heading		Ripening		
Flooding depth(mm)	60		40	10	60		60		40			

Table-2. Crop coefficient of rice for Pan evaporation(ADI, SUNA, 1986)

Station	June			July			August			Sep. E	Average
	E	M	L	E	M	L	E	M	L		
Seoul	1.08	0.97	0.89	1.13	0.70	0.86	0.92	0.86	0.98	1.22	0.96
Suwon	0.85	1.07	1.10	1.18	1.36	1.43	1.47	1.35	1.44	1.13	1.24
Cheongju	0.77	0.94	1.20	1.19	1.28	1.30	1.33	1.44	1.42	1.38	1.24
Yuseong	1.00	1.08	0.99	1.29	1.54	1.38	1.61	1.48	1.49	1.42	1.33
Jeonju	-	0.64	0.74	0.89	1.31	1.13	1.20	1.34	1.11	1.09	1.05
Kwangju	0.79	0.85	0.94	1.07	1.11	1.06	0.97	1.26	0.68	1.02	0.98
Daegu	-	0.73	0.63	0.72	1.07	1.37	1.51	1.29	1.52	1.36	1.13
Jinju	0.94	0.97	0.77	1.18	1.05	1.35	1.59	1.02	1.40	1.15	1.12

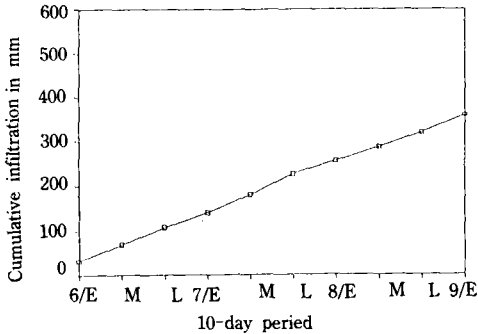


Fig. 3. Accumulated daily infiltration losses curve

5) 有效雨量

有效雨量은 降雨量 中 圃場에서 직접 이용되는 양으로 정의할 수 있다. 有效雨量은 降雨量에 有效率을 곱하여 구하거나 포장의 물수지 관계로부터 실제 이용되는 양을 구하여 이를 시기별 강우특성별로 산정하여 정한다.

本 模型에서는 서울大 農業開發研究所(1986)에서 실시한 圃場의 물수지해석의 結果로부터 최대유효우량을 15mm/day로 하고, 그 이상의 값은 논으로부터 직접 排水되어 활용되지 않는 것으로 하였다.⁷⁾

따라서, 有效雨量의 排定方法은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$RE_t = R_t \quad \text{if } R_t < 15\text{mm} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$RE_t = 15\text{mm} \quad \text{if } R_t \geq 15\text{mm} \quad \dots\dots\dots(8)$$

6) 排水量

논에서의 排水量은 물고높이와 밀접한 관계를 갖는다. 만약, 初期湛水深과 灌溉量, 有效雨量의 합이 물고높이 이상이 되면 그 초과량은 전량 배수되게 된다. 즉, 排水量은 다음과 같다.

$$DR = (PD + IR + RE) - (ET + FILT) - HT \quad \dots(9)$$

여기서, HT=물고높이다.

그런데, 물고높이는 圃場의 물管理 方式에 의하여 지배되므로, 무효분얼기에는 낙수 또는 담수심을 낮게 하고 이앙기나 수잉기 등은 담수심을 높이기 위하여 물고높이를 높게 한다. 논벼의 생육시기별 물고높이는 Table-1과 같다. 밭의 必要水量은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$REQU_t = \frac{1}{Ie_t} (ET_t - RE_t) \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$ET_t = K_c \cdot ET_{\text{pant}} \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$RE_t = EF_t \cdot R_t \quad \dots\dots\dots(12)$$

여기서, ET_t = t일의 논에서의 실제 증발산량

K_c = 증발계 증발량에 대한 밭작물의 작물계수

EF_t = 강우량의 유효율

R_t = t일의 降雨量이다.

