

개발사업에 따른 수해가중 요인의 정량분석

이 종 설 (국립방재연구소 연구관)

심 재 현 (국립방재연구소 연구관)

김 종 수 (행정자치부 방재계획담당관실 연구담당)

1. 머리말

우리 나라는 여러 가지 자연적 및 인위적인 요인에 의하여 해마다 크고 작은 홍수피해를 입고 있으며, 최근 10년간(1990~1999년)의 피해규모를 살펴보면 연평균 인명피해가 142명, 재산피해가 6,200억 원에 달하고 있다. 1917년 이후 년도별 피해규모 순위로는 1987, 1998, 1999, 1990, 1995년으로 나타나고 있으며, 근래 들어 피해규모가 증가하는 추세에 있다고 볼 수 있다.

이와 같은 피해는 1998년 전라남도 순천(145mm/hr), 1999년 파주 적성(3일 강우량 1,042mm)등에서 볼 수 있는 바와 같이 기상이변현상에 따른 국지성 집중호우와 각종 개발행위로 인한 우수유출량의 증가 및 급속한 도시화에 따른 내수증가가 가장 큰 요인으로 파악되고 있다.

특히, 도시지역 주변의 개발사업으로 인한 재해가 중요인은 과거의 외수차단을 위한 제방축조 등의 하천개수로는 근원적인 해결책이 될 수 없음을 인지하게 되었고, 유역종합치수대책 등 보다 근본적인 대책의 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

우리나라의 경우 현재 개발사업에 의한 재해위험성 증가요인의 제도적 예방장치로는 「재해영향평가」 제도가 유일하다고 할 수 있다. 그러나 현행 재해영향평가제도의 평가대상사업의 규모는 30~180만㎡(단, 우수지매립사업은 10만㎡)의 대규모 사업을 대상으로 하고 있으며, 특히 사업지구가 대부분 완전

불투수성 재질로 변화되는 도시개발사업분야와 산업입지조성사업분야 등의 개발사업에 대한 대상사업의 규모는 180만㎡로서 대부분의 사업이 재해영향평가의 대상에서 제외되어, 개발에 따른 수해 증가요인에 대한 아무런 대책없이 개발행위가 이루어져 왔다고 볼 수 있다.

본고는 이러한 각종 개발사업에 따라 증가되는 여러 가지 재해원인을 파악하고 그동안 정성적 분석에만 의존해 오던 영향을 정량화하여 제시함으로써, 개발사업에 따른 재해증가요인에 대한 저감대책수립의 필요성을 더욱 공고히 하고자 한다. 그러나 제한된 자료와 시간으로 인하여 여러 가지 제한 가정을 두었고, 지역적 특수성 등을 충분히 반영하지 못한 점을 미리 밝혀 두며, 이에 대한 지속적인 연구와 이를 통한 적절한 저감대책 및 제도적 장치가 지속적으로 개선되어야 할 것이다.

2. 개발에 따른 재해가중 요인

개발에 따른 재해가중 요인은 여러 가지가 있을 수 있으나, 수리·수문학적인 측면에서 개략적인 요인과 피해유형은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 불투수층의 증가에 따른 도달시간의 단축, 침투율의 감소 등에 따른 침투유출량의 증가 등 유출형태의 변화를 들 수 있다. 이는 하류부 하천에서 부담해야 할 홍수량을 증대시키고 이에 따라 홍수위의 상승을 초래하여 외수범람에 의한 침수피해 뿐만 아

나라 기존 하수관거의 과부하 및 하류부 도시지역의 내수침수의 원인이 되기도 한다.

일례로 수원시 원천유원지의 준공 당시 홍수유출량은 75.4cms에 불과하였으나, 현재 계획설계기준 상으로 홍수량이 162.8cms로 추정되어 저수지 자체의 안정성에도 영향을 미치고 있다. 이러한 홍수량의 증가는 저수지 상류부의 토지이용, 도시개발 등 지구 여건의 변화에 의한 것으로 보고(재해위험지구조사 보고서, 경기도, 2000.2)된 바 있고, 저수지내 수상 위락시설의 설치는 홍수시 안정에 지대한 영향을 미치게 될 것으로 판단된다.

