

우리나라 可用水資源에 對한 水文學的 再考

박 성 우

〈農學博士 서울大學校 農科大學 教授〉

內容 目次

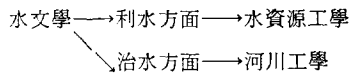
- 1~0 緒言
- 2~0 우리나라 강수의 수자원적 有効性
- 3~0 河川流出의 수자원적 有効性
- 4~0 可用 수자원의 계산적 표시법
- 5~0 可用 수자원 계산 結果에 대한 見解

1~0 緒言

極히 敎科書的인 學問의 범위(理論的인 面에서)에서 우리나라의 水文學도 諸外國에 그다지 먼 거리를 두고 바라 보는 정도는 아니것 같다.

그러나 사실 솔직히 말해서 敎科書的인 學問이 그런 정도라고 해서 그 水文學이 韓國學的으로 어느정도 發展 되었으며 그것이 또한 如何히 利用되어 있는가 하는 點에서는 其方面의 學徒인 필자로서는 赤面을 禁할 수 없다.

우리는 엄격히 말해서



으로 學的인 體系를 우선은 區分한다면 利水面에 있어

서의 水文學의 一切의 理論을 우리나라 水資源 開發에 만족스러운 정도로 利用하고 있는가 하는 點에 對해서 우선 焦點을 맞추어 보자는 것이 本論文의 主旨이다.

두말할것도 없이 물은 우리의 생명 維持에 不可缺한 요소이며 또한 文明의 발달을 저울질 할 수 있고 그의 한계를 占칠수 있는 요소이기에 洋의東西을 莫論하고 이것의 開發에 安간힘을 다하고 있는것은 正當한 처사이지만 좀더 우리로서 아쉬운것은 우리나라에 있어서는 그의 가치 평가에 있어서 切實感이 不足하고 또한 開發에 있어서 理論의 적용이 不완전 하다는 것을 말하고 싶다. 이論文은 우리나라 水資源개발의 理論的 근거를 주기위한 敎科書的인 水文學을 韓國學的인 水文學으로 전환 시키려는 필자의 뜻이며 또한 여기에 引用한 各種자료는 우리나라 諸水文學資料의 分析值이며 이들의 값을 水資源개발에 우선 적용시켜 본 하나의 思考方式의 試圖이다.

2~0 우리나라 降水의 水資源의 有効性

水資源의 Source는 말할것도 없이 自然降水이다. 降水가 水資源的인 역할을 하는데는 一時的인 集中暴雨나 또는 작은量的의 降水가 자주 내리는 경우는 그의 有効性은 水資源의 價値는 적다고 할 수 있을 것이다.

그러기에 강수의 정도나 강수량의 稠密性 등이 水資

월별 일강수량 평균치 (mm)

地名 月別	서울	수원	인천	강릉	서귀포	포항	부산	광주	목포	여수	울산	추풍령	전주	대구	울릉도	제주
1	3.3	2.9	—	5.8	—	5.9	4.5	2.2	2.6	3.4	3.5	3.2	2.9	3.1	3.4	4.1
2	3.7	3.3	—	8.3	—	6.1	7.6	3.8	3.6	6.2	8.0	4.3	4.8	5.3	5.4	5.2
3	6.1	6.3	—	7.5	—	7.6	11.5	6.5	6.6	9.5	10.0	6.3	6.9	8.0	6.2	6.1
4	9.4	9.2	—	8.0	—	8.2	14.8	8.4	9.8	13.5	11.6	8.4	6.9	9.1	8.9	8.2
5	8.7	8.6	—	9.9	—	8.9	13.8	7.8	6.6	14.7	10.9	7.2	8.8	5.0	8.6	8.7
6	13.2	13.8	—	9.5	—	10.4	16.4	13.5	13.5	16.8	13.4	11.4	12.3	11.2	10.6	14.8
7	24.4	21.5	—	14.5	—	13.6	15.7	12.6	12.3	17.7	15.9	50.0	15.3	14.5	11.1	17.3
8	18.8	17.2	—	12.8	—	14.5	20.6	12.9	13.8	15.2	18.8	14.1	16.5	12.8	10.4	19.7
9	14.1	12.9	—	18.0	—	11.6	15.7	12.7	12.9	12.0	15.5	11.2	13.7	14.3	15.0	17.8
10	7.0	6.5	—	11.5	—	8.7	11.6	6.6	7.9	8.7	9.1	7.1	7.2	7.6	9.6	11.5
11	4.9	4.5	—	10.0	—	9.4	9.5	5.5	5.3	6.8	9.1	5.7	5.1	5.8	8.9	8.8
12	3.2	3.0	—	7.4	—	7.3	7.9	3.0	3.2	4.7	8.0	5.2	3.1	3.9	7.5	3.9

源의인 전지에서 주의해야 할 것이다.

이러한 관점에서 우리나라의 降水의 諸樣相을 살핀 것이 다음의 資料이다. 즉, 우리나라 日降雨量의 기록이 있는것은 全國의으로 約40,000個 이다.

지역적으로 區別해야 하지만 10萬平方km의 전지역

은 이문제에 관해서는 그다지 심한 유효성이 있다고는 생각지 않고 一括的으로 조사했다.

이 表에서 結論은 우리나라 1일강우량의 평균은 9.8mm. 즉 약 10mm 이다.

위의 表를 요약하면 다음表와 같다.

우리나라 월별 1일 강수 평균치 (mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
월별평균 1일 강수	4.0	5.4	7.5	9.6	9.4	12.9	18.3	15.6	14.1	8.6	7.1	5.1	9.8

2) 各 地方의 月別 降水 일수

지방마다 월별에 對한 降水회수를 조사한 結果는 다음 表와 같다.