Table-3. Effective rate(%) of Rainfall by soil (ADI, SUNA, 1990)

Rainfall (mm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Sand	100	95	85	80	70	65	58	50	40	35
Sandy loam	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
Silty loam	95	90	82	75	70	64	58	50	45	40
Clay loam	65	60	58	50	46	40	35	30	25	20
Clay	62	58	53	48	43	40	35	30	25	20

밭작물의 作物係數는 작물의 종류와 생육시기, 土壤의 種類에 따라 달라지게 되며(서울大 農業開發研究所, 1986), 有效降雨量 RE_t 는 Table 3에서와 같이 降雨量의 크기와 有效率에 의하여 결정된다.

다. 其他用水

農業用水를 제외한 기타 용수수요는 生活用水, 工業用水, 畜産用水 등으로 구분할 수 있다. 中小河川區間에서의 觀光用水(recreation water)는 별도로 고려하지 않았으며 環境用水는 河川維持水 概念으로서 하천구간내에 저수지 등 저류시설 설치로 인하여 區間流出量이 자연상태의 감수량보다 적을 때는 저수지 등에서 부족분을 방류하는 것으로 하고 구간내의 必要水量으로 고려하지 않았다.

各 用水別 必要水量의 추정방법을 정리하면 다음과 같다.

1) 生活用水

生活用水는 가정이나 취락단위에서 사용되는 용수량인데, 1日當 消費水量과 給水對象人口數에 의하여 추정하는 것이 보통이다. 生活用水는 생활수준의 향상에 따라 증가하는 것이 일반적인 현상이며 給水對象人口는 기준년의 인구를 추정하여 결정한다. 生活用水는 계절적으로, 용수수요 시간대별로 급수량이 변화되나 시간대별 給水量의 변동은 급수조에서 조정되는 것으로 보고 일단위 1인당 消費水量에 따라 本模型에서는 다음식으로 부터 구한다.

$$REQR = N_p \cdot ARQR \dots\dots\dots(13)$$

여기서, REQR = 生活用水 必要數量
 ARQR = 人口 1人當 消費水量
 N_p = 給水對象人口이다.

인구 1인당 1일 消費數量은 Table-4의 값을 기준으로 한다.

Table-4. Domestic water requirement per capita(Ministry of construction, 1988)

unit : liter/day/person

Year	1987	1991	1996	2001
Medium city*	326	370	420	470
Small city**	186	220	255	295
District	167	200	230	260

* Population : 50~400 Thousand

** Population : 20~ 50 Thousand

2) 工業用水

工業用水는 제품생산과 그 부대시설의 운용을 위하여 필요로 하는 용수로서 必要水量 計劃은 제품중량(Ton)당, 종업원수 또는 공장부지면적에 의한 원단위추정법이 있다. 제품중량당 용수량 추정법은 산업활동의 시간적변화를 고려한 것이나, 변화에 대한 추정의 불확실성 등으로 업종별 공장부지면적에 의한 원단위추정법이 일반적으로 이용되고 있다.

本 模型에서는 원단위추정법에 의하여 다음식과 같이 工業用水 需要量을 決定한다.

$$REQI_j = A_j \cdot ARQI_j \dots\dots\dots(14)$$

여기서, REQI = 工業用水 必要水量(m^3 /일)
 A_j = 業種別 工場부지면적($1000m^2$)
 $ARQI_j$ = 업종별 원단위 日必要水量 ($m^3/1000m^2/1$ 일)
 j = 업종별 첨자이다.

업종별 1일 원단위 必要水量은 Table-5를 基準으로 한다.