또 다른 예로는, 1987년 8월 26일과 1990년 9월 10일의 성내동 택지조성에 의한 침수발생을 들 수 있으며, 그 원인은 기존의 하수관거 용량이 확충되지 않은 채 유역내 택지개발이 지속되어 지역별 국부적으로 침수가 발생한 것이 원인인 것으로 판단된다.

둘째, 대규모 절·성토에 따른 토사유출량의 증가로 인해 하천유수력의 증가에 따른 각종 수리시설물의 파과, 하류지역의 매몰 및 하천의 매립등 하류부의 각종 피해를 유발하고, 자연 홍수터 및 우수지역 할을 하던 지역의 성토로 인하여 성토가 이루어지지 않은 인근 저지대가 상대적으로 침수 피해를 입는 경우도 발생하기도 한다.

일례로, 인천 ○○ 택지개발지구의 60만㎡의 대지조성 공사중 1995년 7월9일 79mm(3시간 강우량)으로 인해 인근 기존 저지대 주택지의 가옥침수 피해(60세대, 농경지 50ha침수)가 발생한 사례가 있다. 가물막이 공사에 의한

배수불량, 배수관로의 막힘에 의한 배수불량이 피해의 원인이기도 하지만 홍수터 역할을 수행하던 인근 하천 연변의 저지대 지역을 대지조성을 위해 성토를 함으로써, 일부 피해가 가중된 것으로 판단된다.

3. 개발사업에 따른 수해기중 요인의 정량화

본 고에서는 개발사업에 따른 수해기중 요인을 분석하기 위하여 서울시 관내의 57개 배수분구의 소유역에 대하여 강우-유출모형을 적용하였고, 1999년까지 협의완료된 54개 재해영향평가서의 개발전·중·후의 홍수유출량 산정결과를 회귀분석하여 개발사업에 따른 유출양상의 변화, 개발면적별 홍수유출증가량, 하수관거의 과부하량 산정 및 하천 홍수위의

표 1. 개발정도와 유출변화량 비교(용산4 배수구역)

(단위 : m³)

개발정도	재현기간	10年		30年		50年	
		Huff	I.I.M.	Huff	I.I.M.	Huff	I.I.M.
상류지역	현재(개발 70%)	58,390	58,266	71,418	71,349	77,363	77,264
	개발 80%	58,654	58,546	71,682	71,628	77,627	77,545
	개발 90%	58,918	58,826	71,945	71,909	77,891	77,825
중류지역	현재(개발 85%)	58,390	58,266	71,418	71,349	77,363	77,264
	개발 90%	58,415	58,292	71,443	71,374	77,387	77,289
	개발 95%	58,439	58,317	71,467	71,399	77,412	77,315
하류지역	현재(개발 85%)	58,390	58,266	71,418	71,349	77,363	77,264
	개발 90%	58,410	58,287	71,438	71,369	77,383	77,285
	개발 95%	58,430	58,308	71,467	71,390	77,403	77,306
하류지역	현재(개발 85%)	58,390	58,266	71,418	71,349	77,363	77,264
	개발 90%	58,410	58,287	71,438	71,369	77,383	77,285
	개발 95%	58,430	58,308	71,467	71,390	77,403	77,306

표 2. 개발정도와 유출변화량 비교(성내2 배수구역)

(단위 : m³)

개발정도	재현기간	10年		30年		50年	
		Huff	I.I.M.	Huff	I.I.M.	Huff	I.I.M.
상류지역	현재(개발 60%)	401,392	400,741	492,454	492,077	534,458	533,187
	개발 70%	402,234	401,615	493,295	492,956	535,378	534,067
	개발 80%	403,078	402,493	494,136	493,834	536,289	534,950
중류지역	현재(개발 70%)	401,392	400,741	492,454	492,077	534,458	533,187
	개발 80%	404,793	403,990	495,577	495,369	537,751	536,474
	개발 90%	408,496	407,287	499,248	498,662	540,884	539,762
하류지역	현재(개발 75%)	401,392	400,741	492,454	492,077	534,458	533,187
	개발 80%	401,488	400,834	492,548	492,177	534,576	533,287
	개발 85%	401,584	400,928	492,643	492,277	534,695	533,386
하류지역	현재(개발 75%)	401,392	400,741	492,454	492,077	534,458	533,187
	개발 80%	401,488	400,834	492,548	492,177	534,576	533,287
	개발 85%	401,584	400,928	492,643	492,277	534,695	533,386