월 별 일 강 수 일 수

지점	서울	수원	인천	강릉	서귀포	포항	부산	광주	목포	여수	울산	추풍령	전주	대구	울릉도	제주
1	7.1	7.4	—	4.5	—	4.1	4.5	10.7	12.5	5.1	4.4	7.6	8.4	4.5	19.3	4.9
2	5.8	6.1	—	6.3	—	5.6	5.4	7.4	9.7	5.8	5.4	6.8	7.2	4.6	16.8	12.2
3	7.6	8.1	—	8.72	—	7.7	8.0	8.5	8.9	8.9	8.1	7.7	9.7	8.9	6.7	12.5
4	8.1	8.4	—	7.8	—	9.6	9.6	8.3	9.0	10.7	10.5	9.6	8.8	7.8	9.4	10.7
5	9.1	8.7	—	7.8	—	8.4	9.4	8.5	9.5	10.7	9.7	9.7	9.0	8.3	8.0	10.5
6	10.7	10.3	—	12.0	—	10.1	11.1	9.4	10.8	11.8	10.4	11.2	11.1	10.8	10.8	11.1
7	16.3	15.8	—	15.3	—	13.6	14.2	3.4	13.4	16.2	13.7	15.8	15.1	13.1	12.6	12.0
8	12.7	12.7	—	13.0	—	10.7	9.8	11.2	11.2	12.7	10.6	12.8	13.5	11.9	10.1	11.6
9	9.5	10.0	—	10.1	—	10.5	10.4	9.5	9.9	11.2	11.0	9.5	10.3	10.3	12.2	12.1
10	6.8	2.2	—	7.0	—	6.8	6.6	6.0	6.8	5.1	6.6	7.0	6.9	6.0	10.3	8.0
11	8.5	9.5	—	6.9	—	6.3	5.7	7.5	9.1	5.8	6.7	8.5	8.6	5.6	12.8	10.5
12	8.0	9.2	—	4.7	—	4.3	4.9	9.4	10.5	4.7	4.3	7.2	9.1	4.7	16.7	13.8

위의 表의 뜻은 평균해서 매월 9.8日 약 10일간은 비가 내린다는 뜻이되며 그것의 월분포는 다음表와 같다.

全國 월별 평균 강수 일수표(日單位)

月 別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
강수일	1.5	7.5	8.7	9.2	9.1	10.8	13.6	11.9	10.5	6.9	8.0	8.0	9.8

各 月別 地點別 무강수일과 강수일의 比

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
서울	7.1	5.8	7.6	8.1	9.1	10.7	16.3	12.7	9.5	6.8	8.5	8.0	8.0
	23.9	22.2	23.4	21.9	21.9	19.3	14.7	18.3	20.5	24.2	21.5	23.0	
수원	3.4	3.8	3.1	2.7	2.4	1.8	0.9	1.4	2.2	3.6	2.5	2.7	2.7
	7.4	6.1	8.1	8.4	8.7	10.3	15.8	12.7	10.0	7.2	9.5	9.2	
강릉	23.6	21.9	22.9	21.6	22.3	19.7	15.2	18.3	20.0	23.8	26.5	21.8	21.8
	3.2	3.6	2.8	2.6	2.6	1.9	1.0	1.4	2.0	3.3	2.2	2.4	
포항	4.5	6.3	8.7	7.8	7.8	12.0	15.3	13.0	10.1	7.0	6.9	4.7	4.7
	26.5	21.7	22.3	22.2	23.2	18.0	15.7	18.0	19.9	24.0	23.1	26.3	
부산	6.6	3.4	2.6	2.8	3.0	1.5	1.0	1.4	2.0	4.0	3.4	5.6	5.6
	4.1	5.6	7.7	9.6	8.4	10.1	13.6	10.7	10.5	6.8	6.3	4.3	
부산	26.9	22.4	23.3	20.4	22.6	19.9	17.4	20.3	19.5	24.2	23.7	26.7	26.7
	6.6	4.0	3.0	2.1	2.7	1.9	1.3	1.9	1.8	3.6	3.8	6.2	
부산	4.5	5.4	8.0	9.6	9.4	11.1	14.2	9.8	10.4	6.1	5.7	4.9	4.9

		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
광	주	26.5	22.6	23.0	20.4	21.6	18.9	16.8	21.2	19.6	24.9	24.3	26.1
		5.8	4.2	2.9	2.1	2.3	1.7	1.2	2.2	1.9	4.1	4.3	5.3
목	포	10.7	7.4	8.5	8.3	8.5	9.4	3.4	11.2	9.5	6.0	7.5	9.4
		20.3	20.6	22.5	21.7	22.5	20.6	27.6	19.8	20.5	25.0	22.5	21.6
여	수	1.8	2.8	2.6	2.6	2.7	2.2	8.1	1.7	2.2	4.2	3.0	2.3
		12.5	9.7	8.9	9.0	9.5	10.8	13.4	11.2	9.9	6.8	9.1	9.5
울	산	18.5	18.3	22.1	21.0	21.5	19.2	17.6	19.8	20.1	24.2	20.9	20.5
		1.5	1.9	2.5	2.3	2.2	1.9	1.3	1.7	2.0	3.5	2.3	2.2
추	령	5.1	5.8	8.1	10.7	10.7	11.8	16.2	12.7	11.2	5.1	5.8	4.7
		25.9	22.2	22.9	19.3	20.3	18.2	14.8	18.3	18.8	25.9	24.2	26.3
전	주	5.1	4.1	2.8	1.8	1.9	1.5	0.9	1.4	1.3	5.1	4.2	5.6
		4.4	5.4	7.7	10.5	9.7	10.4	16.7	10.6	11.0	6.6	6.7	4.3
대	구	26.6	22.6	23.3	19.5	21.3	19.6	17.3	20.4	19.0	24.4	23.3	26.7
		6.1	4.2	3.0	1.9	2.2	1.9	1.2	1.9	1.7	3.7	3.5	6.0
울	릉	7.6	6.8	9.7	9.6	9.7	11.2	15.8	12.3	9.5	7.0	8.5	7.2
		23.4	21.2	21.3	20.4	21.3	18.8	15.2	18.7	20.5	24.0	21.5	23.8
제	주	3.1	3.1	2.2	2.1	2.2	1.7	1.0	1.5	2.2	3.4	2.5	3.2
		8.4	7.2	8.9	8.8	9.0	11.1	15.1	13.5	10.3	6.9	8.6	9.1
대	구	22.6	20.8	22.1	21.2	22.0	18.9	15.9	17.5	19.7	24.1	21.4	21.9
		2.7	2.9	2.5	2.4	2.5	1.7	1.0	1.3	1.9	3.5	2.5	2.4
울	릉	4.5	4.6	6.7	7.8	8.3	10.8	13.1	11.9	10.3	6.0	5.6	4.7
		26.5	23.4	24.3	22.2	22.7	19.2	17.9	19.1	19.7	25.0	24.4	26.3
제	주	5.9	5.1	3.7	2.8	2.7	1.8	1.3	1.6	1.9	4.2	4.3	5.6
		19.3	16.8	12.5	9.4	8.0	10.8	12.6	10.1	12.2	10.3	12.8	16.7
비	비	11.7	11.2	18.5	20.6	23.0	19.2	18.4	20.9	17.8	20.7	17.2	14.3
		0.6	0.7	1.5	2.2	2.9	1.8	1.4	2.0	1.4	2.0	1.4	0.8
비	비	4.9	12.2	11.2	10.7	10.5	11.1	12.0	11.6	12.1	8.0	10.5	13.8
		26.1	15.8	19.8	19.3	20.5	18.9	19.0	19.4	17.9	23.0	19.5	17.2
비	비	5.3	1.3	1.8	1.8	1.9	1.7	1.6	1.7	1.5	2.8	1.8	1.2