Table-5. Industrial water requirements at Rural areas

Unit : m³/1000m²/day

No.	Industries	Water requirement	No.	Industries	Water requirement
1	Food and Beverage	22.6	6	Inorganic material	5.1
2	Textile and Garment	22.2	7	Metal	15.4
3	Timber	45	8	Machinery	6.0
4	Paper, Publishing	22.5	9	Manufacturing	7.3
5	Petroleum, chemical, rubber	16.1	10	Average	7.3

3) 畜産用水

畜産用水는 가축의 종류와 두수, 축산시설 및 경영방법 등에 따라 상이하다. 本 模型에서는 가축의 종류별 일별 기준수량에 사육두수를 곱하여 決定하고 환원수의 수질은 고려하지 않았다. 즉, 축산용수의 가축별 必要水量은 다음과 같다.

$$REQL = N \cdot ARQ \dots\dots\dots(15)$$

- 여기서, REQL = 가축별 必要數量
- ARQ = 두당 消費數量
- N = 가축수이다.

畜産用水의 가축종류별 1일 급수량 기준은 Table-6과 같다.

Table-6. Daily water requirements for livestock uses(Rural water resources development planning group, 1989)

Livestocks	Water requirement(liter/day/head)
Meat cow	50
Milk cow	150
Pig	40
Fowl	0.5

라. 貯溜量

河川區間에서의 貯溜量은 ① 댐이나 저수지 등에서의 貯溜量, ② 湫에서의 貯溜量, ③ 河道에서의 貯溜量 등으로 구분할 수 있다. 그런데,

湫나 河道에서의 貯溜量의 일별변화는 크지 않으므로 무시할 수 있다. 따라서 河川區間의 貯溜量은 貯水池 등의 貯溜量 변화를 고려하도록 하였으며, 湫나 河道의 貯溜量이 클 경우는 貯水池로 가정하여 처리할 수 있도록 하였다.

貯水池의 日別 貯溜量의 변화는 다음과 같은 식으로 표시할 수 있다.

$$\Delta S_t = Q_{in,t} + R_t - OVF_t - DV_t - LSS_t \dots\dots(16)$$

- 여기서, ΔS = 貯溜量의 變化量
- Q_{in} = 貯水池 流入量
- R = 貯水池 水面積의 降雨量
- OVF = 貯水池의 余수또나 수문으로 부터의 월류량
- DV = 취수량 또는 통관 방류량
- LSS = 其他 損失量
- t = 일자를 나타내는 첨자이다.

기타손실량은 水面蒸發量, 浸潤量이다.

한편, 貯溜量은 貯水池의 水位-內容積의 관계로 부터 수위로 표시할 수 있는데, 水位-內容積의 관계를 水位別 內容積으로 입력하여 선형보간법으로 부터 저류량에 대한 水位를 推定할 수 있다.

3. 模型의 構成

가. 入力資料

河川網模型의 入力資料는 ① 하천망의 조직에 관련된 변수, ② 유역별 修正 Tank 模型의 入

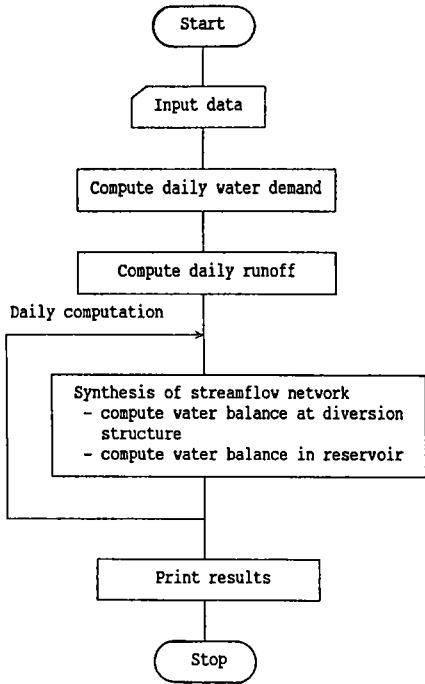


Fig. 4. Flow chart of computing daily flow by streamflow network model

力資料, ③ 蒸發散量 추정 기준측후소 번호, ④ 유역별 논 면적 ⑤ 농업용수 추정매개변수, ⑥ 유역별 인구수, 공업종별 면적, 가축종별 및 수 ⑦ 환원수의 매개변수, ⑧ 계산기간, ⑨ 日別 降雨량과 pan 蒸發量資料 등으로 구성된다.

