

開發事業 規模에 따른 全國 主要河川의 洪水災害危險性 增加分析

- A Flooding Risk Potential Anlaysia of Major Rivers in Variation with
Development Size -

沈 在 鉉

(韓國地方行政研究院 責任研究員)

金 東 完

(內務部 防災計劃課長)

<目 次>

I. 序論

II. 對象河川과 流出模型

III. 流出量 및 洪水位 增加分析

IV. 評價制 對象事業의 規模設定

V. 結論

<ABSTRACT>

With the requirement of better quality of life, the more facilities for recreation and leisure are needed. The development projects, therefore, are currently being constructed or planned with an unprecedented matter.

In the view of disaster prevention, the development project induce the increase in runoff quantity due to impervious area and its increased quantity flows through the downstream basin with an floong risk.

To estimate flooding risk due to the development, 79 stations of Direct Jurisdiction rivers and 10 cases of development size are selected.

The ratio for the increse of runoff quantity and design flood quantity are used to relative flooding risk with different chracteristics of each river.

In these results, 2% of increasing ratio predominate over the cases and its criteria was applied to The Disaster Impact Assessment Program, enacted in July, 1996.

To secure the safety for flooding in whole downstream area, the measures for reduction of runoff increase due to the development must be established.

I. 序 論

고도의 경제성장과 생활수준의 향상에 따라 과거 그 어느때 보다 전국적으로 국토개발이 활발해지고 있는 시점이며, 이러한 추세는 삶의 질 향상이라는 국민적 요구와 1995년 4대 지방선거이후 정착되고 있는 지방화시대에 있어 지방자치단체의 경영화 전략에 의해 더욱 가속화되고 있다.

따라서 과거에 비해 전국의 도처에서 많은 위락, 레저시설 및 산업입지, 공업단지 등이 조성중이거나 계획중에 있다. 그러나 시대적인 흐름에 따른 이러한 긍정적인 측면의 이면에는 개발에 따른 투수성 면적의 감소와 인위적인 토지의 변화를 유발시키며, 이에 따라 홍수재해의 가중요인이 증가하고 있다는 점을 간과해서는 안될 것이다.

여기서 각종 개발사업으로 인한 재해의 가중요인이란 경우에 의한 유출량의 증가를 의미한다. 방재공학적인 측면에서 개발사업은 자연상태의 산지나 녹지지역이 인위적인 행위에 의해 불투수성 지역으로 변화하는 현상으로 파악하는 것이 일반적인 견해이다.

이러한 관점에서 1996년 7월부터 시행중인 재해영향평가제는 각종 수해를 방지하면서도 적절한 개발행위를 하기 위해서 개발계획이 홍수대책인 치수목적에 부합되도록 적절하게 수립되었는지의 여부를 평가하는 제도라 할 수 있다. 즉 개발로 인한 유출특성의 변화에 대한 유역전체의 유수, 보수기능을 평가하여, 유수의 억제 및 안전한 토지이용 등에 대한 종합적인 평가가 필요한 것이며, 이러한 평가가 이루어져야만 상·하류 자치단체의 재해원인 규명에 따른 분쟁을 없앨 수 있고, 개발행위로 인한 유역의 치수능력 축소를 막아 종합적이고 체계적인 홍수대책이 가능하기 때문이다.

재해영향평가제의 성격은 무조건적인 개발행위의 억제라기 보다는 보호적 규제정책이라 할 수 있다. 이는 유출을 증가시키는 행위를 하는 일부 개인이나 집단에 대해 재산권의 행사나 행동의 자유를 구속, 억제하여 반사적으로 더 많은 사람들의 이익을 보호하는 적극적 정책이라고 정의할 수 있다).

하천을 홍수로 부터 보호한다는 관점에서 볼 때 재해영향평가제는 개발사업으로 인하여

1) 재해영향평가제는 홍수피해대책의 일환으로서, 재해영향평가제의 관리체계는 크게 다음과 같은 세가지의 수단을 가지는 제도라 할 수 있다. 첫째로는, 개발에 따른 유출량의 증대로 인한 하류피해의 최소화하는 예방적 수단이며, 둘째로는 예방적 수단에 의한 억제에도 불구하고 발생가능한 피해는 강제적인 규제조치를 통해 방지하는 규제적 수단이다. 또한 평가제에 의해 승인된 계획을 통하여 개발이 완료된 이후 발생할 수 있는 천재에 의한 피해에 대해서는 분쟁조정과 원인규명의 부분을 포함하는 구체적 수단을 포함하는 제도이다. 심재현, 「재해영향평가제 시행방안」, 한국지방행정연구원 연구보고서 94-14 (제194권), pp.28~30, 1995.

증가하는 유출량이 하천으로 그대로 유입될 경우 증가하는 홍수위를 개발사업구역내에서 저류, 또는 침투시킴으로서 개발사업으로 인한 하류부의 홍수위험을 사전제거하는데 그 목적이 있다.

따라서 방재공학적인 측면에서만 살펴보면 비록 개인이나 소규모 단체의 개발사업에 대해서도 이러한 저류기능을 강제하는 것이 바람직하지만, 현실적으로 지나친 규제는 사업자나 개발을 하고자 하는 이들에게 경제적으로도 많은 부담을 주기 때문에 재해영향평가제를 적용하는데 있어서는 적절한 규모의 설정이 필요한 것이다.

