

中小流域의 日別 用水需給解析을 위한 河川網模型의 開發 (Ⅲ)

—河川網模型의 檢證과 應用—

A Streamflow Network Model for Daily Water Supply

and Demands on Small Watershed (Ⅲ)

—Model Validation and Applications—

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

Summary

The objectives of this paper were to validate the proposed network flow model using field data and to demonstrate the model applicability for various purposes. The model was tested with data from the Banweol watershed, where an intensive streamflow gauging system has been established. Model parameters were not calibrated with field data so that it can be validated as unengaged conditions.

Three different schemes were employed to represent the drainage system of the tested watershed : a single, complex, and detailed network. The single network assumed the watershed as a cell, while complex and detailed networks considered several cells. The results from different schemes were individually compared satisfactorily to the observed daily stages at the Banweol reservoir located at the outlet of the watershed. The results from three schemes were in close agreement with each other, Justifying that the model performs very well for different network schemes being used.

Daily streamflow from three network schemes was compared for a selected reach within the watershed. The results were very close to each other regardless of network formulation. And the model was applied to simulate daily streamflow before and after the construction of a reservoir at a reach. The differences were discussed, which reflected the influences

* 農林水産部 農漁村開發局

키워드 : 河川網, 貯水池, 用水需給, 農業用水, 流出
量, Tank模型, 必要貯水量

** 서울大學校 農業生命科學大學

*** 서울大學校 大學院(博士過程 修了)

of the dam construction upon the downstream hydrology. Similar applications may be possible to identify the effects of hydraulic structures on streamflow.

I. 緒 論

本報에서는 第2報(許 등, 1993)에서 논의한 바 있는 河川網模型의 檢證과 應用에 대하여 논의하도록 한다. 數學的 模型은 모형이 대표 하는 시스템의 거동을 수학적관계로서 표시한 것으로, 응용에 앞서 적절한 평가를 실시하여야 한다. 수학적 모형이 실제상황에 적용할 수 있는지를 검토하는 것은 模型의 檢證이라고 하며, 檢證된 결과를 바탕으로 여러가지 경우에 대한 模型의 適用을 시도하는 것을 模型의 應用이라고 한다.

河川網模型의 檢證에서는 대상유역을 선정하고, 模型에서 필요로 하는 入力資料를 마련하기 위하여 現場調査 등을 실시한 다음, 주어진 入力資料로부터 얻은 결과와 실제상황을 비교 하므로서 평가할 수 있다. 本報에서는 여러가지 河川網 構成方法에 따라 模型의 추정결과와 실 측자료를 비교하도록 하여 추정오차를 비교하도록 시도하였다.

河川網模型의 應用은 대상유역의 用水需給狀況을 여러가지 가능한 시나리오를 설정하고 모형의 결과를 비교함으로써 실용성을 제시하도록 하였다.

II. 對象流域 및 水文資料

1. 對象流域

河川網模型의 適用性 分析을 위한 對象流域은 1985年 부터 서울대 농공학과에서 試驗流域으로 選定하여 水文觀測을 施行하고 있는 京畿道 華城郡 半月面에 위치한 半月流域으로 하였다.²⁾ 半月流域의 詳細한 位置는 Fig. 1과 같다.

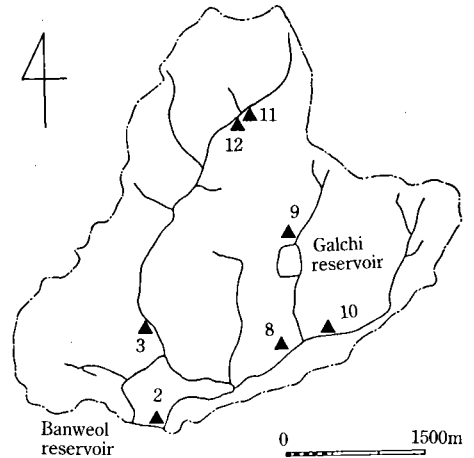


Fig. 1. Location map of Banweol watershed

2. 水文資料

Fig. 1은 半月流域의 水文計測地點의 位置를 보여준다. 총 7개 地點에서 自記水位計를 設置하여 時間別 水位變化를 測定하였으며, 별도로 水位別 流速을 測定하여 水位-流量關係를 구하였는데, 각 地點에 대한 水位-流量關係는 鄭, 朴(1986, 1988) 등에 상세히 기록되어 있으며, 그 結果를 이용하였다. 試驗流域內에 半月貯水池가 위치하고 있으며, 半月貯水池 水位의 時間的 變化와 通관의 放流量은 自記水位計를 이용하여 測定하였다. 貯水池의 水位는 Fig. 2의 水位-內容積 關係로부터 貯水量으로 換算할 수 있다.

通관의 取水量은 貯水位 直下流 用水路부분에 설치한 콘크리트 Parshall flume에서 水位를 測定하고, 각 水位에 대한 流速을 測定하여 水位-流量 關係로부터 결정하였다.(서울大 農業開發研究所, 1986)

試驗流域內의 降雨量은 당초 自記雨量計를

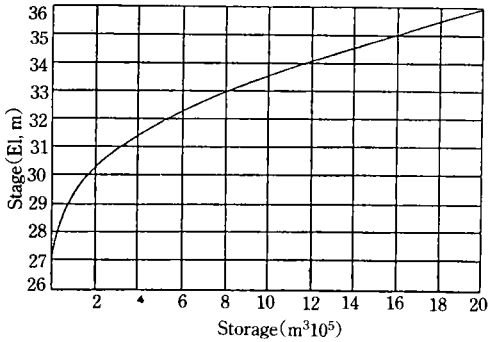


Fig. 2. Stage-capacity curve of Banweol reservoir

설치하여 1985년 부터 測定하여 왔으나, 이 地點의 日別 降雨量의 資料는 8km의 거리에 위치한 水原測候所의 값과 거의 유사하여 1988년 이후 測定이 중단되었다. 따라서, 流域의 氣象資料 등은 水原測候所의 값을 적용하도록 하였다.