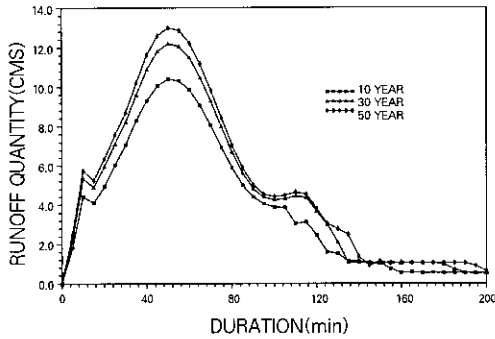


그림 1. 용산4 구역 재현기간별 유출수문곡선 (Huff의 분포사용)

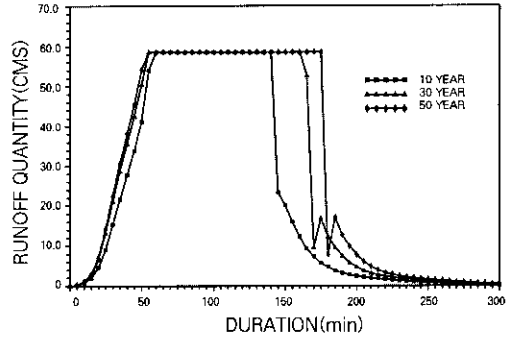


그림 2. 성내2 구역 재현기간별 유출수문곡선 (I.I.M. 분포사용)

변화를 정량화하였다.

3. 1 개발사업에 따른 유출변화 분석

개발사업에 따른 유출 증가량을 분석하기 위하여 ILLUDAS모형을 적용하였으며, 서울특별시 관내 소유역중 용산4, 성내2 유역을 대상으로 하였다. 강우의 설계빈도는 서울특별시 하수관거의 설계기준인 10년과 최근의 강우량 증가현상을 고려하여 30년, 50년의 3가지 경우를 설정하였으며, 강우의 시간적 분포는 Huff의 4분위법(Huff's Quartile Method)과 순간강우강도법(Instantaneous Intensity Method)사용하였다.

개발사업의 영향이 유역의 위치에 따라 변하는 양상을 파악하기 위하여 대상유역마다 상류, 중류, 하류 3개의 유역으로 구분하였으며, 개발의 정도에 따른 유출 증가량을 분석하였다.

표 1.과 표 2.는 각각 용산 4 지구와 성내 2 지구의 개발사업의 공간적 위치, 개발면적별 유출변화량을 분석한 것이다.

표에 나타난 바와 같이 동일한 유역에서도 개발사업이 이루어지는 공간적 위치에 따라 유출양상이 변화하는 것으로 나타났으며, 이는 상류의 개발사업에 따라 증가된 유출량은 상류로부터 하류에 이르기까지 모든 유역에 영향을 미치지만, 중류지역에서의 개발사업에 의한 추가 유출증가량은 그 이하 하류지역에만 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다.

다음 그림 1.과 그림 2.는 용산4 배수유역과 성내

4 배수유역에 대한 빈도별 유출수문곡선을 나타낸 것이다.

그림에 나타난 바와 같이 용산과 성내유역의 수문곡선 차이는 용산지역의 경우 하구부에서 강우량이 증가함에 따라 유출량이 증가하는 반면 성내유역에서는 같은 유출량이 유입되기 때문으로, 이러한 양상의 차이점은 용산유역은 상류부 하수관거의 용량이 충분하여 유출증가량을 제대로 소통시키지만 성내2 유역은 상류부에서 이미 국부적인 침수현상이 발생하였다는 것을 의미한다. 이러한 현상은 1987, 1990년 홍수에 의해 성내지역이 많은 침수피해를 입은 바 있다는 사실을 잘 나타내어 주는 결과라고 할 수 있다. 최근의 조사에 의하면 더 이상의 개발이 없이 현재의 상태를 유지하더라도 서울특별시 전체 유역중 70% 이상이 성내지역과 같이 홍수재해의 위험성이 큰 것으로 나타나고 있다.