따라서 본 연구에서는 대상사업의 규모별로 사업으로 인해 증가된 유출량이 하천으로 유입될 경우 하천의 계획홍수위²⁾에 주는 영향을 검토하여 적절한 재해영향평가제 대상사업의 규모를 설정하는데 연구의 목적이 있다.

II. 對象河川과 流出模型

본 연구에서는 개발사업으로 인해 증가하는 유출량이 하류부 하천으로 그대로 유입될 경우 하천의 홍수위에 미치는 영향을 산정한 것으로서, 중앙정부에서 관리하고 있는 직할하천을 적용 대상하천으로 설정하였다.

직할하천만으로 연구의 대상이 축소된 것은 유출증가에 따른 하천수위의 변화를 파악하기 위해서는 유량의 변화에 따른 수위의 증감을 나타내는 수위-유량관계 곡선식(rating curve)³⁾과 계획홍수위 및 계획홍수량 자료가 전제되어야 하는데, 우리나라에서 이 두가지 하천에 대한 자료를 확보할 수 있는 하천은 유일하게 직할하천만이 가능하였기 때문이다.

특히 개발사업으로 인해 증가한 유량이 소하천을 유하하여 최종적으로는 직할하천으로

2) 하천으로부터 유하되는 유량이 제방의 높이를 초과할 경우 하천인근지역의 침수로 인해 엄청난 피해가 발생하게 된다. 따라서 이러한 외수로부터 생활공간을 보호하기 위하여 제방을 축조하게 되는데, 이때 과거 하천 수위기록을 분석하고 비용-편익 분석(cost-benefit analysis)을 통해 선정되는 하천의 홍수위를 계획홍수위라 하며, 제방고의 축조기준이 된다. 일반적으로 계획홍수위를 기준으로 하여 천재와 인재를 구별하게 된다.

3) 수리학적으로 하천의 구성요소는 하상(river bed)과 하천단면이라 할 수 있는데, 하천단면은 하폭(river width)과 하상고(river depth)에 의해 나타내어진다. 일반적으로 하천마다 수심에 따른 하폭이 다양하게 변하기 때문에 하천의 유량을 파악하기 위해서는 수심별 하폭을 사전에 측량하고, 측량된 자료를 회귀분석한 식을 사용하여 수위별 유량을 파악하게 된다. 이때 사용되는 회귀분석식을 수위-유량관계곡선식이라 한다. 특히 이 식은 하상의 구성요소가 홍수시나 개수상황에 따라 세굴 또는 퇴적되어 수위가 변화하므로 해마다 이를 재측정하고, 식을 보완하게 되는데 우리나라의 경우 이러한 수정된 자료는 직할하천에만 국한되고 있는 실정이다.

유입되므로 연구의 결과는 유역전반에 걸친 재해위험성을 산정하는데 유용하리라 생각된다. 그리고 소하천의 수위변화는 상대적으로 하천단면이 매우 큰 직할하천에 대한 적용결과를 상회할 것으로 생각되어 본 연구의 결과는 상대적으로 실제 홍수위 증가량에 비해 적은 수치를 보일 것으로 예상된다.

본 연구에서 사용한 수위-유량관계식은 1993년 12월 건설교통부에서 발간한 “수위유량 관계곡선 자료집”에서 파악된 지점중에서 전국 5대강 유역의 계획홍수위를 파악할 수 있는 지점을 모든 선정하였는데, 지점의 총개수는 79개소이며 다음의 <표 1>은 대상지점들의 명칭과 계획홍수위를 나타낸 것이다.

<표 1> 각 지점별 계획홍수위와 계획홍수량 비교표

(단위 : m 또는 CMS⁴⁾)

지점명	계획 홍수위	계획 홍수량	지점명	계획 홍수위	계획 홍수량	지점명	계획 홍수위	계획 홍수량
안양	3.16	1970	진동	40.00	16110	공주	16.32	11700
안양천교	3.14	930	정암	7.50	3630	공주 TM	7.14	11700
철산교	16.65	1280	산청	7.92	5450	금남	1.29	11400
안양대교	6.24	1970	함양	7.94	2270	석화	16.58	5930
동야교	2.37	430	적포교	9.39	14820	옥산	6.90	4750
산본철도교	1.28	320	합천	7.19	3450	무심천 1	5.03	1530
고천교	6.16	1610	개진	6.16	14410	청주	3.95	1430
성남	13.33	1340	현풍	8.64	14410	북일	2.28	560
퇴계원	26.13	1655	고령교	11.19	14410	매포	6.35	7900
경안	5.25	1610	성서	29.22	14410	안남	6.19	7200
정평	12.70	1840	왜관	11.00	13420	신계교	6.75	2060
홍천	4.46	3663	구미	7.49	13420	기대교	3.78	1314
양평	2.57	1490	선산	7.04	13420	이평교	3.85	354
여주	3.82	1200	김천	11.26	13420	산성교	2.15	278
횡성	7.40	3311	강창 1	34.17	11210	심천	5.81	2570
달천	5.99	3530	낙동	12.18	11210	영산포	8.95	6000
충주 1	16.43	13900	사벌	9.50	10740	나주	9.70	5500
단양 1	9.07	11632	점촌	6.21	8950	남평	5.17	2290
영춘	6.05	10880	월포	5.68	6460	능주	4.02	1380
영월 1	9.91	10647	지보	7.13	6460	장성	3.61	1400
영월 2	7.25	4490	안동 1	7.58	6460	하동	16.72	12340
주천	4.35	2956	길안	8.52	5750	구례	19.20	11680
방림교	6.14	2300	봉화	8.47	5730	암록	16.62	7720
상안미	5.69	2020	강경	10.40	13300	남원	10.79	4990
거운	7.72	5359	논산	14.01	12600	적성	5.38	3930
밀양 2	12.50	16840	규암	7.83	13000	신태인	3.85	1000
						울산	8.84	3000

파악된 수위-유량관계곡선식은 개발사업으로 인한 유출증가량이 수위로 환산하기 위하여 필요한 것이며, 이를 위해서는 강우에 의한 유출량을 우선적으로 산정하여야 한다.