3. 河川網의 構成

對象流域의 河川網의 構成은 여러가지 방법이 있을 수 있다. 流域의 전체를 하나의 河川區間으로 표시하거나, 혹은 각각의 支川을 여러 개의 區間으로 구분하여 복잡한 흐름의 網으로 표시하는 방법도 가능할 것이다.

本 研究에서는 半月流域의 河川網을 河川區間의 細分程度에 따라 3가지의 서로 다른 구성을 하였다. 그 구성내용을 정리하면 다음과 같다.

가. 單一河川網

半月流域의 河川網을 細分하지 않고 Fig. 3과 같이 背後流域과 貯水池, 蒙利區域을 하나의 河川區間으로 區分한 方法이다. 여기서 背後流域內의 用水需要는 목적별로 總括的으로 推定되며, 각 支川別 流出量은 고려하지 않고 總流出量만을 고려한 方法이다. 半月流域의 單一河川網에 대한 模式圖는 Fig. 4와 같다.

나. 複合河川網

半月流域의 河川網을 Fig. 5와 같이 4개의 中流域과 河川區間으로 細分하여 각 河川區間에

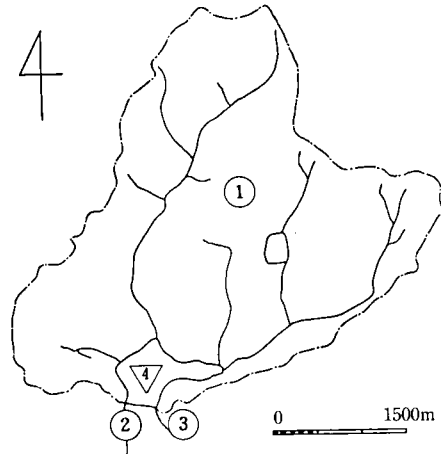


Fig. 3. Single streamflow network

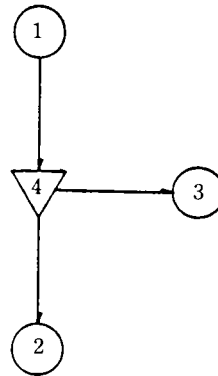


Fig. 4. Schematic of single streamflow network

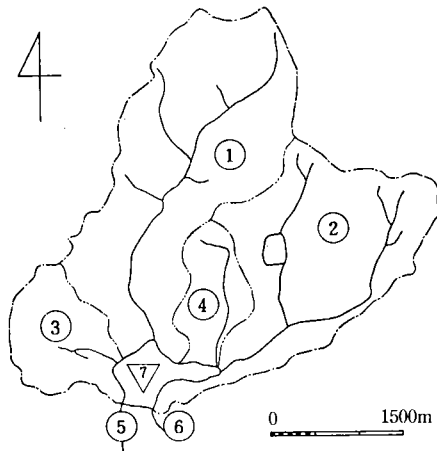


Fig. 5. Complex steamflow network

대한 橫流入量과 물의 需要量의 需給解析을 실시하기 위한 河川網을 구성하였으며 그 模式圖는 Fig. 6과 같다.

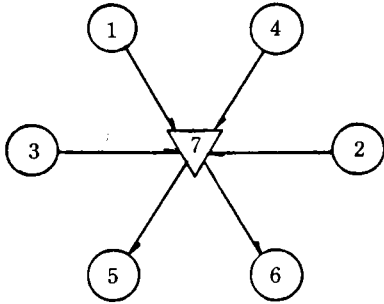


Fig. 6. Schematic of complex streamflow network

다. 詳細河川網

詳細河川網의 구성에서는 複合河川網을 보다 細分하여 Fig. 7과 같이 11개의 要素와 河川區間으로 구분하고, 각 區間別 用水需給解析을 실시하도록 하였다. 詳細河川網에 대한 模式圖는 Fig. 8과 같이 구성하였다.

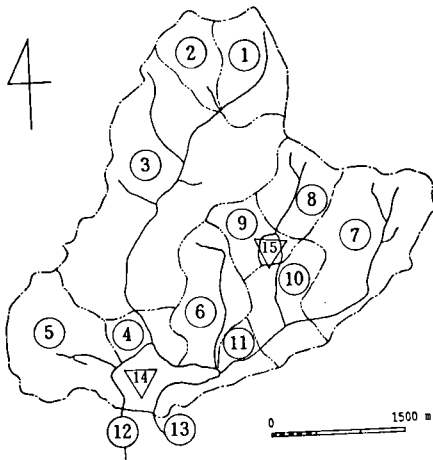


Fig. 7. Detailed streamflow network

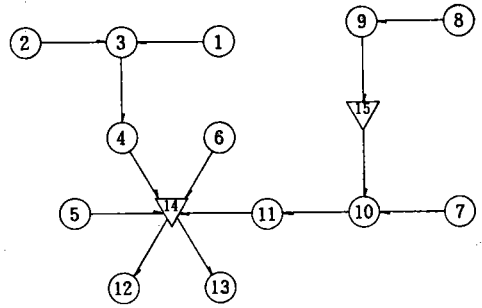


Fig. 8. Schematic of detailed streamflow network

III. 媒介變數 및 入力資料

半月流域에 대한 3개의 서로 다른 河川網에 따른 細部流域別 修正 Tank 模型의 媒介變數와 用水需要量을 推定하도록 하였는데 用水需要量 推定에 필요한 半月地區의 일반적인 現況은 Table-1과 같다.