3. 2 개발사업에 따른 홍수증가량 분석

개발사업에 의한 침투홍수량과 유출총량의 변화를 살펴보기 위하여 1999년까지 협의 완료된 54개 재해영향평가서의 179개 소유역별 유출량 산정결과에 대하여 회귀분석을 실시하였다. 그러나, 54개 대상유역은 전국에 걸쳐 공간적으로 다양하게 분포하기 때문에 강우-유출의 기본입력자료가 되는 빈도별 설계강우량이 크게 다르고, 유역의 경사, 유역의 토지이용도 등 유역의 특성이 상이하여 전체 대상자료에 대한 회귀분석 결과는 일정한 경향성이 없는 것으로 나

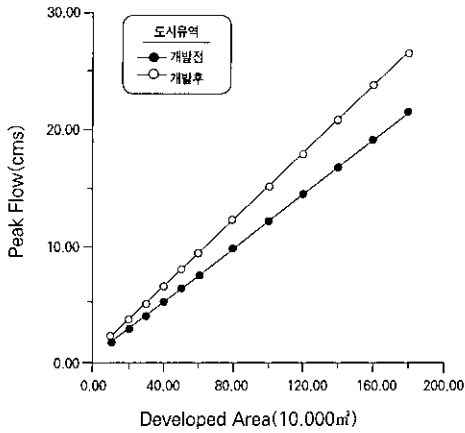


그림 3. 개발전·후의 유출량 비교

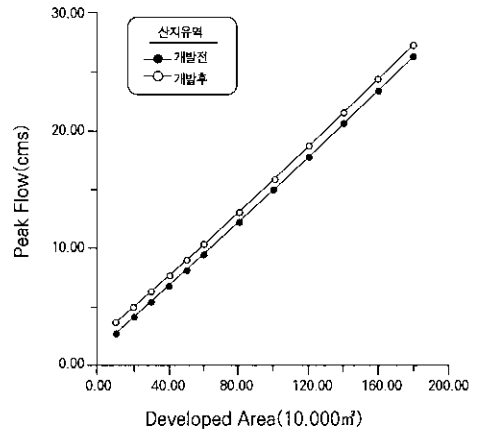


그림 4. 개발전·후의 유출량 비교

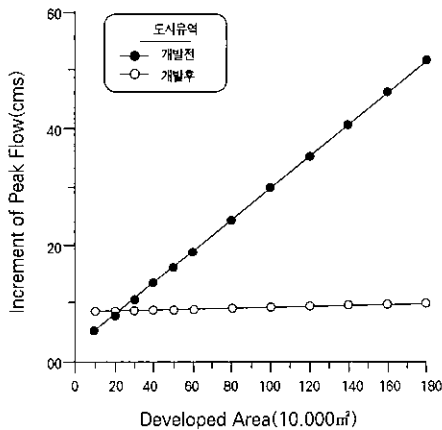


그림 5. 유역별 유출증가량 비교

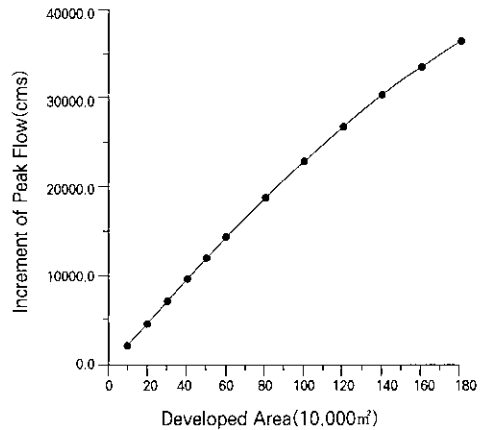


그림 6. 개발에 따른 총 유출증가량

타났다. 따라서, 형상계수가 0.2보다 작은 소유역에 대해 도시유역(유역경사 1/500이하)과 산지유역(유역경사 1/500이상)으로 구분하고, 침투홍수량 및 유출총량을 임계지속시간에 대한 50년 강우강도로 나눈 값에 대하여 개발면적별로 회귀분석함으로써 개발면적에 따른 침투유출량 및 유출총량의 증가를 분석하였다.