이 표에 依하면 평균해서 3:1의 비이지만 일부십지 방을 제외하면 夏季절에는 강수의 회수가 더 자주 있다는 것이 나타나고 있다.

4) 日本과의 比

1957年 日本의 수문학자 高橋浩一郎에 의하여 강수의 빈도와 그의 조밀성 그리고 기대최대일강수량과의 관계를 表示하기 위한 방안이 제시 되었다.

이것은 강우계수라는 用語로서 쓰였는데, 즉 任意日雨量 Ft 와 日雨量의 年평균치(우리나라의 경우에는 前記한 값에 의한 10.0mm)Fi 와의 比 즉 F_t/F_i 로서 表示했고 이 값(강우계수)은 Ft의 Return Period(Recurrence interval) F와 의 관계에 있어서 地點의인 性격을 가지지 않고 全國의이라는 것이었다는 연구 결과를 보고

강우 계수의 비교표

T (Year)	10	20	30	50	80	100	200
일본	1.49	1.69	1.80	1.95	2.08	2.14	2.33
한국		21.6		24.6		26.8	29.0

T...Return Period in Year

했다.

이 값을 일본과 우리나라의 그것과를 비교한다면 다음 表와 같다.

5) 結 論

위의 각 자료로서 강수가 우리나라 水資源에 미치는 有効성은 최후의 강우계수에 의하여 일본과 비교할 때 그의 효과는 $\frac{1}{12}$ 밖에 안된다는 結論이다.

일본에서 풍년을 상징하는말에 五雨十雨라는 말이 있다. 닛새에 한번 일출에 한번 비가 내리라는 뜻인데 우리나라의 경우에도 사실 평균해서 3日만에 한번의 비가내리는 셈인데 이러한 자연적 현상은 틀림없이 강우가 잦다는 뜻이 된다.

우리나라의 년강우는 1,200 mm 이라고 한다.

일본은 1600~1800 mm 라면 우리나라도 일본에 비해서 그다지 작은 量은 아니다. 우리는 水資源의 총활적 推定을 할때, 年 降水量의 총량에 면적을 곱하고 총인구로 나누는 방법을 쓴다.

그러나 사실에 있어서 水資源推定에 이러한 방법이

비이론적이라는 것이 여기서 노출되는 것이다.

즉, 강수가 곧 수자원이 되는것은 아니기 때문이다.

우리는 강수가 평온하게 내리서 河川에 풍부한 水量을 흐르게 해주는 것을 第一義적으로 환영 할 것이다.

그러기에는 적당한 정도의 비가 多量으로 내리며 또 그의 회수도 인간과 식물이 生을 營爲하는데 알맞는 간격을 두고 내리면 하는 것이 우리의 희망이다. 그러나 우리나라의 강수의 양상을 水資源의 근원으로서의 강수를 정밀조사한 結果는 前記한 바와 같으며 이것의 종합적인 견해는 결국

- a) 강수의 회수는 많다.
- b) 日單位의 降水量은 작다.
- c) 년 총강우량은 많다.
- d) 때때로 大量的의 폭우가 내린다.

등의 結論이 내려질수 밖에 없다. 이것은 다시 말해서 수자원적 유효성은 일본과 비교해서 $\frac{1}{12}$ 밖에 안된다는 뜻이며 즉 일본의 1,800 mm에 對해서 우리나라는 사실 極端의 表現을 한다면 년강우량이 150mm 밖에 안된다는 뜻이 되기도 한다.

다음의 表는 하절기(6,7,8)에 있어서 水原 지방에서의 최근 30년간의 일강우량의 분포 表인데 총강우수(일강우량) 1,539 개 중 2.9 mm의 강우가 897 즉 約 60%임을 보여주고 있다.

이 뜻은 일강우 3.0 mm 짜리가 총강우중 60% 이라는 것인데 일강우 3.0 mm 라면 표면流出에 하등의 영향을 주지 않는다는 것은 누구나가 다 알수있다. 이러한 비가 자주 온다고 해서 水資源으로서의 역할을 하겠는가 하는데 對하여서는 의심스럽다.

또 년강우량이 1,200 mm 라면 세계 평균 강우량을 40% 上廻하는 多雨인지라 이 강우량을 채우기에는 몇 개의 폭우 즉 적어도 200 mm/day 程度의 降雨가 每年

수원지점에서 일강우 분포表(6.7.8月)

Class	Yi(mm)	f	Class	Yi(mm)	f
0~10	2.9	897	131~140	136.1	3
11~20	14.7	218	141~150	147.2	2
21~30	23.4	140	151~160	154.5	1
31~40	34.9	80	161~170		
41~50	45.6	60	171~186	176.5	1
51~60	54.6	32	181~190	183.5	1
61~70	64.7	26	191~200	194.0	2
71~80	75.0	16	201~210	203.5	2
81~90	83.8	16	211~220	213.0	2
91~100	95.9	17	221~230		
101~110	105.9	10	231~240	232.5	1
111~126	113.3	8	301~310	282.5	1
121~130	125.1	3			1,539

4~5회는 있어야 한다는 結論인데 이러한 폭우가 또한 수자원으로서의 유효성이 있겠는가 하는 것도 또한 수자원 계획에 커다란 실질적 문제점이다.