Table-1과 같이 半月流域의 總面積은 1,187 ha이며, 流域내의 人口數는 1,270명으로 9개의 취락단위로 나눌 수 있었다. 가축수의 사육두수는 한우와 젖소가 261頭이며 사슴, 꿩 등을 사육하는 소규모 농장이 위치하고 있다.

1. 修正 Tank 模型의 媒介變數

流域의 流出量 推定을 위한 tank 模型의 媒介變數를 地相因子와 媒介變數의 關係式으로부터 추정하기 위하여 流域面積, 形狀係數, 土地利用狀態 등을 1/25,000 지형도로 부터 구하고 현장 답사를 통하여 조정하였다. 그 결과는 Table-2와 같았다.

Table-2의 地相因子를 이용하여 區分流域別로 修正 tank 模型의 媒介變數를 推定하였으며 그 결과는 Table-3과 같다.

2. 農業用水 需要量

河川區間內 논의 면적은 1.59km²로서 전체구역의 13.4%였으며 이들의 灌溉用水는 區間內의

Table-1. General statistics of banweol watershed

Complex Net. No.	Detailed Net. No.	Area (ha)	Paddy area (ha)	Population	Livestocks							
					Meat cow	Milk cow	Dog	Rab-bit	Deer	Fowls	Phea sant	Goat
1	1	76	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	50	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	365	38	150	3	12	40	-	25	20	100	-
	4	42	4	164	3	8	16	-	15	65	-	-
	Total	533	44	314	6	20	56	-	37	85	100	-
3	5	138	20	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	138	20	0	-	-	-	-	-	-	-	-
4	6	104	20	95	6	24	5	-	-	-	-	-
	Total	104	20	95	6	24	5	-	-	-	-	-
5	7	167	36	670	10	70	30	-	-	50	-	-
	8	70	5	134	3	57	25	5	10	-	-	-
	9	42	5.5	25	3	17	5	0	15	-	-	-
	10	76	15.5	126	5	20	20	-	-	-	-	20
	11	48	13	70	2	18	20	-	-	-	-	-
Total	412	75	1025	23	182	100	5	25	-	-	-	20
Total (single Net)		1187	159.0	1270	35	226	161	5	62	85	100	20

Table-2. Banweol watershed characteristics and land use

Complex number	Detailed number	Area (ha)	Paddy (ha)	Upland (ha)	Forest (hg)	Etc. (ha)	Shap factor (f)	Length (km)
1	1	76.0	2.0	1.5	72.5	0.0	0.68	1.11
	2	50.0	0.0	1.0	49.0	0.0	1.72	0.29
	3	365.0	38.0	24.0	299.5	3.5	1.17	3.13
	4	42.0	4.0	8.0	28.0	2.0	0.93	0.45
	Total	533.0	44.0	34.5	449.0	5.5	0.30	4.19
3	5	138.0	20.0	4.0	114.0	0.0	1.77	0.78
	Total	138.0	20.0	4.0	114.0	0.0	1.77	0.78
4	6	104.0	20.0	5.0	79.0	0.0	1.33	1.55
	Total	104.0	20.0	5.0	79.0	0.0	1.33	1.55
2	7	167.0	36.0	28.0	96.5	6.5	0.80	2.08
	8	70.0	5.0	12.0	50.0	2.5	0.69	1.01
	9	42.0	5.5	7.0	29.0	0.5	1.08	0.39
	10	76.0	15.5	17.5	37.5	5.5	0.72	1.06
	11	48.0	13.0	2.0	33.0	0.0	0.75	0.64
Total	412.0	75.0	60.5	246.5	24.0	0.38	3.31	
Total		1187.0	159.0	110.0	888.5	29.5	0.68	4.19

Table-3. Modified tank model parameters for single, complex and detailed network

Network	Wate. No.	a ₁₁	a ₁₂	a ₂	a ₃	b ₁	b ₂	b ₃	h ₁₁	h ₁₂	h ₂	h ₃
Single	1	0.100	0.222	0.222	0.007	0.380	0.280	0.008	5.00	46.47	3.00	0.00
Complex	1	0.135	0.323	0.200	0.0077	0.481	0.200	0.020	3.50	52.11	5.00	0.00
	2	0.130	0.184	0.200	0.0075	0.491	0.200	0.020	4.05	47.82	5.00	0.00
	3	0.107	0.297	0.200	0.0073	0.534	0.200	0.020	2.39	29.57	5.00	0.00
	4	0.101	0.249	0.200	0.0072	0.546	0.200	0.020	2.94	24.85	5.00	0.00
Detailed	1	0.095	0.380	0.200	0.0072	0.558	0.200	0.020	2.94	19.62	5.00	0.00
	2	0.087	0.400	0.200	0.0071	0.575	0.200	0.020	0.73	12.64	5.00	0.00
	3	0.127	0.297	0.200	0.0075	0.496	0.200	0.020	5.15	45.80	5.00	0.00
	4	0.083	0.214	0.200	0.0070	0.582	0.200	0.020	4.05	9.73	5.00	0.00
	5	0.107	0.297	0.200	0.0072	0.534	0.200	0.020	3.50	29.57	5.00	0.00
	6	0.101	0.249	0.200	0.0072	0.546	0.200	0.020	3.50	32.75	5.00	0.00
	7	0.111	0.145	0.200	0.0073	0.527	0.200	0.020	5.15	46.75	5.00	0.00
	8	0.093	0.249	0.200	0.0071	0.561	0.200	0.020	3.05	18.25	5.00	0.00
	9	0.083	0.207	0.200	0.0070	0.582	0.200	0.020	4.05	9.73	5.00	0.00
	10	0.095	0.115	0.200	0.0072	0.558	0.200	0.020	2.72	19.62	5.00	0.00
	11	0.086	0.200	0.200	0.0071	0.576	0.200	0.020	2.39	11.95	5.00	0.00

갈치저수지와 河川區間으로 부터의 個別로 揚水하여 給水하고 있었으며, 일부지역에서는 管井으로부터 지하수를 取水하여 사용하고 있다.