다음 그림 3.과 그림 4.는 이상과 같은 방법으로 회귀분석한 결과를 강우강도 100mm/hr의 강우가 발생하였을 경우로 가정하고, 도시유역과 산지유역 각각에 대하여 개발면적별-개발상태별 침투유출량의 변화를 나타낸 것이다. 그림 3.과 그림 4.에 나타난 바와 같이 개발전의 침투유출량은 산지유역이 도시

유역에 비해 크게 나타나고 있으나, 개발후의 침투유출량은 거의 유사한 값을 나타내고 있다.

그림 5.는 그림 3.과 그림 4.의 개발전·후의 침투유출의 변화량을 도시한 것이다. 그림 5.에서 보면, 개발면적별 개발전후의 유출증가량은 도시유역의 경우 산지유역에 비해 개발면적이 증가함에 따라 급격하게 침투유출량이 증가하는 양상을 나타내고 있다. 특히, 도시지역 인근의 개발행위는 개발전후의 급격한 유출증가 외에도 인공과 자산이 밀집하고 있기 때문에 산지유역의 개발에 의한 피해보다 그 정도는 훨씬 더 심각하다고 볼 수 있으며, 따라서 도시유역 인근의 개발행위에 대한 보다 근본적인 대책이 시급하다고 할 수 있다.

표 3. 설계강우량에 따른 소분구별 하수관거의 침수관로수

유역명	하수 관거 총수	설계강우량별 침수관거수						유역명	하수 관거 총수	설계강우량별 침수관거수					
		IH10	II10	IH30	II30	IH50	II50			IH10	II10	IH30	II30	IH50	II50
용산 1	3	2	2	2	2	2	2	도림 2	4	1	1	2	3	3	4
용산 2	14	5	5	5	5	5	5	독산	5	3	3	3	3	3	3
한남	11	1	1	1	2	1	2	철산	5	3	4	3	4	4	4
심원	7	3	4	4	5	4	5	시흥	5	0	0	0	1	0	1
뚝섬	8	4	4	4	5	5	5	개봉	8	5	6	7	7	7	7
용답	9	5	6	6	6	6	6	구로 1	3	1	1	1	2	1	2
자양	8	4	4	4	4	4	4	구로 2	4	0	0	0	1	1	1
옥수	7	1	2	1	2	2	2	구로 3	6	3	3	3	3	3	3
응봉	5	0	0	0	0	0	0	양평	2	1	1	1	2	1	2
군자	7	4	5	5	6	5	6	도림 1	14	9	10	9	10	10	11
송정	2	0	0	0	0	0	0	도림 3	8	5	6	6	6	6	6
금호	21	0	0	0	0	0	1	신길	9	2	2	2	3	2	3
용두	6	3	3	3	4	3	4	문래	7	1	2	2	2	2	3
면목	9	2	3	3	4	3	4	영등포	2	2	2	2	2	2	2
휘경	23	9	12	9	16	12	17	양평 3	2	1	1	1	1	1	1
답십 4	3	1	1	1	1	1	1	혹식	13	1	1	1	2	1	2
중화	22	5	5	5	5	5	6	본동	4	0	0	0	0	0	0
합정 1	6	3	3	3	4	3	4	반포	14	2	3	3	4	3	5
합정 2	4	0	0	0	0	0	0	서초	10	0	0	0	0	0	0
마포	16	4	4	4	5	4	7	잠원	7	4	4	4	5	4	5
망원 1	16	5	5	5	8	6	8	양재	3	2	2	2	2	2	2
성산	6	3	4	3	4	4	4	잠실 1	25	6	8	8	11	8	13
하수	2	0	0	0	1	0	1	잠실 2	15	4	6	6	9	7	10
망원 2	12	7	7	7	9	8	10	성내 1	8	2	2	2	3	2	4
신정 2	5	0	1	1	1	1	1	성내 2	11	5	5	5	6	6	6
신정 3	1	0	0	0	0	0	0	암사	15	11	12	11	12	11	12
신정 1	22	4	5	5	9	7	10	전농	9	5	5	5	6	5	6
염창 1	7	4	4	4	6	4	6	장안	4	3	3	3	3	3	3
염창 2	10	0	1	1	1	1	1								