강우에 의한 유출현상을 모의하는 모형에는 여러가지가 있으며, 이를 모형의 특성별로

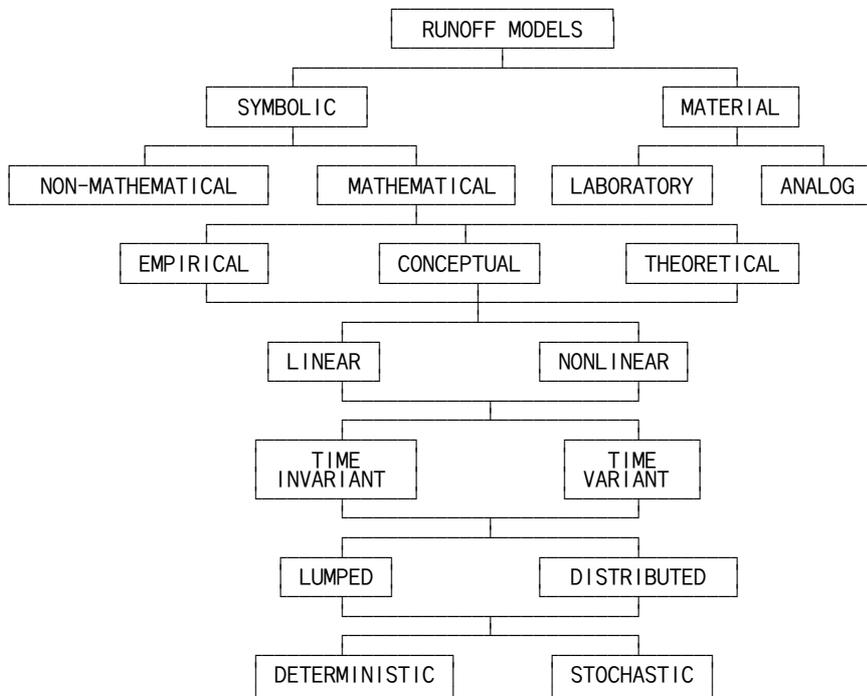
4) CMS란 흐르는 유량의 양을 나타내는 Cubic Meter per Second의 약자로서, m³/sec를 의미한다.

분류하여 나타낸 것이 <그림 1>이다⁵⁾.

그림에서 알 수 있는 바와 같이 강우-유출모형은 크게 기호모형(symbolic model)과 재료 모형(material model)으로 나뉘어 진다.

기호모형은 유출현상의 구조적인 체계를 현상의 특성별로 분리하여 이를 수식이나 기호화하여 모의하는 모형이며, 재료모형은 실제 현상과 유사한 특성을 구현할 수 있도록 하는 실험실에서의 축소모형실험과 상사모형으로 구분할 수 있다.

<그림 1> 강우-유출모형의 이론적 분류



이론적 모형(theoretical model)은 유출현상을 구현해 주는 수학적 지배방정식(governing equation)을 사용하는 모형을 의미하며, 경험적 모형(empirical model)은 현상을 나타내는 물리적 법칙과는 관계없이 관측된 자료를 중심으로 모형을 구성하게 된다. 개념적 모형(conceptual model)은 이 두가지 모형의 복합적인 형태로 구성되는 모형을 의미한다.

강우에 의해 발생하는 유출량을 산정하는 방법은 여러가지 종류의 모형이 이미 제시된

5) Vijay P. Singh, *Hydrologic Systems - Rainfall-Runoff Modeling* -, Prentice Hall, pp. 26~29, 1988.

바 있으므로 강우-유출모형은 사용하고자 하는 목적에 따라 다양하게 적용할 수 있다. 즉, 모형의 정확성에 대한 기준은 입력자료인 임의의 수문조건하에서 사용자의 필요성에 따라 적절하게 활용할 수 있다는 것이다.

이는 사용자가 높은 정확도가 필요한 경우 사용해야 하는 모형은 더 많은 수문자료를 입력치로 요구하게 되며, 이를 위해서는 많은 예산과 인력을 투입하여 세밀한 측정자료를 먼저 수집해야 한다. 이와 반대로 해당구역의 기초 수문자료가 없거나 정확도보다는 대략적이거나 신속한 계산결과가 요구되는 경우에는 적은 입력치로도 계산가능한 모형을 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 모형의 정확도와 입력자료의 수는 교호적(trade-off)인 관계라 할 수 있다.

본 연구의 대상인 직할하천의 경우에도 우리나라는 강우-유출모형을 적용하기 위한 실측자료가 부족하거나 전무한 상황이고, 모든 지점에 대해 하나의 유출모형을 통한 결과를 비교분석을 하기 위해서 Nakayasu의 미계측 유역에 대한 유출량 산정모형을 사용하였다 (<그림 2> 참조).