浸透量은 日 3.5mm로 하였고, 時期別 물管理 방법은 慣行方法을 적용하여 물고높이를 定하였다.

3. 其他用水 需要量

生活用水는 河川區間內的 住民의 수 1,270명에 대하여 1일 167리터를 소모하는 것으로 하였다. 畜産用水는 家畜別 必要水量을 家畜頭數에 곱하여 산출하였고 區間內에는 工業地區가 없기 때문에 工業用水를 零으로 하여 산정하였다.

IV. 模型의 適用性 檢討

河川網模型의 適用性을 檢討하기 위하여 試驗對象流域인 半月貯水池流域의 1986년도 水文氣象資料를 이용하여 單一河川網, 複合河川網,

詳細河川網에 의한 貯水池 日別 流入量을 각각 계산하여 상호 상관성을 분석하고, 1986년의 半月貯水池에서 측정된 日別 水位記錄과 單一, 複合 詳細河川網에 의하여 推定된 流入量에 의한 貯水池의 日別 水位變動狀況을 비교하였다.

1. 流出量

單一河川網에서는 전체 流域을 對象으로 修正 tank 模型으로 계산된 量이 그대로 貯水池에 流入되므로 中間取水量이 무시되며 複合과 詳細河川網에 의한 유입량은 小流域別로 修正 tank 模型에 의하여 유입량이 계산되고 中間取水和 還元水를 고려하여 貯水池 유입량을 추정하였으며 여기서 中間取水量의 回收率은 70%를 적용하였다.

河川網의 구성방법에 따른 日流出量의 추정 결과는 Fig. 9(a)~(c)와 같았다. Fig. 9(a)는 單一河川網과 複合河川網의 流出量의 變化를 보여주는데, 單一河川網의 최고치가 複合河川網보다 큰 것을 나타내고 있다. Fig. 9(c)는

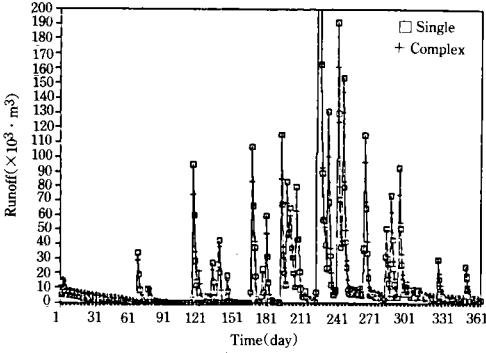


Fig. 9(a). Hydrographs by streamflow network model in Banweol reservoir (1986).

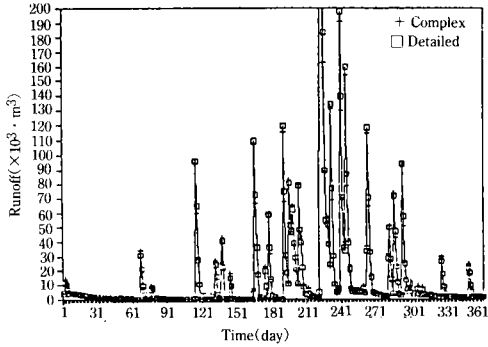


Fig. 9(b). Hydrographs by streamflow network model in Banweol reservoir (1986).

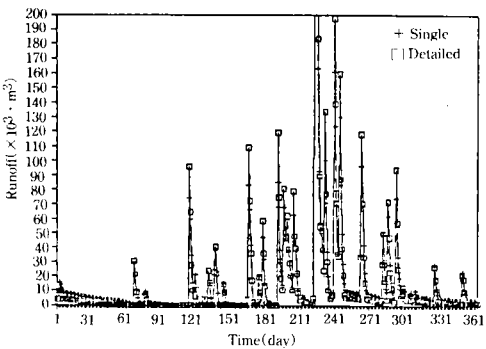


Fig. 9(c). Hydrographs by streamflow network model in Banweol reservoir (1986).

複合河川網과 詳細河川網의 比較결과이며 詳細河川網의 유출량이 複合河川網의 反應보다 작게 나타나고 있다. 그러나, 대체적인 경향은 흡사한 것을 알 수 있었다. 이와같은 區間區分의 數가 증가함에 따라 降雨時 유출의 反應이 낮은 것은 修正 tank 模型의 媒介變數의 非線形 關係에 의한 것과 區間區分에 따라 取水量의 규모가 고려되며, 특히 上流區間의 小留地 등의 영향이 고려되기 때문에 판단되었다.

Table-4는 單一, 複合, 詳細河川網에 대하여 日別 流入量 계산결과를 月別로 정리하고 相互 相關性을 분석하기 위하여 日別流入量에 대한 相關係數를 구한 것이다. 單一河川網과 複合河川網, 單一河川網과 詳細河川網, 複合과 詳細河川網에 대한 각각의 相關係數는 0.990, 0.995, 0.994로서 높은 相關性을 나타내고 있음을 알 수 있다.