그림 6.은 100mm/hr의 강우강도가 발생하였을 경우, 도시유역에 대해 개발면적별 유출총량의 변화를 도시한 것으로, 도시유역의 경우, 1ha(1만㎡)의 개발에 의해 증가하는 유출총량은 약 200㎡정도가 증가하는 것으로 나타났다.

3.3 개발사업에 따른 하수관거의 과부하 산정

기 설치된 하수관거가 설계호우 발생시 침수여부를 판별하기 위하여 설계빈도별(10년, 30년, 50년) 별, 강우분포별 6개의 강우입력계열을 서울특별시 57개 소유역에 적용하였다. 적용된 강우-유출모형은 ILLUDAS모형을 사용하였으며, 기존의 하수체계의

설계호우에 대한 치수안전도를 검토하기 위해 ILLUDAS모형의 평가모드(evaluation mode)를 설정하였다. 평가모드에 의한 모의결과가 세부 관거별로 침수되어 안전하지 못한 경우, 하수관거가 침수를 일으키지 않고 유출량을 소통시킬 수 있는 최소의 관거제원과 소통용량을 파악하기 위하여 설계모드(design mode)로 동일 유역에 적용하여 모의하였으며, 그 결과를 표 3.과 표 4.에 수록하였다.

표 3.에서 나타난 바와 같이 대부분의 유역에서 기존의 간선 하수관거의 설계빈도 10년의 호우에도 침수되는 것으로 나타나 개발이 현재상태를 유지하더라도 서울특별시 하수체계가 홍수발생시 내수 소통

표 4. 소유역별 하수관거 침수종량, 적정 하수관의 직경

유역명 및 관거명	침수종량(ton)						적정 하수관의 직경(m)						
	IH10	II10	IH30	II30	IH50	II50	IH10	II10	IH30	II30	IH50	II50	
용 산 2	1-0	10,459	10,339	13,218	13,099	14,475	14,357	1.10	1.25	1.15	1.35	1.20	1.40
	1-1	0	0	0	0	0	0	1.05	1.20	1.15	1.30	1.20	1.35
	2-0	298	459	754	861	994	1,102	0.70	0.80	0.75	0.85	0.75	0.90
	2-1	2,430	2,279	3,328	3,234	3,792	3,624	0.80	0.90	0.85	0.95	0.85	1.00
	2-2	0	0	0	0	0	0	0.95	1.10	1.05	1.20	1.05	1.25
	2-3	0	0	0	0	0	0	1.25	1.40	1.35	1.55	1.35	1.60
	1-2	0	0	0	0	0	0	1.95	2.20	2.10	2.40	2.15	2.55
	3-0	1,501	1,333	2,265	2,034	2,639	2,432	0.85	0.95	0.90	1.05	0.95	1.10
	3-1	1,291	1,338	2,322	2,234	2,840	2,754	1.55	1.75	1.65	1.90	1.70	2.00
	3-2	0	0	0	0	0	0	1.55	1.75	1.65	1.90	1.70	2.00
	1-3	0	0	0	0	0	0	1.90	2.15	2.05	2.40	2.10	2.50
	4-0	0	0	0	0	0	0	1.25	1.45	1.35	1.55	1.40	1.65
	4-1	0	0	0	0	0	0	1.35	1.55	1.50	1.70	1.50	1.80
	1-4	0	0	0	0	0	0	2.15	2.40	2.35	2.65	2.40	2.80
한 남	1-0	0	0	0	0	0	0	1.35	1.50	1.45	1.60	1.50	1.70
	1-1	0	0	0	684	0	2,452	1.65	1.85	1.75	2.00	1.85	2.10
	1-2	6,027	8,830	14,949	17,407	19,399	22,348	2.15	2.35	2.30	2.60	2.40	2.70
	2-0	0	0	0	0	0	0	1.25	1.40	1.35	1.55	1.40	1.60
	1-3	0	0	0	0	0	0	1.90	2.05	2.05	2.25	2.10	2.35
	1-4	0	0	0	0	0	0	2.95	3.25	3.20	3.60	3.30	3.75
	1-5	0	0	0	0	0	0	3.00	3.25	3.20	3.60	3.35	3.75
	3-0	0	0	0	0	0	0	0.65	0.75	0.70	0.85	0.75	0.85
	3-1	0	0	0	0	0	0	1.10	1.20	1.15	1.35	1.20	1.40
	3-2	0	0	0	0	0	0	1.15	1.30	1.25	1.45	1.30	1.50
	1-6	0	0	0	0	0	0	3.70	4.00	3.95	4.40	4.10	4.60