3~0 河川 流出의 수자원적 유효성

降水와 河川流出은 직접적인 관계가 있다. 그러기에 전절에서의 우리나라 강수의 양상은 능히 河川 流出을 짐작할 수 있게 된다.

흔히 우리나라 河川의 流況(Flow duration)에 관해서는 河川계수에 의하여 論하고 있다.

즉 그의 結果로서 갈수량이 적고 洪水량이 많다는 등으로 表示해주고 있다. 그의 원인은

- a) 山에 나무가 적고
- b) 山이 급경사고
- c) 하절에 집중적으로 비가 내린다.

등으로 설명하고 있다.

그러나 그것보다 사실은 더 근본적인 원인이 있다는 것을 전절에서 우리는 실질적으로 봤다.

즉, 강수의 분포와 그의 성격 때문이었다는 것이 더 큰 원인이라는 것이다.

1) 年流況 分布

필자에 의한 우리나라 河川流況의 年間流出 분포율(Flow duration distribution percentage in year)는 다음의 表와 같다.

Annual Flow-Duration Ratio in Percent

Day	%	累 加	비 고
1	5.11	5.11	10日間 Flow
2	4.43	9.54	
3	3.78	13.52	
4	2.68	16.00	
5	2.35	18.35	
6	2.08	20.43	
7	1.96	22.39	
8	1.77	24.16	
9	1.69	25.85	
10	1.55	27.35	
20	0.97	—	豐 水
30	0.65	—	
40	0.59	—	
50	0.45	—	
60	0.38	—	
70	0.29	—	
80	0.23	—	
90	0.19	—	
95	0.175	—	
100	0.16	—	

Day	%	累	加	비	고
110	0.14	—	—		
120	0.12	—	—		
130	0.11	—	—		
140	0.09	—	—		
150	"	—	—		
160	"	—	—		
170	0.08	—	—		
180	"	—	—		
185	"	—	—	平	水
190	"	—	—		
200	0.07	—	—		
210	"	—	—		
220	"	—	—		
230	"	—	—		
240	0.06	—	—		
250	"	—	—		
260	"	—	—		
270	0.05	—	—		
275	"	—	—	低	水
280	"	—	—		
290	0.051	—	—		
300	"	—	—		
310	0.05	—	—		
320	0.048	—	—		
330	0.045	—	—		
340	0.04	—	—		
350	0.037	—	—		
355	0.031	—	—	갈	수
360	0.027	—	—		
365	0.015	100	—		

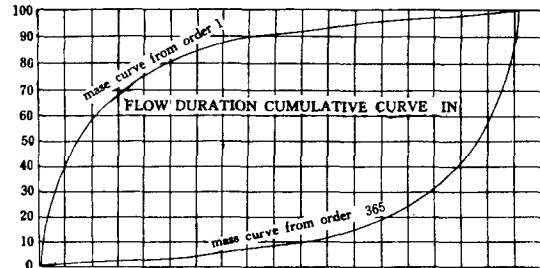
2) 年流況에 對한 견해

河川은 잠잠하게 그리고 넘치게 되는 맑은 물이흐를 때 그것은 물리적 資源으로서의 가치는 물론이거니와 인간의 內的 生活에 營養을 주는 그의 가치 또한 至大하다.

그러기에 우리는 그러한 河川을 원하지만 우리나라 河川은 그렇지 않다는 것이 위의 곡선에서 立證된다.

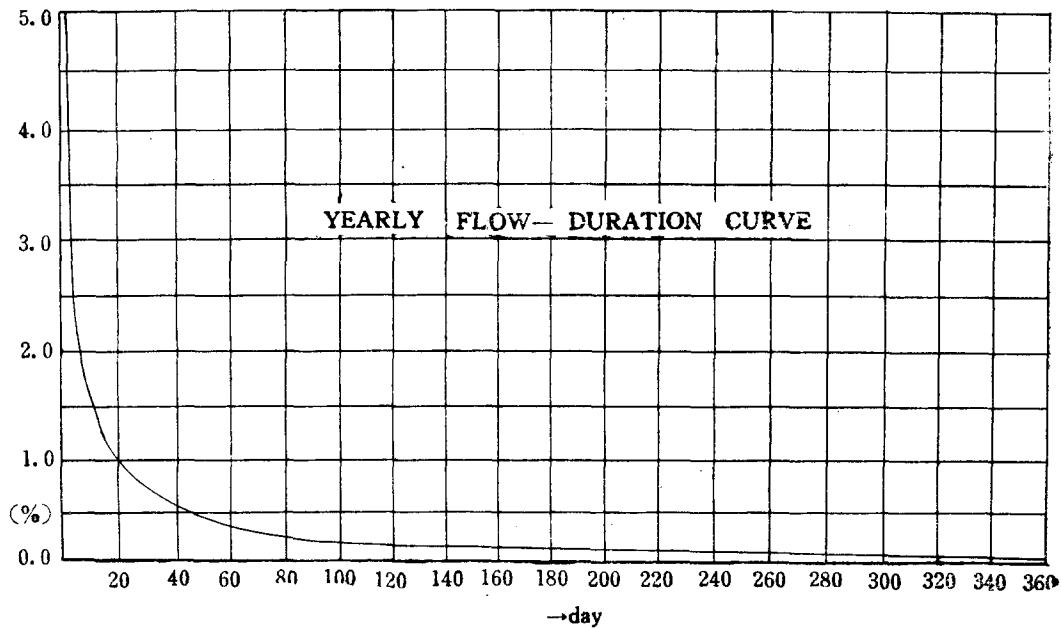
이러한 사실을 더 노출시키기 위한 수학적 감각은 Curve를 mass Curve 型으로 변경시킨다면 더 한층 明白해진다. 즉 일반적으로 그의 線型的 變化를 表示하는 것이 곡선이고 率的變化가 微分法이 라면 전체적인 累積量을 表示해 주는 것이 積分 곡선일 것이기 때문에 즉 流況계수 $y=f(t)$ 를 $\phi = \int_{t=1}^{t=i} f(t)dt$ 의 型으로 전환시킨 것이 다음의 곡선이다.