2. 半月貯水池 水位測定

單一, 複合, 詳細河川網에서의 模型의 適用性을 檢證하기 위하여 試驗對象流域인 半月貯水池의 1986년도 3월부터 9월까지의 貯水池 水位觀測記錄을 이용하여 각 河川網別 日別 模擬發生 流入量에 따른 貯水池 水位변동을 비교하고 수위변동에 대한 日別 RMS오차와 평균 RMS오차, 日別 最大오차를 구하였다.

初期 貯水池 水位는 半月貯水池 滿水位標高인 EL+35m를 기준으로 하였으며 放流量은 서울大 農業開發研究所(1986), 金(1988)등이 半月貯水池 模擬操作試驗에 사용한 放流量模型을 사용하였다.

Fig. 10(a)~(c)는 實測貯水池 수위변동과 單一河川網, 複合河川網, 詳細河川網에 의한 日別流入量 추정치에 의한 貯水池 수위변동을 日別로 비교한 것이다. 河川網模型을 이용하여 半月貯水池의 日別水位變化 추정결과는 Fig. 10(a)~(c)와 같이 實測値와 잘 一致하고 있음을 알 수 있었다.

Table-5에서와 같이 日別水位변동에 대한 평

Table-4. Comparison of daily inflow estimation by streamflow network model in Banweol Reservoir(1986)

Month	Single(A)	Complex(B)	Detailed(C)	Difference		
				A-B	A-C	B-C
Jan.	231324.2	121184.7	105908.1	110139.5	125416.1	15276.6
Feb.	97148.1	25560.0	20980.3	71588.1	76167.8	4579.7
Mar.	118538.1	95387.7	92074.9	23150.4	26463.2	3312.8
Apr.	196727.6	195632.4	198978.9	1095.2	-2251.3	-3346.5
May.	224937.3	164019.5	157691.4	60917.8	67245.9	6328.1
Jun.	349378.5	379459.6	383254.8	-30081.1	-33876.3	-3795.2
Jul.	765494.9	803609.0	805949.4	-38114.1	-40454.5	-2340.4
Aug.	2533140.7	2646214.3	2651563.2	-113073.6	-118422.5	-5248.9
Sep.	778365.5	714323.1	707655.9	64042.4	70709.6	6667.2
Oct.	608125.3	539204.1	537978.8	68921.2	70146.5	1225.3
Nov.	217026.1	136879.7	128365.0	80146.4	88661.1	8514.7
Dec.	160566.0	93537.7	89509.6	67028.3	71056.4	4028.1
Total	6280772.3	5915011.8	5879910.3	365760.5	400826.0	35101.5

Unit : m³

Relative coefficients of daily inflow in Banweol reservoir

Single and complex : r=0.990

Single and detailed : r=0.995

Complex and detailed : r=0.994

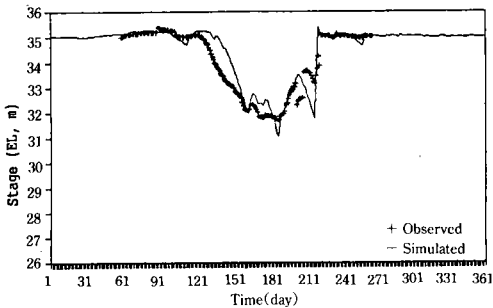


Fig. 10(a). Observed and simulated stage curve in Banweol reservoir(1986) by single streamflow network

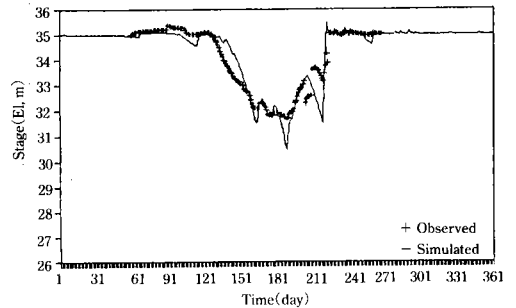


Fig. 10(b). Observed and simulated stage curve in Banweol reservoir(1986) by complex streamflow network

평균 RMS 오차는 單一河川網模型이 0.25m, 複合河川網과 詳細河川網이 0.22m로서 세가지 河川網模型이 근사치를 나타내고 있으며 金(1988) 등이 半月貯水池에서 日別 貯水池 模擬操作模型인 DIROM(Daily Irrigation Reservoir Operation Model)에 의하여 추정된 값과도 유사한

결과를 보이고 있음을 볼 때 河川網模型의 適用性이 양호함을 알 수 있다.

V. 模型의 應用

修正 tank 模型에 의한 流入量과 河川網模型

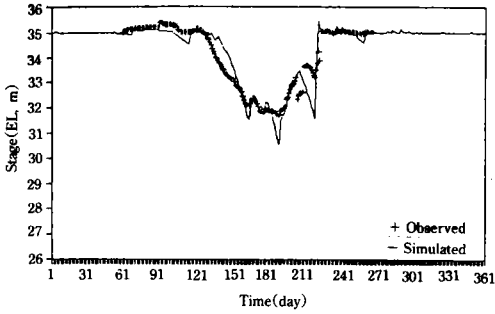


Fig. 10(c). Observed and simulated stage curve in Banweol reservoir(1986) by detailed streamflow network

Table-5. Error summary of observed and simulated reservoir stage for estimated inflow by streamflow network model(Banweol, 1986)