능력이 부족하여 치수에 대해 불안정한 것으로 나타났다. 표 3.에 수록된 수치는 설계당시의 하수관거 소통용량을 그대로 유지하고 있다는 가정하에 이루어진 결과로서 최근 늘어나는 하수관거내 부유물질, 쓰레기 등에 의한 관거 소통용량의 부족과 생활공간의 증가는 치수안전도를 더욱 악화시킬 것으로 판단된다.

표 4.는 소유역의 관거별 우수소통 부족량과 이를 원활하게 소통시키는데 필요한 적정 하수관의 직경을 나타낸 것으로 용산 2지구와 한남지구의 예를 나타낸 것이다.

이상의 결과에서 나타난 바와 같이 서울시 뿐만 아니라 전국 대부분의 기존 도시 하수체계는 더 이상의 개발행위가 발생하지 않더라도 소통능력이 부족한 실정이며, 도시내와 도시인근의 개발행위 뿐만 아니라 도시내의 재개발 등의 사업에 대해서도 충분한 저감시설의 설치가 필요한 것으로 판단된다. 특히 도시

재개발 사업 등은 저층 주택지역이 고층화됨에 따라 개발지역내의 하수관거가 대형화되고 이에 따라 하류의 부족한 소통능력을 더 악화시킬 우려가 있기 때문에 개발지역내 소통능력의 확보이외에도 하류지역 하수소통능력에 대해 별도의 저감대책이 반드시 수립되어야 할 것으로 판단된다.

3. 4 개발에 따른 하류하천의 홍수위 변화

개발에 따른 하류하천의 홍수위 변화를 분석하기 위하여, 개발사업이 수위표지점의 직상류단에 이루어진 것으로 가정하여 전국 53개 수위표 지점의 rating-curve를 이용하여 개발전후의 홍수위변화를 분석하였으나, 전국의 수위표 지점의 해당 유역면적이 아주 크고 개발면적을 180만㎡이하를 대상으로 하였으므로 그 영향은 아주 미흡한 것으로 나타났다.

그러나, 현재 행해지고 있는 개발사업은 중소기업의 하천 상류부에 위치하는 경우가 많기 때문에 이러

표 5. 개발면적별 - 하폭별 홍수위 증가율(%)

하폭(m)		면적(km ²)											
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
도시 구역 (하도경사 1/1000)	5	1.9	4.5	6.8	8.9	10.8	12.4	15.0	16.9	18.2	18.8	19.0	19.3
	10	1.6	3.8	5.7	7.5	9.0	10.3	12.5	14.1	15.1	15.7	15.8	16.1
	20	1.5	3.5	5.2	6.8	8.2	9.4	11.3	12.8	13.7	14.2	14.3	14.5
	30	1.5	3.3	5.1	6.6	8.0	9.1	11.1	12.4	13.4	13.8	13.9	14.1
	40	1.5	3.4	5.1	6.5	7.9	9.1	11.0	12.4	13.2	13.6	13.8	13.9
	50	1.5	3.3	5.0	6.6	7.9	9.0	10.9	12.3	13.1	13.6	13.7	13.8
산지 구역 (하도경사 1/500)	5	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1
	10	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6
	20	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3
	30	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2
	40	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3
	50	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2

한 중소하천은 개발에 의한 증가된 유출량이 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서, 전절에서 분석된 개발면적별 유출증가량을 가상수로에 적용하여 개발면적별-하폭별 홍수위 증가량을 개략적으로 분석하였으며, 그 결과는 표 5.와 같다.