<그림 2> Nakayasu의 합성단위도법 개념도

이는 각 유역마다 토양과 지형, 하천의 형태가 다양하기 때문에 이를 모두 고려하는 다른 모형을 현실적으로 적용하기가 불가능하였고, 다른 모형 역시 외국의 자료에 바탕을 둔 모형이기 때문에 결과의 오차는 불가피하게 발생한다고 가정하였다.

Nakayasu의 종합단위도법은 무차원 수문곡선(dimensionless hydrograph)으로서 이것을

이용하여 특정 지속기간의 단위유량도⁶⁾를 합성할 수 있도록 하는 방법이며, 기초 수문자료가 부족하고 산지유역인 곳에서 많이 사용되는 기법이다⁷⁾.

단위도상에서 수문곡선의 상승부와 하강부로 나누어 작성하며 지속시간 t_r 인 R_0 의 유효우량으로 인한 단위도를 다음과 같은 식으로 산정한다.

- 1) 상승부 곡선 : $\frac{Q}{Q_p} = \left\{ \frac{t}{t_p} \right\}^{2.4}$
- 2) 하강부 곡선 : $\frac{Q}{Q_p} = \{0.3\}^{\frac{t-t_p}{t_k}} : 0.3 \leq \frac{Q}{Q_p} \leq 1.0$
 $\frac{Q}{Q_p} = \{0.3\}^{t-t_p+0.5\frac{t_k}{1.5}t_k} : (0.3)^2 \leq \frac{Q}{Q_p} \leq 0.3$
 $\frac{Q}{Q_p} = \{0.3\}^{t-t_p+\frac{1.5t_k}{2t_k}} : (0.3)^3 \leq \frac{Q}{Q_p} \leq (0.3)^2$

여기서 $Q_p : t_r$, R_0 에 대한 첨두유량

Q : 호우시점으로 부터의 임의시각 t (hr)에서의 유량

$t_k, 1.5t_k, 2t_k$: 유량이 Q_p 에서 $0.3 Q_p$ 로, Q_p 에서 $0.09 Q_p$ 로, $0.09 Q_p$ 에서 $0.027 Q_p$ 로 각각 감소하는데 걸리는 시간

t_p : 호우시각에서 첨두유량 발생시각까지의 첨두유량 도달시간

t_g : $0.8 t_r$ 시각으로 부터의 첨두유량 발생시각에서의 첨두유량의 지체시간

$$t_g = 0.21L^{0.7}(L < 15\text{km}) \quad t_g = 0.4 + 0.058L(L > 15\text{km}) \quad t_k = 0.47(AL)^{0.25}$$

여기서 L : 하천의 최대 유로연장 (km)

A : 유역면적 (km^2)

t_g : $(t_p - 0.8t_r)$ 시간

$$\int_0^\infty Q dt \cong Q_p(0.3t_p + t_k) = 0.2778 R_0 A$$

$$\therefore Q_p = \frac{0.2778 R_0 A}{0.3t_p + t_k}$$

윗 식을 사용하면 유효우량 R_0 (mm)로 인한 단위도의 첨두유량을 구할 수 있고, 무차원 곡선을 이용하여 단위도를 합성할 수 있다.

6) 단위유량도는 유역에 t_r 의 지속기간을 가진 유효강우가 1cm 또는 1mm가 내렸을 때, 이로 인해 발생하는 직접 유출의 수문곡선을 의미하며, 보통 이를 t_r 시간 단위유량도라고 한다. 따라서 단위유량도 곡선의 면적을 유역면적으로 나누어 유역평균 유출깊이로 환산하면 그 값이 1cm 또는 1mm가 되어야 하는데 최근의 강우자료는 mm 단위까지 측정이 되므로 일반적으로 metric 단위계에서는 1mm의 유효강우를 단위유량도에 많이 사용한다.

7) 윤용남, 공업수문학, 청문각, 1994.

Ⅲ. 流出量 및 洪水位 增加分析

전국 주요 직할하천 지점 79개소에 대하여 Nakayasu의 단위도법을 사용하여 각 지점마다 인근지역 개발사업의 규모에 따라 증가하는 침투유출량을 산정하였으며, 전국 지점에 대한 평균치를 나타낸 것이 <표 2>이다.

대상사업의 규모는 50만, 100만, 120만, 140만, 160만, 180만, 200만, 250만, 300만, 350만 m² 의 10가지 경우에 대해 적용하였다. Nakayasu의 단위도법을 적용하여 개발사업의 규모별로 수문곡선중에서 침투치를 나타내는 유량에 대하여 정리하면 아래의 <표 2>와 같다.

<표 2> 대상사업의 규모에 따른 침투유출증가량 비교

사업면적 (백만 m ²)	0.5	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5
침투유출 증가량 (CMS)	16.87	33.73	40.48	47.23	53.97	60.72	67.47	84.33	101.20	118.07

또한 이와 같이 증가한 유출량이 하천으로 유입될 경우 증가하는 홍수위 수치에 대한 기본통계량을 대상사업의 규모별로 나타낸 것이 <표 3>이다.