Unit : m

Class.	Single		Complex		Detailed	
	Daily RMS	Max. error	Daily RMS	Max. error	Daily RMS	Max. error
Mar.	0.01	0.14	0.01	0.18	0.01	0.19
Apr.	0.02	0.32	0.07	0.45	0.09	0.48
May.	0.72	1.26	0.41	1.02	0.39	0.99
Jun.	0.23	0.89	0.08	0.60	0.70	0.57
Jul.	0.22	1.11	0.27	1.09	0.28	1.13
Aug.	0.52	1.41	0.65	1.59	0.66	1.63
Sep.	0.01	0.29	0.02	0.34	0.02	0.36
Mean	0.25	0.77	0.22	0.75	0.22	0.76
Lowest Stage	obs.	sim.	obs.	sim.	obs.	sim.
	31.68	31.09	31.68	30.59	31.68	31.09

에 의한 區間別 流入成分과 取水成分을 임의로 河川區間에서 水文合成한 결과와 貯水池 등에 의한 貯留량의 변화를 비교함으로써 본 模型의 應用性을 檢討하였다.

이를 위하여 먼저 同一地點인 複合河川網의 10번구간과 詳細河川網의 26번구간, 複合河川網의 11번 구간과 詳細河川網의 26번구간에 대한 유출량을 각각 비교하여 相互 相關性을 分析評價함으로써 본 모형의 구간별 用水需給解

析에 대한 應用性을 檢討하였으며, 두번째로 上流側 河川區間에서 貯水池 등의 설치로 인하여 下流側 河川區間에 미치는 영향을 분석하고, 세번째로는 貯水池의 必要貯水量에 대하여 분석할 수 있도록 본 模型의 應用性을 檢討하였다.

1. 河道區間 流出量

Fig. 11(a), (b)는 두地點에 대하여 複合河川網과 詳細河川網에 의한 日別 流出量 推定值을 비교한 것이다. Table-6은 複合 10번과 詳細 26번 구간, 複合 11번과 詳細 33번 구간에서의 河川網模型에 의하여 推定된 流出量의 相互相關性과 複合河川網模型에 대한 詳細河川網模型 推定值의 月別 相對誤差를 나타내고 있다. 複合

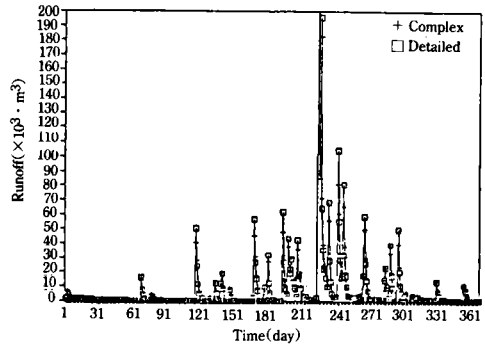


Fig. 11(a). Hydrographs at complex reach #10 and detailed reach #26 in Banweol(1986)

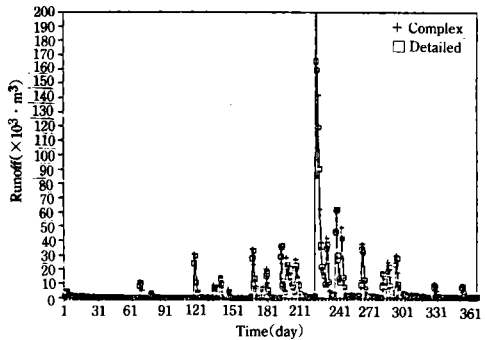


Fig. 11(b). Hydrographs at complex reach #11 and detailed reach #33 in Banweol(1986)

Table-6. Correlation analysis for estimated flow of complex and detailed network model in Banweol(1986)

Month	Complex # 10(A)	Detailed # 26(B)	Complex # 11(C)	Detailed # 33(D)	Relative error(%)	
					(A-B)/A	(C-D)/C
Jan.	51009.1	49244.7	39554.7	34428.9	3.46	12.96
Feb.	9637.1	10372.0	8476.8	6458.4	-7.63	27.35
Mar.	42868.0	41708.8	32824.0	31625.0	2.70	3.65
Apr.	88297.2	91171.5	65915.2	68104.3	-3.26	-3.32
May.	77240.4	72255.1	54023.4	54335.7	6.45	-0.58
Jun.	170325.6	239515.8	128775.0	132706.2	-40.62	-3.05
Jul.	364792.1	367795.4	273390.9	276762.2	-0.82	-1.23
Aug.	1209294.0	122272.4	887239.1	886088.2	-1.11	0.13
Sep.	326576.8	326613.4	241523.1	236856.2	-0.01	1.93
Oct.	245821.0	247011.9	181969.1	181969.1	-0.48	0.00
Nov.	62988.3	59885	46083.5	41029.2	4.93	10.97
Dec.	42406.9	41860.1	32009.4	28661	1.29	10.46
Total	2691257.0	2770158.0	1991790.0	1978725.0		
Average	224271.4	230846.5	165982.5	164893.7	6.06	6.30
Correl. coeff.(r)	0.996		0.923			

10번과 詳細 26번 河川區間의 日別 流出量 推定值에 대한 相互關係數는 0.996, 月別 平均 相對誤差는 6.06%이며, 複合 10번과 詳細 33번 하천구간의 日別 流出量 推定值에 대한 相互關係數는 0.923, 月別 平均 相對誤差는 6.30%로서 複合河川網에 의한 推定值와 詳細河川網에 의한 區間別 推定值에 대한 信賴度가 높은 것을 알 수 있다.