표 5.는 개발전의 홍수위에 대한 개발전후 홍수위 증가량에 대한 비율을 나타내는 것이다. 표에 나타난 바와 같이 도시구역이 산지구역보다 더 크게 홍수위가 변화하는 것으로 나타났으며, 이는 도시구역의 유출증가량이 큰 원인 외에도 하도경사가 산지에 비해 더 완만하기 때문에 산지구역에 비해 배수영향(backwater effect)이 더 크기 때문인 것으로 판단된다.

4. 맺음말

전술한 바와 같이 산지지역의 개발행위에 비해 도시지역의 개발행위로 인한 수해증가요인이 현저한 것으로 나타나고 있으나, 개발에 따른 수해가중 요인의 저감대책을 수립하도록 하는 유일한 제도적 장치인 재해영향평가제도에서는 이들 도시지역의 개발에 대한 대상사업의 범위를 180만²m 이상으로 정하고 있어, 다수의 소규모 개발사업에 대해서는 아무런 저감대책이 수립되고 있지 않아, 개발에 따른 홍수 피해의 근원적인 대책이 되지 못하고 있는 실정이다.

현행 건축법과 산업입지 및 개발에 관한 법률 등의

전폐율 규정에 의하면 산업단지조성지역 등은 조성면적의 80%정도가 완전 불투수층으로 변화하게 되고, 1997년 12월31일 현재 전국의 산업단지 조성사업은 123개소 523km², 일단의 공업용지조성사업 172개소 98km²(도시계획현황, 1998, 건교부)이며, 전폐율 규정에 의하면, 497km²가 불투수면적으로 변화한 것으로 추정할 수 있다. 홍수유출 증가량 분석결과에 의하면 100mm/hr의 강우가 발생하는 경우 1ha 당 산업단지조성에 의한 총유출 증가량은 약 9백 9십만³m³, 1999년 한국도시연감에 의하면 14,276km²가 1998년 현재까지 도시화되었고 이중 약 2,800km²가 불투수화 되어 이에 따른 홍수유출증가량은 5천5백만³m³에 이르는 것으로 추정할 수 있다. 그러나 1999년 현재까지 이들 사업에 대해 재해영향평가제를 시행한 사업은 8개 사업에 불과하며, 기타 사업으로 인한 홍수유출증가량은 그대로 하류지역으로 배출되고 있다고 할 수 있다.

일본의 경우 별도의 영향평가를 시행하고 있지는 않으나, 도시계획법에 의해 개발규모가 1,000m²이상이면 시도지사 허가를 받고, 무질서한 도시화를 방지하기 위해 필요하다고 인정할 경우에는 시도지사가 조례에서 구역제한을 300m²~1,000m²로 설정하여 재해저감시설의 설치를 의무화하고 있고, 택지개발지도 지침에서는 1ha이상 개발사업에서 홍수량

증가분을 조정지에서 저류하거나 하류하천 개수사업을 실시, 대응토록 조치하고 있다.

우리나라에서는 해마다 홍수피해가 발생하고 있고, 도시화의 진전에 따라 불가피한 개발사업으로 인해 그 영향이 점차 가중되고 있기 때문에, 일본의 경우와 같은 저감시설의 의무화를 위한 법적 장치 마련과 함께, 현재 시행중인 재해영향평가의 강화를 통하여 개발사업으로 인한 홍수재해를 사전에 예방하도록 하여야 할 것이다.

또한, 개발사업으로 인한 홍수유출의 변화를 보다 정확하게 산출할 수 있도록, 개발전후의 수문특성변화에 대한 관측자료의 구축, 강우-유출모형의 개발 및 국내 실정에 맞는 모형의 확립이 이루어져야 할 것이며, 증가된 유출량에 대한 적절한 저감대책수립을 위한 기술개발이 체계적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다. ●