<표 3> 대상사업의 규모에 따른 홍수위 증가량에 대한 통계량

대상사업의 규모(만 m ²)	평균 (cm)	표준편차
50	2.20	4.01
100	4.39	8.00
120	5.27	9.60
140	6.13	11.18
160	7.00	12.77
180	7.87	14.36
200	8.74	15.93
250	10.89	19.88
300	13.03	23.81
350	15.17	27.72

특히 위의 결과는 건설교통부가 관할하는 전국의 주요 직할하천에 대한 결과이며, 재해영향평가제의 대상이 되는 사업의 위치 특성상 대부분 인근 준용하천이나 지방하천과 같은 중소규모의 하천으로 유출량이 우선 유입된다는 점을 감안하면, 본 연구내용에서 다루고 있는 수위보다 더 높은 수위증가량을 가질 것으로 예상된다.

다음의 <표 4>는 대상사업의 규모에 따른 수위의 증가량을 지점별로 나타낸 것이며, 지면 관계상 일부지점에 대해서만 나타내었다.

<표 4>의 결과는 수위증가량을 나타낸 것이어서 이렇게 증가된 수위가 실제 홍수시 하천유량에 어느 정도의 위험을 미칠 것인가를 파악하기 위해 계획홍수위와 비교할 필요가 있으며, 이를 나타낸 것이 <표 5>이다.

또한 대상사업의 규모에 따른 수위의 증가량을 지점별 계획홍수량에 대한 침투유출량의 증가비율로 나타낸 것이 <표 6>이다.

<표 4> 각 지점별, 대상사업의 규모별 수위증가량의 비교표

(단위 : cm)

지점명 \ 규모	50만 m ²	100만 m ²	120만 m ²	140만 m ²	160만 m ²	180만 m ²	200만 m ²	250만 m ²	300만 m ²	350만 m ²
안양 (석수동)	1.00	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00	5.00	6.00	7.00
안양천교	2.40	4.70	5.70	6.60	7.60	8.50	9.40	11.70	14.00	16.30
철산교	21.89	43.88	52.67	61.37	70.16	78.96	87.75	109.64	131.63	153.62
안양대교	2.90	5.70	6.90	8.00	9.20	10.30	11.40	14.30	17.10	19.90
동야교	4.10	8.00	9.60	11.20	12.70	14.20	15.80	19.50	23.20	26.90
산본철도교	2.60	5.00	6.00	7.00	7.90	8.90	9.80	12.10	14.30	16.50
고천교	3.00	6.10	7.30	8.50	9.70	10.90	12.10	15.10	18.10	21.10
성남 (탄천)	10.60	21.21	25.41	29.61	33.81	38.02	42.12	52.62	62.93	73.23
퇴계원(왕숙천)	17.29	34.48	41.28	48.17	55.07	61.87	68.66	85.75	102.74	119.63
경안 (경안천)	2.40	4.80	5.80	6.70	7.70	8.60	9.50	11.90	14.20	16.50
청평 (조종천)	6.50	13.01	15.61	18.21	20.81	23.41	26.01	32.51	38.92	45.32
홍천 (도계)	.61	1.23	1.47	1.72	1.96	2.20	2.45	3.05	3.66	4.27
양평 (흑천)	1.60	3.20	3.80	4.40	5.10	5.70	6.30	7.80	9.40	10.90
여주 (청미천)	1.60	3.10	3.70	4.30	4.90	5.50	6.20	7.70	9.10	10.60
횡성 (섬강교)	.90	1.80	2.20	2.60	2.90	3.30	3.70	4.60	5.50	6.40
달천 (달천교)	1.00	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00	5.00	5.90	6.90
충주 1(목행교)	1.10	2.20	2.70	3.10	3.60	4.00	4.50	5.60	6.70	7.90
단양 1(하일천)	.61	1.21	1.45	1.70	1.94	2.18	2.42	3.03	3.63	4.25
영춘 (영춘교)	.17	.33	.40	.47	.53	.60	.66	.83	1.00	1.16
영월 1 (도계)	.80	1.60	2.00	2.30	2.60	2.90	3.30	4.10	4.90	5.70
영월 2(평창강)	3.00	6.10	7.30	8.50	9.70	10.90	12.10	15.10	18.10	21.20
주천 (주천강)	1.10	2.20	2.60	3.10	3.50	4.00	4.40	5.50	6.60	7.70
방림교	3.00	6.10	7.30	8.50	9.70	10.90	12.10	15.10	18.10	21.10
상안미(신애교)	2.10	4.10	4.90	5.70	6.60	7.40	8.20	10.20	12.20	14.20
거운 (거운교)	1.10	2.20	2.70	3.10	3.60	4.00	4.50	5.60	6.70	7.80
밀양 2(밀양강)	.55	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.74	3.29	3.85

<표 5> 각 지점별, 대상사업의 규모별 계획홍수위와 수위증가량의 비율 비교 (단위 : %)