Flow-durtiun mass Curve



이들의 곡선에 依하면 年 10個의 流出量 畵한다면 年 총流出量의 27.4%라는 많은 水量이 흘러 버린다는

Flow duration Curve in Year.



結果가 된다.

湧水量은 年총유출량에서 불매 평면있는 少量이며 이것은 前記한 강우특성에 의하여 미리 짐작이 가능한 바다. 즉 강우계수의 肥大에 따라서 河川계수값이 커지게 마련이다. 일반적으로 위의 연구結果의 수치적인 表示는 漢江의 예를 들면 평균 年총강우량은 1,331.4 mm로 할때 流出量은 梶山式의 $f=0.8$ 일때 847.04 mm 총流量은 年 $222.58 \times 10^8 \text{m}^3$ 이다.

이 값에 依한 계산상의 갈수량은 $79.0 \text{m}^3/\text{sec}$ 가 된다.

이 값은 또한 한강 年평균갈 수량과(관측치) 비등한 값이 되기도 한다.

4~0 可用 수자원의 계산적 표시법

누구나가 다 아느냐와 같이 수자원은 쓰고저 할 때 쓸수 있는 것이라야한다. 그러기에 流域에서의 수자원을 포장수자원과 可用 수자원으로 구분 하지만 사실에 있어서 이 可用 수자원 이라는 뜻의 精確한 해석과 그 의 區分의 한계는 묘하다.

그렇지만 중요한 資源으로서의 물의 量을 막연한 推定에 依하여 판단 한다는것은 또한 비과학적인 것에는 틀림 없다.

필자는 다음 우리나라 최대의 流域을 가지고 있는 한강의 수자원에 對한 계산적 방법을 提示하고 그에 대한 견해를 論하고저 한다.

i) 월별 流出量에 對한 근거는 우리나라에서 일반적으로 쓰여오는 流出量公式에 依한 것이다.

여기서는 $f=0.8$ 의 값이였고 그의 이유로서는 本流域에 관한 많은 水文보고서에 依하면 $f=0.8$ 이 타당하고 또 本流域정도의 크기라면 梶山公式의 通用이 가능하다.

ii) 농업용수의 소비량 결정은 표준과 최고의 量을 각각 결정했고

iii) 기타 각 用水量은 도시 계획과 기타 각종 보고서에서 引用한 것이다.

iv) 1981年의 10年후를 고려했고

v) $\frac{1}{20}$ 旱魃에 對한 推定은 물론 시간을 갖고 충분히 연구할 문제이지만 先 현재 우리가 하고있는 일반적인 수문학적 연구 방법에 依하여 概略的으로 계산하고 流入量推定에 기초를 두었다.

5-0 可用水資源計算結果에 對한 見解

i) 물은 움직이고 있다. 靜的인 資源은 아니다. 即 鑛

山에 저장되어 있는 鑛物처럼 되어 있는 것은 아니다. 故로 連續的 變化의 파락과 또한 消費用水量의 動的把握이 또한 重要한 것이다. 이것의 平衡이 不等할 때 물 不足이요 또한 水害의 現象이다.

大部分의 경우, 한 流域에서의 水資源에 對한 計劃에서는 다음과 같이 한다. 예를 들면 水資源 綜合開發 計劃(1969~81)에서 漢江에 對한 利用現況을 보면

漢江의 水資源利用 現況表

總流出量 (10^6m^3)	非利用量 (10^6m^3)	利用量 (10^6m^3)			計	
		農業用水	工業用水	生活用水	計	利用率
17,000	15,613	472	465	250	1,387	8.16%

等과 같이 表示한다. 이것은 其의 動的 資源인 물의 過不足에 對해서는 알바 없게 되어있다. 그러나 물 收支 計算書에 依하여 其의 收入(input)과 支出(output)의 樣式을 取한다면 過不足의 動態에 對하여 알게 될 것이다.

ii) 現在와 같은 條件下에서의 물 支出을 고려 하고 $\frac{1}{20}$ 의 한발일 경우를 假定한다면 6月 中旬에 있어서 는 75×10^6 의 물이 不足하다는 것을 Balance Sheet에 依하여 볼 수 있게 된다. 勿論 우리나라의 一年中의 總流出量에 있어서 不足하다는 뜻은 아니지만 季節的으로 보아서 不足해 진다는 뜻이다. 그러기에 이 不足量을 여하히 調節하겠는가 하는 것이 水資源開發計劃의 要點이 될 것이다.

iii) 最惡의 경우, 即 $\frac{1}{20}$ 의 한발과 1981年의 最大 用水量을 생각할 때 漢江流域에 있어서의 水資源에 對한 計劃은 심각한 立場에 서게 된다. 即 1月, 2月에는 季節的으로 不足하거나 3月末에 가서야 $10 \times 10^6 \text{m}^3$ 의 물이 겨우 남게 되고 全總量에 있어서도 $420 \times 10^6 \text{m}^3$ 의 多量의 물이 不足하다는 결론이 나온다.

(※ 1981年에 있어서의 最大用水量과 그리고 또한 $\frac{1}{20}$ 한발이라는 數值的 背景에서 計算했다는 點을 留意해야 할 것이고 또한 이 寡雨에 對한 流域分析은 좀더 水文學的 研究가 必要한 것은 勿論이라고 前提했다 그러나 事實 우리나라의 경우, 이러한 程度의 한발은 容易하게 만난다. 最近 湖南에서의 旱害는 其의 例일 것이다.)

iv) 이러한 Balance Sheet에서의 數值追跡에 依하면 事實上에 있어서의 可用水資源이라는 것이 如何히 추적해야 할 것인가를 다시 한번 고려해야 할 것이라는 點을 여기서 論하고저 하는 바이다.

