



9월 21일 서울, 인천, 경기 집중호우 피해현황과 원인



이 윤 영 |

현대엔지니어링(주) 인프라·환경사업본부장
yylee@hec.co.kr



이 광 준 |

현대엔지니어링(주) 수자원개발부 이사
lee5435@hec.co.kr



김 상 선 |

현대엔지니어링(주) 수자원개발부 부장
oksskim@hec.co.kr

1. 서론

2010년 9월 21일 오전부터 서울과 인천, 경기, 강원지역 등에 최대 290mm가 넘는 유례없는 9월 집중호우가 내렸다. 이로 인해 9월 24일 기준으로 인명피해 2명, 7,859세대 19,479명의 이재민이 발생하였다. 2,706세대가 낙뢰에 의한 정전피해를 입었으며 인천시 남구에서는 주택 2동이 전파되고 16,498가구가 침수피해를 입었다. 상가와 공장 1,361개소도 침수되었으며 도로 47개소에서 교통통제가 이루어졌다. 또한 서울에서는 우수 유입으로 인해 지하철 4개노선 일부구간이 침수되어 통제되기도 하였다. 이번 호우는 서울을 중심으로 피해가 심각하였다. 이에 본고에서는

서울과 인천 및 부천, 광명을 중심으로 집중호우 현황을 파악하고 강우형태와 침수피해 원인을 분석하였다.

2. 집중호우 발생원인

9월 21일 서울지역을 중심으로 발생한 집중호우는 울여름 내내 이어졌던 북태평양 고기압의 이상 세력 때문으로 판단되며 국지성 집중호우의 원인에 대한 기상청 보도 자료를 인용하면 다음과 같다.

『몽골지방에서 발달한 찬 대륙고기압이 남하하고 있고, 우리나라 남쪽 해상에서 북태평양 고기압이 정체하면서 북쪽의 찬기단과 남쪽의 따뜻한 기단사이에서 좁고 강한 정체전선이 형성되었으며, 이 정체전선은 오전에는 남쪽 북태평양 고기압이 수축하면서 경기북부지방에서 빠르게 남하였으나, 오후에는 괌 북쪽 해상에서 열대저압부가 제 12호태풍으로 발달하면서 북서진하여 북태평양 고기압이 일본 남쪽 해상에서 정체하기 시작하였고, 정체전선도 함께 서울을 중심으로 동서 방향으로 띠 모양을 이루며 정체하였음. 따라서 이 정체전선을 사이에 두고 북쪽으로부터는 찬 공기가 내려오고, 남쪽으로부터 따뜻한 수증기를 포함한 강한 남서풍이 올라오면서 경기만으로 찬 공기와 따뜻한 공기가 강하게 부딪치는 수렴대가 형성되었으며, 또한, 우리나라 상공으로 상층에서 기압골이 지나면서 하층의 수증기를 끌어올려 비구름대를 상하로 크게 발달시키는 역할을 하여 집중호우를 유발한 것으로 분석됨(서울·경기도 국지성 집중호우 원인 및 전망(2010.9.21., 기상청 보도자료).』

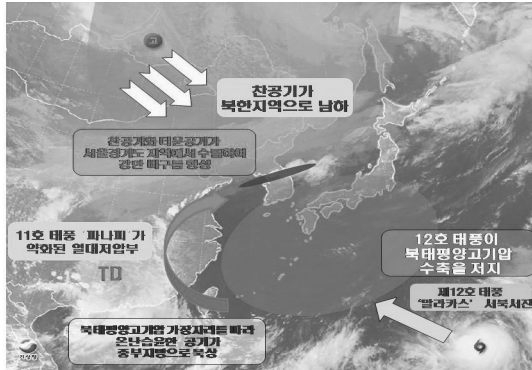


그림 1. 9월 21일 집중호우 원인(기상청)

- 구호물품 6,733세트 지급(서울 4,371, 인천 1,886, 경기 428, 강원 48)
- 공공시설
 - 정전피해 : 2,706세대(서울 1,894, 인천 753, 경기 59)
- 사유시설
 - 주택파손 : 전파 2동(인천 남구 송의동), 반파 1동(강원 횡성군 안흥면)
 - 주택침수 : 16,498가구(서울 9,419, 인천 3,475, 경기 3,565, 강원 39)
 - 상가·공장침수 : 1,316개소(서울 615, 인천 520, 경기 181)

3. 피해상황 및 재난지원금 지원 현황

중앙재난안전대책본부에서 9월 24일 06시 기준으로 보도한 “9.21~22 호우대처 상황보고” 자료에 나타난 피해상황과 재난지원금 지원 현황은 다음과 같다.