지점명	규모	계획 홍수위(m)	50만 m ²	100만 m ²	120만 m ²	140만 m ²	160만 m ²	180만 m ²	200만 m ²	250만 m ²	300만 m ²	350만 m ²
안양(석수동)		3.16	.32	.63	.76	.89	1.01	1.14	1.27	1.58	1.90	2.22
안양천교		3.14	.76	1.50	1.81	2.10	2.42	2.71	2.99	3.73	4.46	5.19
철산교		16.65	1.31	2.63	3.16	3.68	4.21	4.74	5.27	6.58	7.90	9.22
안양대교		6.24	.46	.91	1.11	1.28	1.47	1.65	1.83	2.29	2.74	3.19
동아교		2.37	1.73	3.38	4.06	4.73	5.37	6.00	6.68	8.24	9.80	11.37
산본철도교		1.28	2.03	3.91	4.69	5.47	6.17	6.95	7.66	9.45	11.17	12.89
고천교		6.16	.49	.99	1.18	1.38	1.57	1.77	1.96	2.45	2.94	3.42
성남(탑천)		13.33	.80	1.59	1.91	2.22	2.54	2.85	3.16	3.95	4.72	5.49
퇴계원(왕숙천)		26.13	.66	1.32	1.58	1.84	2.11	2.37	2.63	3.28	3.93	4.58
경안(경안천)		5.25	.46	.91	1.10	1.28	1.47	1.64	1.81	2.27	2.70	3.14
청평(조종천)		12.70	.51	1.02	1.23	1.43	1.64	1.84	2.05	2.56	3.06	3.57
홍천(도계)		4.46	.14	.28	.33	.39	.44	.49	.55	.68	.82	.96
양평(홍천)		2.57	.62	1.24	1.48	1.71	1.98	2.21	2.45	3.03	3.65	4.23
여주(청미천)		3.82	.42	.81	.97	1.12	1.28	1.44	1.62	2.01	2.38	2.77
횡성(섬강교)		7.40	.12	.24	.30	.35	.39	.45	.50	.62	.74	.86
달천(달천교)		5.99	.17	.33	.40	.47	.53	.60	.67	.83	.98	1.15
충주 1(목행교)		16.43	.07	.13	.16	.19	.22	.24	.27	.34	.41	.48
단양 1(하일천)		9.07	.07	.13	.16	.19	.21	.24	.27	.33	.40	.47
영춘(영춘교)		6.05	.03	.05	.07	.08	.09	.10	.11	.14	.17	.19
영월 1(도계)		9.91	.08	.16	.20	.23	.26	.29	.33	.41	.49	.58
영월 2(평창강)		7.25	.41	.84	1.01	1.17	1.34	1.50	1.67	2.08	2.50	2.92
주천(주천강)		4.35	.25	.51	.60	.71	.80	.92	1.01	1.26	1.52	1.77
방림교		6.14	.49	.99	1.19	1.38	1.58	1.78	1.97	2.46	2.95	3.44
상안미(신애교)		5.69	.37	.72	.86	1.00	1.16	1.30	1.44	1.79	2.14	2.49
거운(거운교)		7.72	.14	.28	.35	.40	.47	.52	.58	.72	.87	1.01
밀양 2(밀양강)		12.50	.04	.09	.11	.12	.14	.16	.18	.22	.26	.31

<표 6> 각 지점별, 대상사업의 규모별 계획홍수량과 유량증가량의 비율 비교 (단위 : CMS, %)

지점명	규모	계획 홍수량	50만 m ²	100만 m ²	120만 m ²	140만 m ²	160만 m ²	180만 m ²	200만 m ²	250만 m ²	300만 m ²	350만 m ²
안양		1970	.86	1.71	2.05	2.40	2.74	3.08	3.42	4.28	5.14	5.99
안양천교		930	1.81	3.63	4.35	5.08	5.80	6.53	7.25	9.07	10.88	12.70
철산교		1280	1.32	2.64	3.16	3.69	4.22	4.74	5.27	6.59	7.91	9.22
안양대교		1970	.86	1.71	2.05	2.40	2.74	3.08	3.42	4.28	5.14	5.99
동아교		430	3.92	7.84	9.41	10.98	12.55	14.12	15.69	19.61	23.53	27.46
산본철도교		320	5.27	10.54	12.65	14.76	16.87	18.97	21.08	26.35	31.62	36.90
고천교		1610	1.05	2.10	2.51	2.93	3.35	3.77	4.19	5.24	6.29	7.33
성남		1340	1.26	2.52	3.02	3.52	4.03	4.53	5.03	6.29	7.55	8.81
퇴계원		1655	1.02	2.04	2.45	2.85	3.26	3.67	4.08	5.10	6.11	7.13
경안		1610	1.05	2.10	2.51	2.93	3.35	3.77	4.19	5.24	6.29	7.33
청평		1840	.92	1.83	2.20	2.57	2.93	3.30	3.67	4.58	5.50	6.42
홍천		3663	.46	.92	1.11	1.29	1.47	1.66	1.84	2.30	2.76	3.22
양평		1490	1.13	2.26	2.72	3.17	3.62	4.08	4.53	5.66	6.79	7.92
여주		1200	1.41	2.81	3.37	3.94	4.50	5.06	5.62	7.03	8.43	9.84
횡성		3311	.51	1.02	1.22	1.43	1.63	1.83	2.04	2.55	3.06	3.57
달천		3530	.48	.96	1.15	1.34	1.53	1.72	1.91	2.39	2.87	3.34
충주 1		13900	.12	.24	.29	.34	.39	.44	.49	.61	.73	.85
단양 1		11632	.15	.29	.35	.41	.46	.52	.58	.73	.87	1.02
영춘		10880	.16	.31	.37	.43	.50	.56	.62	.78	.93	1.09
영월 1		10647	.16	.32	.38	.44	.51	.57	.63	.79	.95	1.11
영월 2		4490	.38	.75	.90	1.05	1.20	1.35	1.50	1.88	2.25	2.63
주천		2956	.57	1.14	1.37	1.60	1.83	2.05	2.28	2.85	3.42	3.99
방림교		2300	.73	1.47	1.76	2.05	2.35	2.64	2.93	3.67	4.40	5.13
상안미		2020	.83	1.67	2.00	2.34	2.67	3.01	3.34	4.17	5.01	5.84
거운		5359	.31	.63	.76	.88	1.01	1.13	1.26	1.57	1.89	2.20
밀양 2		16840	.10	.20	.24	.28	.32	.36	.40	.50	.60	.70