현재 漢江 水系 內에 있어서 평균 농업 用水 單位量을

월보	순별	流 入 部				수 요							
		월평균강우	평균유출	평균유량	유적면적	유 량	누 가 유 량	농업용수(평균 단위의 경우)					
		mm	mm	m ³ /day	km ²	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	용수단위 m ³ /sec/ha	관제면적 ha	용 수 량 m ³ /sec	용 수 량 10 ⁶ m ³		
1	상	22.8	11.38	111.69	26,218.91	96,502	96,502	80,372.88	"	"	"		
	중					"	193,004						
	하					106,154	299,158						
2	상	24.7	12.73	138.34	"	119,517	418,675	"	"	"	"		
	중					"	538,192						
	하					95,613	638,805						
3	상	64.0	32.53	309.46	"	267,375	901,180	"	"	"	"		
	중					"	1,168,555						
	하					294,113	1,462,668						
4	상	115.3	72.44	734.99	"	635,032	2,097,700	"	"	"	"		
	중					"	2,732,732						
	하					"	3,376,764						
5	상	79.0	35.47	344.77	"	297,884	3,665,648	0.000067	"	"	0.269		
	중					"	3,963,532	"			"		
	하					327,671	4,291,203	"			"		
6	상	123.2	52.80	535.50	"	462,670	4,753,873	"	"	"	1.04		
	중					"	5,216,543	0.00197			"	158,335	136.80
	하					"	5,679,213	0.00051			"	40,990	35.41
7	상	385.0	145.21	2,918.34	"	2,521,450	8,200,663	0.00045	"	"	36,168	31,249	
	중					"	10,722,113	0.00048			"	38,579	33,332
	하					2,773,595	13,495,708	0.00085			"	68,317	64,928
8	상	216.2	122.90	1,425.21	"	1,231,384	14,727,092	0.00095	"	"	76,354	65,969	
	중					"	15,958,476	0.00130			"	104,485	90,275
	하					1,354,523	17,312,999	0.00130			"	104,485	99,320
9	상	170.0	122.90	1,246.45	"	1,075,935	18,389,934	0.00057	"	"	45,813	56,248	
	중					"	19,466,869	0.00081			"	65,102	597.90
	하					"	20,545,804	"			"	39,582	
10	상	52.1	28.71	281.78	"	243,461	20,787,265	"	"	"	"	"	
	중					"	21,030,727						
	하					267,806	21,298,534						
11	상	52.2	23.58	239.15	"	206,624	21,505,158	"	"	"	"	"	
	중					"	21,711,782						
	하					"	21,918,406						
12	상	21.1	12.93	126.91	"	109,647	22,058,053	"	"	"	"	"	
	중					"	22,137,700						
	하					120,612	22,258,312						
計		1,331.4	847.04										

사용했을 때 평균 강우시의 물 收支 계산서

用 水 量 部							收 支 계 산 부			
누 가 량 10 ⁹ m ³	공 업 용 수			생 활 용 수			총용수량 순별누계 10 ⁶ m ³	순 별 나 람 부 족 량 10 ⁶ m ³	순 별 누 가 량 10 ⁶ m ³	누 가 량에 대 한 과 부 족 량 10 ⁶ m ³
	단위수용량 m ³ /day	용 수 량 10 ⁶ m ³	누 가 량 10 ⁶ m ³	단위용수량 m ³ /day	용 수 량 10 ⁶ m ³	누 가 량 10 ⁶ m ³				
		3.86109	3.86109	563,603	5,636	5,636	9,497	87,005	9,497	87,005
	386,109	"	7.72218	"	"	11,272	"	"	18,994	174,010
		4.2472	11.96538		6,200	17,472	10,447	95,707	29,441	269,717
		3.86109	15.8265		5,636	23,108	9,497	110,020	38,938	379,737
	"	"	19.6876	"	"	28,744	"	110,020	48,435	489,757
		3.0885	22.7760		4,510	33,254	7,599	88,014	56,034	577,771
		3.86109	26.6372		5,636	38,890	9,497	257,878	65,531	835,649
	"	"	30.4982	"	"	44,526	"	"	75,028	1,093,529
		4.2472	34.7455		6,200	50,726	10,447	238,666	85,475	1,377,193
		3.86109	38.6066		5,636	56,362	9,497	625,525	94,972	2,002,728
	"	"	42.4677	"	"	61,998	"	"	104,469	2,628,263
		"	46.3288		"	67,634	"	"	113,966	3,253,798
		"	50.1899		"	73,270	9,845	288,039	123,811	3,541,837
	"	"	54,0510	"	"	78,906	9,729	288,155	133,540	3,829,992
		4.2472	58.2982		6,200	85,106	10,679	316,992	144,219	4,146,984
1.04		3.86109	62.1593		5,636	90,742	9,729	452,941	153,948	4,599,925
137.84	"	"	66.0204	"	"	96,378	146,279	316,373	300,245	4,916,298
173.26	"	"	69.8815	"	"	102,014	44,907	417,763	345,152	5,334,061
204.51		"	73.7426		5,636	107,650	40,746	2,480,704	385,898	7,814,765
237.84	"	"	77.6037	"	"	113,286	42,829	2,478,621	428,727	10,293,386
302.77		4.2472	81.8509		6,200	119,486	75,375	2,698,220	504,102	12,991,606
368.74		3.86109	85.7120		5,636	125,122	75,465	1,155,918	579,568	14,147,524
459.01	"	"	89.5732	"	"	130,758	99,772	1,131,612	679,340	15,279,136
558.32		4.2472	93.8203		6,200		109,749	1,246,774	789,089	16,525,910
		3.86109	97.6814		5,636	142,594	49,079	1,027,865	838,168	17,553,766
	"	"	101,5425	"	"	148,230	65,745	1,011,190	903,913	18,564,906
		"	105.4036		"	154,430	9,497	1,067,438	913,410	19,632,394
		"	109.2647		5,636	160,066	"	233,964	922,907	19,866,358
	"	"	113.1258	"	"	165,702	"	"	932,404	20,100,322
		4.2472	117.3730		6,200	171,902	10,447	257,359	942,851	20,357,681
		3.86109	121.2341		5,636	177,538	9,497	197,127	952,348	20,554,808
	"	"	125.0952	"	"	183,174	"	"	961,845	20,751,935
		"	128.9563		"	188,810	"	"	971,342	20,949,062
		"	132.8174		"	194,446	"	100,150	980,839	21,049,212
	"	"	136.6785	"	"	200,082	"	"	990,336	21,149,362
		4.2472	140,9257		6,200	206,282	10,447	110,165	1,000,783	21,259,527