나. 模型의 構成

模型의 計算過程을 정리하면 Fig. 4와 같으며 그 내용은 다음과 같다.

- ① 入力資料를 읽는다.
- ② 初期資料를 정한다.
- ③ 計算의 初日에 대한 河川區間別 貯溜量, 流入量을 정한다.
- ④ 河川區間別 각 용수목적별 必要水量을 구하고, 총 소요량을 정한다.
- ⑤ 流域 流出量을 修正 Tank 模型으로 부터 정한다.
- ⑥ 구간별 용수의 수요, 공급량은 식(1)에

의하여 결정한다.

⑦ 전 구간에 대하여 用水需給을 계산하고, 그 결과를 출력한다.

⑧ 계산기간에 대하여 ③~⑦의 단계를 시행한다.

IV. 要約 및 結論

1. 用水需給狀況의 診斷 및 用水計劃을 위하여, 임의의 구간에서의 日別 用水需給解析이 가능한 河川網模型을 개발하였다.

2. 河川網模型은 각 구간별로 流入量과 取水量을 비교하도록 구성하여, 구간별 用水의 과부족상태 진단을 비롯한 用水需給解析이 가능하도록 하였다.

3. 河川網模型의 流入量은 修正 Tank 模型으로 계산하고, 取水量으로는 農業用水, 生活用水, 工業用水, 畜産用水 등을 포함하였으며, 還元水量과 洩 등에 의한 월류량을 고려하였다.

4. 河川網模型은 農漁村 用水의 日別 需給解析을 가능하게 하여, 河川區間의 변화나 用水需要量의 변화 및 貯水池를 포함한 水源工의 상황변화에 따른 대상지구에의 解析을 위하여 적용되어질 것이다.

參 考 文 獻

1. Abbot. M. B., J. C. Bathurst, J. A. Chunge, P. E. O'Connell and J. Rasmussen, 1986, An Introduction to the European Hydrological System ; SHE, 1 : History and Philosophy of a physically-Based, Distributed Modeling system, Journal of Hydrology 87, pp. 45-59.
2. Abbot. M. B., J. C. Bathurst, J. A. Chunge, P. E. O'Connell and J. Rasmussen, 1986, An Introduction to the European Hydrological System ; SHE, 2 : Structure of a Physica-

- lly-Based, Distributed Modeling System, J. of Hydro. 87, pp.61-77.
3. Bathurst, J. C., 1986, Physically-based Distributed Modeling of an Upland Catchment using the SHE, Journal of Hydrology 87, pp, 79-102.
 4. 金顯榮, 朴承禹, 1988, 灌溉用貯水池의 日別流入量과 放流量의 模擬發生, 韓國農工學會誌 30(1), pp. 50-62.
 5. 李南鎬, 鄭夏禹, 朴承禹, 1990, 灌溉地球 水管理 組織의 日別模擬操作, 韓國農工學會誌 32(3), pp. 67-78.
 6. 鄭夏禹, 朴承禹, 1985~1988, 貯水池 水管理 研究(I-IV), 서울大學校 農業開發研究所, 農林水産部, 農業振興公社.
 7. 鄭夏禹 外, 1985~1986, 作物消費水量 算定 方法의 定立, 서울大學校 農業開發研究所, 農水産部, 農業振興公社.
 8. 許遺萬, 1992, 中小流域의 日別 用水需給解析을 위한 河川網 模型의 開發, 서울大學校 大學院 博士學位 論文.
 9. 許遺萬, 朴承禹, 任相浚, 1993, 中小 流域의 日別 用水 需給 解析을 위한 河川網模型의 開發 (I); 中小流域의 日流出量 推定, 韓國農工學會誌.