2. 小留池의 影響

Fig. 12는 갈치 小留池 設置前後의 日別 流出量의 變化를 圖式的으로 나타낸 것이다. Table-7은 複合河川網 11번 구간(詳細河川網 33번 구간)에서 上流側에 위치한 갈치小留池 設置前後의 日別, 月別流出量의 變化를 분석한 결과이다.

Table-7과 같이 갈치小留池 設置後의 流出量은 年間總量에서는 6078m³이 감소되었고 月變化는 渴水期인 1, 2, 4월과 9월~12월까지 7개월 동안 日平均 59m³이 줄어 들었으나 3월과

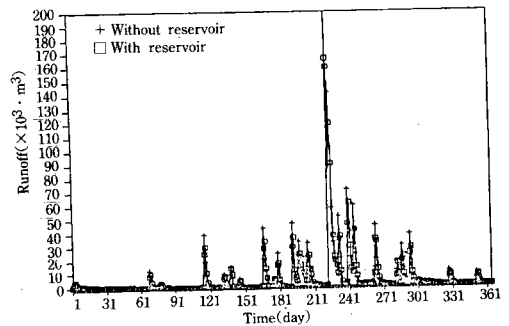


Fig. 12. Hydrographs without and with Galchi reservoir at detailed network #33 in Banweol(1986)

5월~8월 동안의 5개월은 日平均 4m³이 늘어나는 현상을 보이고 있으며 年間 日平均 2.76%, 수량으로 16.6m³이 감소되었음을 알 수 있다. 降雨期인 5월~8월 사이에 갈치小留池 設置後의 流出量이 늘어난 것은 小留池 水面上의 蒸發量이 하절기에는 作物의 蒸發散量보다 적게 나타나는 데에도 원인이 있으며 貯水池의 浸透損失

Table-7. Estimated streamflow changes without and with Galchi reservoir at detailed network reach # 33 in Banweol(1986)

Month	Without reservoir (A)	with reservoir (B)	Changes(B-A)		
			Monthly	Daily	rate (B-A)/A
Jan.	37318.2	34428.9	-2889.3	-93.2	-7.74
Feb.	7420.9	9158.4	-1262.5	-45.1	-17.01
Mar.	31443.7	31625.0	181.3	5.85	0.57
Apr.	68140.5	68104.3	-36.2	-1.2	-0.05
May.	53852.4	54335.7	483.3	15.6	0.90
Jun.	132199.0	132706.2	507.2	16.9	0.38
Jul.	274745.3	276762.9	2016.9	65.1	0.73
Aug.	882807.3	886088.2	3280.9	102.6	0.36
Sep.	241323.1	236856.2	-4466.9	-148.9	-1.85
Oct.	182455.5	181969.1	-486.4	-15.7	-0.27
Nov.	42848.0	41029.2	-1818.8	-60.6	-4.24
Dec.	30149.0	28661.9	-1487.1	-48.0	-4.93
Total	1984802.9	1978725.0	-6077.9		
Average	165400.2	164893.7	-506.5	-16.65	-2.76

량과 修正 tank 模型의 地下浸透 損失要素인 b3 와의 차이에도 원인이 있을 것으로 판단되나 이 부분에 대한 보다 구체적인 원인규명을 위한 연구가 필요하다.

3. 必要貯水量 分析

貯水池의 内容積은 일정규모의 한발기간동안 자연유하량 이상의 用水需要量을 충족시킬 수 있도록 하는 값으로 정의할 수 있다. 이때의 内容積을 必要貯水量이라 한다.

本 模型의 應用의 예로서 對象유역의 半月貯水池에 대하여 必要貯水量 分析을 시도하였으며, 1965년~1987년 동안 月別面적의 必要水量 進량을 충족시켰을 때, 日別 貯水量의 變化를 計算하여 기존의 有效貯水量과 比較하였다.

Fig. 13은 日別 貯水量중 最少貯水量과 有效貯水量과의 차이를 必要貯水量으로 定義하여 年別로 나타내고 있는데, 有效貯水量인 1.6

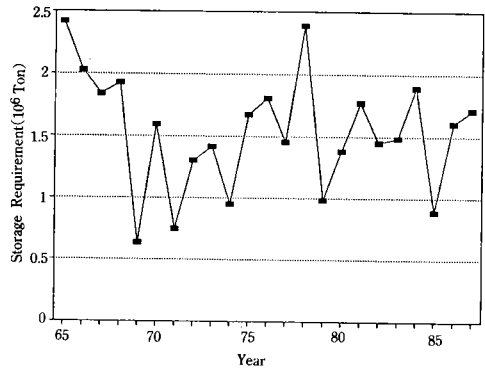


Fig. 13. Reservoir storage requirement of Banweol reservoir

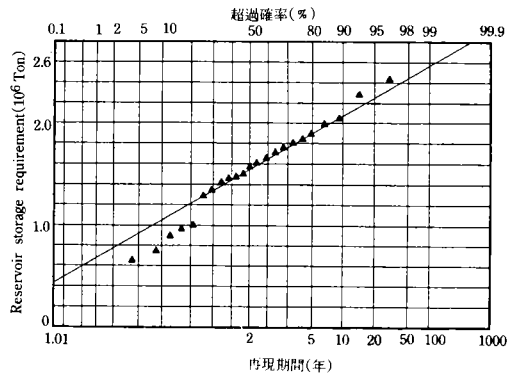


Fig. 14. Frequency analysis of storage requirement of Banweol reservoir

백만톤보다 많은 貯水量이 필요한 해는 11개년 으로서 가장 많은 貯水量이 필요했던 해는 1965년의 2.4백만톤이었다.