3.1 피해상황

- 인명피해 : 2명(22일 01:46분경 경기 이천 김모씨 남 46, 이모씨 남 45)
 - 강원 영월군 옥동천 낚시객 1명 사망, 1명 실종
- 이재민 : 7,859세대 19,479명(서울 4,168/10,415, 인천 1,742/4,877, 경기 1,897/4,089, 강원 52/98)
 - 7,799세대 19,353명 귀가, 60세대 126명 학교·마을회관 등 수용

3.2 재난지원금 지원 현황

표 1. 재난지원금 집행상황(24일 06:00기준)

구 분	피해신고(세대)	실집행상황		비 고
		피해확인(세대)	지급액(백만원)	
계	12,703	6,956(55%)	6,448	
서울	5,663	4,280(76%)	3,778	
인천	3,475	1,021(29%)	1,021	
경기	3,565	1,655(46%)	1,649	

- 재난지원금 집행상황
- 시·도별 조치사항
 - 서울 56억원 자치구에 현금 교부 완료(양천 9.7억, 강서 5억 등 9.22 11:00)
 - 인천 주거재 은행(신한)과 협의, 30억 인출·교부(부평 10억, 계양 6억 등 9.22 11:00)



광화문 부근 침수



지하철 4호선 침수

그림 2. 서울시 내수침수 피해 현황



강서구청 사거리 침수



김포공항 대한항공 앞 침수

그림 2. 서울시 내수침수 피해 현황(계속)

- 경기 시군구별로 주거래 은행과 협의, 31억 현금 확보(부천, 광명, 하남 등 9.22 15:00)

4. 집중호우 발생현황 및 규모

4.1 기상특보 발령 현황

서울, 인천, 경기지역을 중심으로 9월 21일 기상청의 기상특보 발령 현황은 표 2와 같다.

서울시는 13시 20분에 호우주의보가 발령되었으나 곧이어 14시에 호우경보로 대체되어 예상 강수량이 80~200mm로 예보되었다. 인천시는 13시 20분에 호우경보가 발령되었으며 경기지역은 서쪽에서 동쪽으로 호우주의보, 호우경보가 발령되었다.

서울시와 인천시에 발령되었던 호우경보는 19시

30분을 기해 해제되었으며 경기도 지역의 호우경보와 호우주의보도 순차적으로 해제되어 22일 00시를 기준으로 서울시, 인천시, 경기도에 내려졌던 호우경보, 호우주의보 모두 해제되었다.

그림 4의 영상자료를 보면 서해안에서 발달한 강한 구름대가 14:00경 서울, 경기, 강원지역으로 이동하여 동서 띠모양으로 형성된 후 집중호우가 발생하였으며 22:00 이후 동해로 이동한 것을 알 수 있다.

4.2 집중호우 현황

9월 21일 하루 동안 내린 강수량 분포를 보면 도봉구 방학동에는 95.5mm를 기록한 반면 강서구 화곡동에서는 293.0mm를 기록하였고, 인천에서는 100~284.5mm, 경기도 부천과 광명에는 각각 218mm, 208.5mm를 기록하는 등 지역적으로 강수