現在 漢江 水系內에 있어서 평균 농업 用水 單位量을

월별	순별	流 入 部						수 요			
		월평균강우	평균유출	평균유량	유역면적	유 량	누 가 유 량	농업용수(평균용수단위 정의)			
		mm	mm	m ³ /sec	km ²	10 ⁶ m	10 ⁶ m ³	용수단위 m ³ /sec/ha	관계면적 ha	용 수 량 m ³ /sec	용 수 량 10 ⁶ m ³
1	상 중 하	3.4	7.95	80.42	26,218.91	69.48 " 76.43	69.48 138.96 215.39		80,372.88 "		
2	상 중 하	2.8	7.83	84.86	"	73.32 " 58.66	288.71 262.03 420.69		"		
3	상 중 하	7.7	10.44	102.2	"	88.30 " 97.12	508.99 597.29 694.41		"		
4	상 중 하	45.5	25.77	260.67	"	225.22 " "	919.63 1,144.85 1,370.07		"		
5	상 중 하	23.33	12.42	121.58	"	105.04 " 115.55	1,475.11 1,580.15 1,695.70	0.000067 " "	"	0.269 " "	
6	상 중 하	32.3	8.14	82.34	"	71.14 " "	1,766.84 1,837.98 1,909.12	" 0.00197 0.00051	"	" 158,335 40,999	1.04 136.80 35.41
7	상 중 하	91.04	40.61	397.53	"	343.47 " 377.81	2,252.59 2,596.06 2,973.87	0.00045 0.00048 0.00085	"	36,168 38,579 68,317	31,249 33,332 64,928
8	상 중 하	57.06	23.20	227.11	"	196.22 " 215.84	3,170.09 3,366.31 3,582.15	0.00095 0.00130 0.00130	"	76,354 104,485 104,485	65,969 90,275 99,302
9	상 중 하	23.4	19.34	195.63	"	169.02 " "	3,751.13 3,920.19 4,089.21	0.00057 0.00081	"	45,813 65,102	39,582 56,248
10	상 중 하	9.3	16.86	165.04	"	142.60 " 156.86	4,231.81 4,374.41 4,531.27		"		
11	상 중 하	11.6	10.75	108.74	"	93.95 " "	4,625.22 4,719.17 4,813.12		"		
12	상 중 하	6.67	10.38	101.61	"	87.80 " 96.57	4,900.92 4,988.72 5,085.29		"		
計			193.69								

사용 했을 때의 20年 루밭시에 있어서의 물 收支 계산서

用 水 量 部							收 支 계 산 서			
누 가 량 10 ⁶ m ³	공 업 용 수			생 활 용 수			총용수량 누 계 (10 ⁶ m ³)	순 별 과 량 10 ⁶ m ³	순 별 누 가 량 10 ⁶ m ³	누 가 량에 대 한 과 보 족 량 10 ⁶ m ³
	단 위 용 수 량 m ³ /day	용 수 량 10 ⁶ m ³	누 가 량 10 ⁶ m ³	단 위 용 수 량 m ³ /day	용 수 량 10 ⁶ m ³	누 가 량 10 ⁶ m ³				
		3.86109	3.86109	563,603	5,636	5,636	9,497	59,983	9,497	59,983
	386,109	"	7.72218	"	"	11,272	"	"	18,994	119,966
		4.2472	11,96538	"	6,200	17,472	10,447	65,983	29,441	185,949
		3.86109	15.8265		5,636	23,108	9,497	63,823	38,938	249,772
	"	"	19.6876	"	"	28,744	"	"	48,435	313,595
		3.0885	22,7760		4,510	33,254	7,599	51,061	56,034	364,656
		3.86109	26.6372		5,636	38,890	9,497	78,803	65,531	443,459
	"	"	30.4982	"	"	44,526	"	"	75,028	522,262
		4.2472	34.7455		6,200	50,726	10,447	86,673	85,475	608,935
		3.86109	38,6066		5,636	56,362	9,497	215,723	94,972	824,658
	"	"	42.4677	"	"	61,998	"	"	104,469	1,040,381
		"	46.3288		"	67,634	"	"	113,966	1,256,104
		"	50.1899		"	73,270	9,845	95,195	123,811	1,351,296
	"	"	54.010		"	78,906	9,729	95.311	133,540	1,446,610
		4.2472	58,2982		6,200	85,106	10,679	104,871	144,219	1,551,481
1.04		3.86109	62,1593		5,636	90,742	9,729	61,411	153,948	1,612,892
137.84	"	"	66,0204	"	"	96,378	146,297	-75,157	300,245	1,537,735
173.26	"	"	69.8815		"	102,014	44,907	26,233	345,152	1,563,958
204.51		"	73.7426		5,636	107,650	40,746	302,724	385,898	1,866,628
237.84	"	"	77.6037	"	"	113,286	42,829	300,641	428,727	2,167,323
302.77		4.2472	81.8509		6,200	119,486	75,375	302,435	504,102	2,469,758
368.74		3.86109	85.7120		5,636	125,122	75,466	120,774	579,568	2,590,532
459.01	"	"	89,5731	"	"	130,758	99,772	96,448	679,340	2,686,980
558.32		4.2472	93.8203		6,200	136,958	109,749	106,091	789,089	2,793,071
597.90		3.86109	97.6814		5,636	142,594	49,079	119,941	838,168	2,913,012
654.15	"	"	101,5425	"	"	148,230	65,745	103,275	903,913	3,016,287
		"	105,4036		"	154,430	9,497	159,523	913,410	3,175,540
		"	109.2647		5,636	160,066	"	133,103	922,907	3,308,643
	"	"	113.1258	"	"	165,702	"	133,103	932,404	3,441,746
		4.2472	117.3730		6,200	171,902	10,447	146,413	942,851	3,588,159
		3.86109	121.2341		5,636	177,538	9,497	84,453	952,348	3,672,612
	"	"	125.0952	"	"	183,174	"	"	961,845	3,757,065
		"	128.9563		"	188,810	"	"	97,342	3,841,518
		"	132,8174		5,636	194,446	"	78,803	980,839	3,919,821
	"	"	136,6785	"	"	200,082	"	"	990,336	3,998,124
		4.2472	140,9257		6,200	206,282	10,447	86,123	1,000,783	4,084,247
					26,082		1,000,783			