IV. 評價制 對象事業의 規模設定

전술한 바와 같이 재해영향평가제의 대상규모는 방재의 측면에서 규모를 적게 할수록 그 실효성을 확보할 수 있으나 경제적인 부담을 줄이기 위해서는 그 규모를 넓게 설정하면서도(경제적 측면) 재해위험성을 줄이는(방재적 측면) 두가지 상반되는 효과를 거두는 기준이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 앞에서 나타내어진 결과가 증가되는 수위나 유량의 절대량이기 때문에 좀더 객관적인 통계치로 나타내기 위하여 위험성의 증가량을 계획홍수량과 계획홍수위의 상대적인 비로 나타내어 비교하였다.

특히 이중에서 계획홍수량에 대한 유출증가량의 상대적인 비(%)와 이를 대상사업의 규모별로 기준치를 정했을 때 기준치를 초과하는 지점의 수와 비율을 나타내면 아래의 표와 같다. 수위와 유량에 대한 비율의 증가는 다소 하천의 체원에 따라 다르지만 계산결과 비율변화의 차이가 거의 없어 재해영향평가제가 중점을 두고 있는 수량적인 기준에 의해 대면적의 규제기준을 설정하고자 하였다.

<표 7> 기준비율별 초과 지점수 및 전체비율

비율 규모	1%		2%		3%		4%		5%	
	초과 지점수	비율 (%)								
50만 m ²	19	24.05	5	6.33	5	6.33	3	3.80	2	2.53
100만 m ²	31	39.24	19	24.05	7	8.86	5	6.33	5	6.33
120만 m ²	36	45.57	23	29.11	11	13.92	7	8.86	5	6.33
140만 m ²	37	46.84	27	34.18	16	20.25	7	8.86	6	7.59
160만 m ²	40	50.63	28	35.44	19	24.05	11	13.92	7	8.86
180만 m ²	46	58.23	30	37.97	23	29.11	15	18.99	8	10.13
200만 m ²	49	62.03	31	39.24	24	30.38	19	24.05	11	13.92
250만 m ²	52	65.82	36	45.57	28	35.44	24	30.38	19	24.05
300만 m ²	53	67.09	39	49.37	31	39.24	27	34.18	23	29.11
350만 m ²	63	79.75	44	55.70	36	45.57	28	35.44	27	34.18

여기서 기준비율의 기준설정이 선행되어야 하지만 객관적인 평가기준을 설정하는 이론적 근거를 파악하는 것이 불가능하기 때문에 1~5%의 변화에 대한 초과지점수와 대상규모별 수를 고려한 총 790개의 결과를 모두 고려하여 이중 비율의 변화에 따라 가장 민감하게 변

화하는 비율을 찾고자 하였다. 그 결과 2%에서 갑자기 초과지점수가 급증하는 것을 발견하게 되었으며, 그 결과를 그림으로 나타낸 것이 <그림 3>이며, 이를 표로 나타낸 것이 <표 8>과 <표 9>이다.

이는 일반적으로 전국의 하천단면의 형상이나 특성상 침투유출 증가량이 개발사업에 의해 계획홍수량의 약 2%를 초과하는 경우가 대부분이라는 것으로 파악할 수 있다.

그리고 대상사업의 면적은 규제의 범위를 축소시킨다는 차원에서 100만m²이하의 범위는 제외하고 규모의 변화에 따라 민감하게 증가하는 범위인 180만m²를 채택하였다.

또한 <표 8>과 <표 9>를 비교하면 앞에서 전제한 수위와 유량의 변화비율에 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