계산된 半月貯水池의 年別 必要貯水量에 대하여 頻度分析을 실시한 결과, pearson type III 분포에 가장 잘 일치되는 것으로 나타났는데, 이를 재현기간별로 표시하면 Fig. 14와 같다. 여기서 半月貯水池의 必要貯水量은 재현기간 10년에 대하여 약 2.07백만톤으로 현재 有效貯水量의 1.29배에 해당하였다.

한편, 기존의 1.6백만톤은 재현기간 2.5년의 한발에 대하여 충분한 급수가 가능한 것으로 추정되었다. 그러나, 실제 月別지구에는 補助水源工인 洑를 설치해서 운영하고 있는데, 그

영향은 고려하지 않았다.

VI. 要約 및 結論

農漁村地域의 中小河川流域에서 河川區間別 日別 用水需給解析이 가능하도록 流域의 土地 利用 및 被覆狀態와 長期流出解析의 重要因子인 流域蒸發散量을 이용하는 修正 tank 模型을 개발하였다. 對象流域을 選定하여 最適化技法과 地相因子와의 關係로서 修正 tank 模型의 媒介變數를 補正하고 그 결과를 검증하여 未計測 中小河川流域에서의 適用性을 檢討하였다. 中小河川의 河川網에 의한 水文合成方法으로 流入量과 需要量을 推定하여 中小河川區間別 流出解析이 가능하도록 河川網模型을 개발하였다. 河川網模型을 單一河川網, 複合河川網, 詳細河川網으로 구분하여 模型의 適用性과 應用性을 檢討하였다.

第 1, 2, 3報의 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 日別 長期流出解析을 위하여 土壤水分係數와 流域被覆係數를 고려한 流域蒸發散量 推定方法을 도입하여 3단 tank를 갖는 修正 tank 模型을 개발하였다.

2. 流域被覆係數의 값은 土地利用區分에 따라 月平均 蒸發散係數를 誘導하여 決定하였으며 流域內의 土地利用狀態를 조사하여 面積構成比에 따라 流域의 加重平均値를 適用하였다.

3. 未計測 中小河川流域의 流出量 推定을 위하여 10個 流域을 對象으로 最適化 技法에 의하여 修正 tank 模型의 10個 媒介變數를 구하고 地相因子와의 關係를 回歸分析하여 未計測 流域에 適用할 수 있도록 補正하였다.

4. 補正된 媒介變數에 대한 銳敏度分析을 실시하였으며 10% 단위로 50% 변화를 추정한 결과 a_3 가 0.111로서 年間 70~100mm의 流出量의 變化를 나타내어 가장 銳敏도가 높은 것으로 나타났으며 나머지 媒介變數의 50%의 變化에 대한 年間 流出量의 變化는 30~50mm로 나타

났다.

5. 流域蒸發散 推定은 Pan 蒸發量과 Penman式에 의한 潛在蒸發散量의 關係를 清明日과 雨天日로 나누어 15個 對象流域에 대한 線形回歸方程式에 의하여 推定하였으며 1986년의 1년 동안의 實測 Pan 蒸發量과 Penman式에 의한 潛在蒸發散量을 分析한 결과 相關係數는 0.874, RMS 오차는 0.874mm/日, 平均 相對誤差는 4.64%로서 5% 미만의 精確성을 나타내었다.

6. 修正 tank 模型에 대한 適用性을 檢討하기 위하여 7個 對象流域에 대한 日別 流出量 推定値와 實測値를 비교분석한 결과 相關係數는 平均 0.777, RMS 오차는 平均 2.81mm/日를 나타내었고, 年 流出量은 10% 미만의 오차를 보였다.

7. 日別 流出量 推定値는 低水流出에 대하여는 비교적 實測値와 一致된 結果를 보여 利水次元에서 長期流出解析에는 有用성이 인정되나 洪水流出에 대하여는 模型의 推定値와 實測値間에 큰 오차를 나타내어 洪水期의 日流出量 推定에는 문제가 있음을 알 수 있었다.

8. 中小河川流域을 流域의 成分과 크기에 따라 單一河川網, 複合河川網, 詳細河川網으로 구분하여 河川網을 구성하고 水文合成方法에 따라 河川區間別로 流入, 流出成分을 分析 推定하는 方法을 제시하고 小流域別로 地相因子와 媒介變數, 물需要量을 分析하여 中小河川區間에서의 流出量을 계산할 수 있는 河川網模型을 開發하였다.

9. 개발된 日別 用水需給解析模型(DSD)를 이용하여 中小河川流域에서 하천망에 따라 流域을 細分하여 流入量을 추정한 결과 동일지점에서 단일유역으로 추정한 流入量과 근사치를 나타내고 있어 DSD模型의 中小河川의 임의의 河川區間에서 日別 用水需給解析에 적용성이 높음을 알 수 있었다.

10. DSD模型의 應用性을 高찰하기 위하여 中小河川 中間부의 河川區間에서 貯水池設置前

後의 日別 流出量을 추정하고 그 결과를 비교하여 未計測 中小河川區間에서 수리구조물의 설치로 인한 하류측 流出量의 변화를 분석하였으며, 半月貯水池의 必要貯水量을 계산하여 기존의 有效貯水量과 비교하였다.

參 考 文 獻

1. 農林水産部, 農漁村振興公社, 1991~1992, 農漁村用水의 개발 및 最適利用模型化 研究.
2. 鄭夏禹, 朴承禹, 1985~1988, 貯水池 물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.
3. 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.
4. 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.
5. 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(Vol. 34).
6. 許遺萬, 朴昌彦, 朴承禹, 1993, 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, 韓國農工學會誌(Vol. 34).