漢江 水系內에 있어서 最大 농업 用水 單位量을

월별	순별	流入部						수요			
		월평균강우	평균유출	평균유량	유역면적	유량	누가유량	농업용수(最大 用水(單位의 경우))			
		mm	mm	m ³ /sec	km ²	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	급수단위 m ³ /sec/ha	관개면적 ha	용수량 m ³ /sec	용수량 10 ⁶ m ³
1	상 중 하	3.4	7.95	80.42	26,218.91	69.48 " 76.48	69.48 138.96 215.39		150,000		
2	상 중 하	2.8	7.83	84.86	"	73.32 " 58.66	288.21 262.03 420.69		"		
3	상 중 하	7.7	10.44	102.20	"	88.30 " 97.12	508.99 597.29 694.41		"		
4	상 중 하	45.5	25.77	260.67	"	225.22 " "	919.63 1,144.85 1,370.07		"		
5	상 중 하	23.33	12.42	121.58	"	105.04 " 115.55	1,475.11 1,580.15 1,695.70	0,000072 " "	"		
6	상 중 하	32.3	8.14	82.34	"	71.14 " "	1,766.84 1,837.98 1,909.12	" 0.00274 0.00153	"	0.54 411 229.5	2.10 355.15 198.29
7	상 중 하	91.04	40.61	397.53	"	343.47 " 377.81	2,252.59 2,596.06 2,973.87	0.00174 0.00234 0.00220	"	261.0 351.0 330.0	225.50 303.26 313.63
8	상 중 하	57.06	23.20	227.11	"	196.22 " 215.84	3,170.09 3,366.31 3,582.15	0.00232 0.00219 0.00220	"	348.0 328.5 330.0	300.67 283.82 313.63
9	상 중 하	23.4	19.34	195.63	"	169.02 " "	3,751.17 3,920.19 4,089.21	0.00180 0.00139 "	"	270.0 208.5	233.28 180.14
10	상 중 하	9.3	16.86	165.04	"	142.60 " 156.86	4,231.81 4,374.41 4,531.27		"		
11	상 중 하	11.6	10.75	108.74	"	93.95 " "	4,625.22 4,719.17 4,813.12		"		
12	상 중 하	6.67	10.38	101.61	"	87.80 " 96.57	4,900.92 4,988.72 5,085.29		"		
計			193.69								

사용 했을때의 20年 투발 時의 收支 計算書(1981年 기준)

用 水 量 部							收 支 計 算 部			
공 業 用 水		생 活 용 수					총용수량	순 別 과 량	순 別 누 가 량	누 가 용 수 량 부 족
누 가 량	單 位 용 수 량	용 수 량	누 가 량	單 位 용 수 량	용 수 량	누 가 량	순 別 누 계	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³
10 ⁶ m ³	m ³ /day	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	m ³ /da-1	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³	10 ⁶ m ³
		60,32877	60,329		16,46575	16,466	76,795	-7515	76,765	7,515
		"	120,658	1,646,575	"	32,932	"	-7515	153,590	15,030
	6,032,877	66.36165	187,020		18,11233	51,044	84,474	-0,365	238,064	15,395
		60.32877	247,349		16.46575	67,510	67,795	-3,474	314,859	18,869
	"	"	307,678	"	"	83,976	"	-3,474	391,654	22,343
		48.26302	355,941		13.17260	97,149	61,436	-2,776	453,090	25,119
		60.32877	416,270		16.46575	113,615	76,795	11,505	529,885	13,614
	"	"	476,599	"	"	130,081	"	"	606,680	2,109
		66.36165	542,961		18,11233	148,193	84,474	12,646	691,154	10,537
		60.32877	603,290		16,46575	164,659	76,795	148,425	767,949	158,962
	"	"	663,619	"	"	181,125	"	"	844,744	307,387
			723,948		"	197,591	"	"	921,539	455,812
		"	784,277		"	213,057	77,495	27,545	999,034	483,357
	"	"	844,606	"	"	230,523	77,262	27,778	1,076,296	511,135
		66.36165	910,968		18,11233	248,635	84,941	30,609	1,161,237	541,744
2.10		60.32877	971,296		16.46575	265,101	77,262	-6,122	1,238,499	535,622
357.20	"	"	1,031,624	"	"	281,567	431,895	-360,755	1,670,394	74,867
555.49	"	"	1,091,952	"	"	298,033	275,085	-203,945	1,945,479	29,078
780.99		"	1,152,280		"	314,499	302,295	41,175	2,247,774	12,098
1,084.25	"	"	1,212,608	"	"	330,965	380,055	-37,080	2,627,829	24,983
1,397.88		66.36165	1,278,970		18.11233	349,077	398,104	-20,294	3,025,933	45,277
1,698.55		60.32877	1,339,299		16.46575	365,543	377,465	-181,249	3,403,398	226,522
1,982.37	"	"	1,399,628	"	"	382,009	360,615	-164,395	3,764,013	390,917
2,296.00		66.36165	1,465,990		18.11233	400,121	398,104	-182,264	4,162,117	573,181
2,529.23		60.32877	1,526,318		16.46575	416,587	310,075	-141,055	4,472,192	714,236
2,709.37	"	"	1,586,646	"	"	433,053	256,935	-87,915	4,729,127	802,151
		"	1,646,974		"	449,519	76,795	92,225	4,805,922	707,926
		60.32877	1,707,302		"	465,985	"	65,805	4,882,717	644,121
	"	"	1,767,630	"	"	482,451	"	"	4,959,512	578,316
		66.36165	1,833,992		18.11233	500,563	84,474	72,385	5,043,986	505,931
		60.32877	1,894,320		16,46575	517,029	76,795	17,155	5,120,781	488,776
	"	"	1,954,648	"	"	533,495	"	"	5,197,576	471,621
		"	2,014,976		"	549,961	"	"	5,274,371	454,466
		"	2,075,304		16.46575	566,427	"	11,005	5,351,166	443,461
	"	"	2,135,632	"	"	582,893	"	"	5,427,961	432,456
		66.36165	2,202,994		18.11233	601,005	84,474	12,096	5,512,435	420,360

<차호 계속>