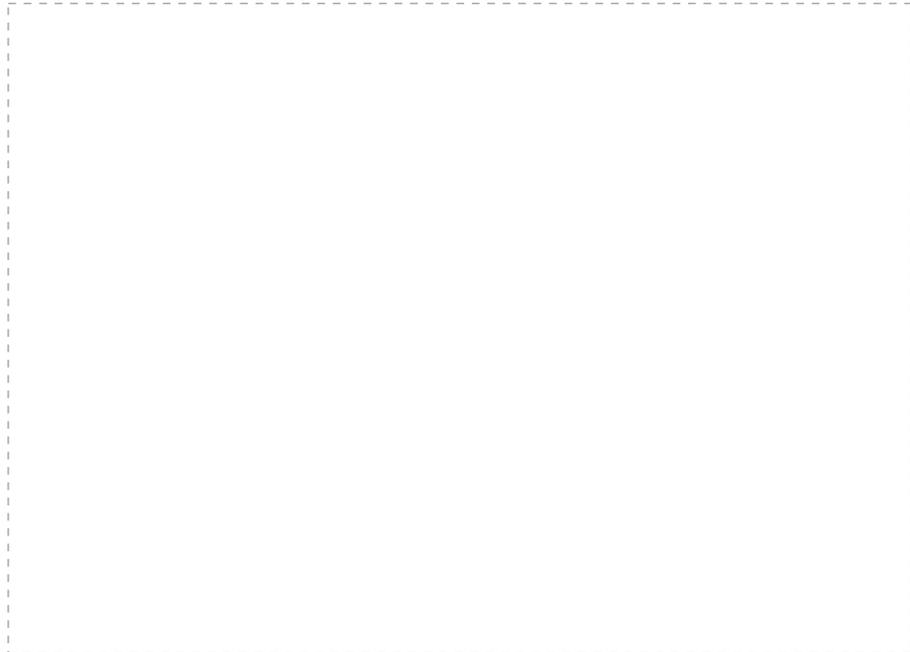
<표 8> 구간별 하천수위 증가 비율의 분포현황

비율	0.1 미만	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.8
개수	61	110	99	61	68	34	27	27
비율	0.8~0.9	0.9~1.0	1.0~1.1	1.1~1.2	1.2~1.3	1.3~1.4	1.4~1.5	1.5~1.6
개수	25	16	16	17	14	15	11	16
비율	1.6~1.7	1.7~1.8	1.8~1.9	1.9~2.0	2.0~2.1	2.1~2.2	2.2~2.3	2.3~2.4
개수	12	10	9	7	135	6	8	4
비율	2.4~2.5	2.5~2.6	2.6~2.7	2.7~2.8	2.8~2.9	2.9~3.0	3.0~3.1	3.1~3.2
개수	6	7	5	4	3	6	4	6
비율	3.2~3.3	3.3~3.4	3.4~3.5	3.5~3.6	3.6~3.7	3.7~3.8	3.8~3.9	4.0 이상
개수	2	2	3	2	2	3	0	5

<표 9> 구간별 침투유출량 증가 비율의 분포현황

비율	0.1 미만	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.8
개수	2	27	40	55	56	47	33	42
비율	0.8~0.9	0.9~1.0	1.0~1.1	1.1~1.2	1.2~1.3	1.3~1.4	1.4~1.5	1.5~1.6
개수	37	27	25	21	14	15	14	13
비율	1.6~1.7	1.7~1.8	1.8~1.9	1.9~2.0	2.0~2.1	2.1~2.2	2.2~2.3	2.3~2.4
개수	10	12	15	5	157	7	8	10
비율	2.4~2.5	2.5~2.6	2.6~2.7	2.7~2.8	2.8~2.9	2.9~3.0	3.0~3.1	3.1~3.2
개수	7	7	9	5	7	9	9	2
비율	3.2~3.3	3.3~3.4	3.4~3.5	3.5~3.6	3.6~3.7	3.7~3.8	3.8~3.9	4.0 이상
개수	5	10	5	4	7	4	1	7

<그림 3> 유량증가량에 대한 범위내 속하는 지점개소수



V. 結 論

본 연구에서는 각종 개발사업으로 인하여 증가하는 유출증가량중 침투유출량이 그대로 하천으로 유입될 경우 가중되는 홍수재해 위험성을 양적으로 산정한 것으로 연구의 결과를 통해 얻어진 결론을 요약하면 다음과 같다.

1) 본 연구는 미계측유역에 대하여 개발사업으로 인하여 증가하는 유출량을 산정하기 위하여 Nakayasu의 단위도법을 사용하였는데, 이는 다른 모형에 비해 입력치가 간단하고, 특히 개발사업이 활발하게 이루어지고 있는 상류의 산지유출해석에 적절하기 때문이었다.

2) 본 연구의 대상하천은 계획홍수위와 수위-유량관계식의 파악을 전제로 하기 때문에 전국의 직할하천중 79개 지점을 대상으로 하였으며, 대부분의 개발사업이 직할하천으로 유입되기 이전에 지방하천이나 준용하천으로 먼저 유입되므로 본 연구결과에 비해 실제 재해 위험성은 더욱 클 것으로 예상된다.

3) 전국 하천을 대상으로 한 연구결과를 살펴보면 개발사업으로 인해 증가하는 침투유출량은 하천의 계획홍수량의 2%를 초과하는 하천이 가장 많은 것으로 파악되어 이를 재해영

향평가제의 대상사업규모에 반영하고, 대규모 사업이면서도 규모의 변화에 따라 민감하게 하천수위를 초과하는 180만m²이상의 대상사업을 선정하였다.

4) 본 연구의 결과는 1996년 7월부터 시행중인 재해영향평가제 도입의 당위성을 입증하는 것으로, 향후 개발사업에 있어서는 증가하는 유출량에 대한 대책이 사업지구내에서 이루어져야 하며, 이를 통해 하류부 전체 하천의 치수안전도는 확보될 수 있을 것이다.

參 考 文 獻

- 건설교통부, 수위유량 관계곡선 자료집, 1993. 12.
- 심재현, 「재해영향평가제 세부 시행방안 - 대상사업과 재해위험성 평가기법을 중심으로-」, 한국지방행정연구원 정책연구 95-15, 1996. 2.
- 심재현, 「재해영향평가제 시행방안」, 한국지방행정연구원 연구보고서 94-14 (제194권), 1995.
- 윤용남, 「공업수문학」, 청문각, 1994.
- Vijay P. Singh, *Hydrologic Systems - Rainfall-Runoff Modeling* -, Prentice Hall, 1988.