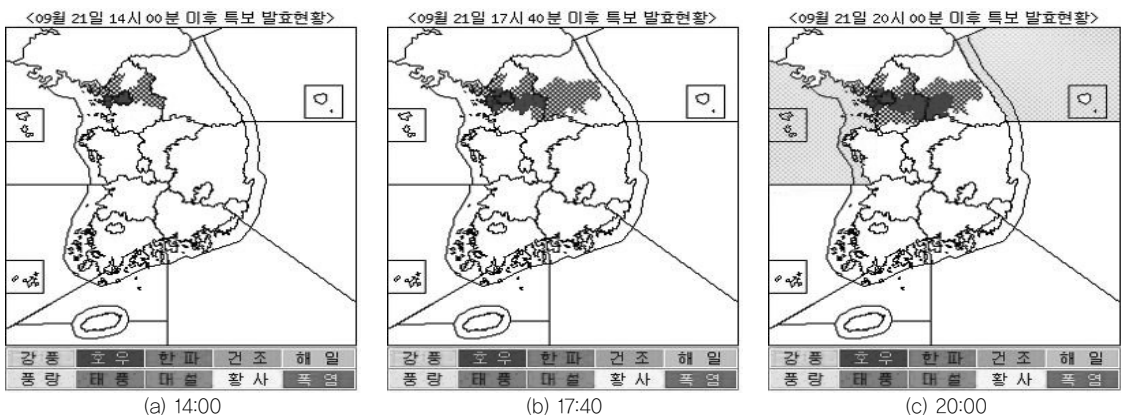


그림 3. 시간별 기상특보 현황

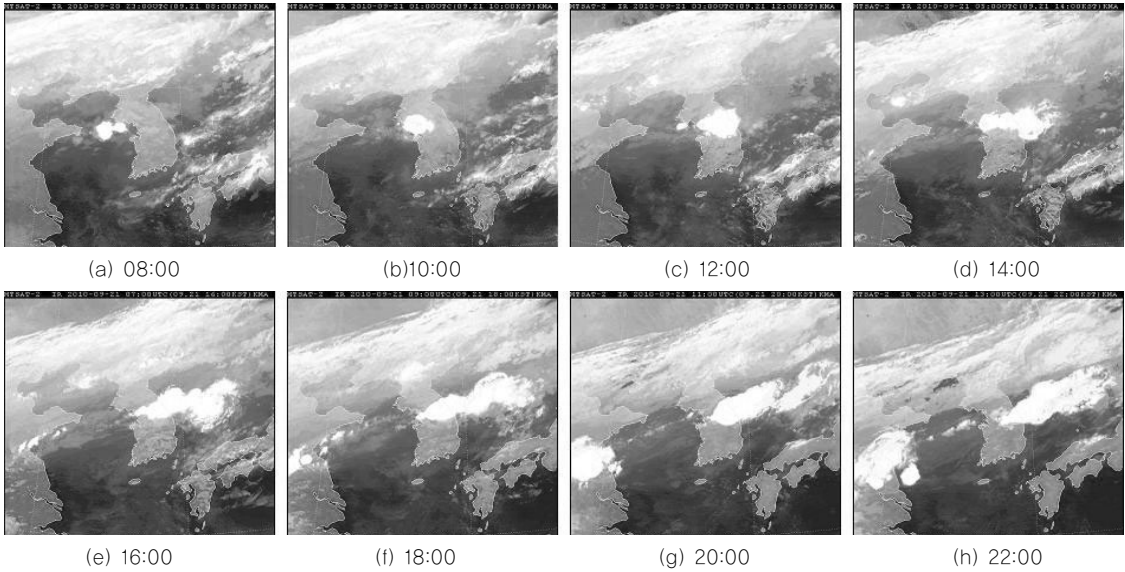


그림 4. 9월 21일의 2시간별 기상위성 영상자료

표 2. 서울, 인천, 경기지역 기상특보 발령현황

발효시각	특보종류	해당구역	예상강수량
09월 21일 12시 40분	호우주의보	경기도(김포시), 인천광역시	50~150mm
09월 21일 13시 20분	호우경보 대치	인천광역시(강화군 제외)	40~180mm
	호우주의보	서울특별시	40~120mm
09월 21일 14시 00분	호우경보 대치	서울특별시	80~200mm
	호우주의보	경기도(부천시, 가평군, 고양시, 파주시, 구리시, 남양주시, 하남시, 양평군)	50~130mm
09월 21일 15시 10분	호우경보 대치	경기도(부천시)	100~200mm
	호우주의보	경기도(광명시, 과천시, 성남시, 안양시, 광주시)	50~130mm
09월 21일 16시 00분	호우경보 대치	경기도(구리시, 하남시)	140~200mm
	호우주의보	경기도(시흥시)	40~140mm
09월 21일 16시 20분	호우경보 대치	경기도(고양시, 양평군)	70~200mm
09월 21일 17시 10분	호우경보 대치	경기도(시흥시, 광주시)	50~200mm
09월 21일 17시 40분	호우주의보	경기도(안산시, 군포시, 의왕시, 여주군)	50~150mm
09월 21일 18시 50분	호우경보 대치	경기도(성남시, 여주군)	40~200mm
	호우주의보	경기도(수원시, 오산시, 용인시, 이천시, 화성시)	40~150mm
09월 21일 19시 30분	호우경보 해제	경기도(부천시, 고양시, 구리시, 하남시, 양평군), 서울특별시, 인천광역시(강화군 제외)	
	호우주의보 해제	경기도(광명시, 과천시, 김포시, 가평군, 파주시, 남양주시), 인천광역시(강화군)	
	호우주의보 발표	경기도(평택시, 안성시)	30~100mm
09월 21일 20시 00분	호우경보 대치	경기도(이천시)	40~200mm
09월 21일 23시 00분	호우경보 해제	경기도(시흥시, 성남시, 광주시)	
	호우주의보 해제	경기도(안산시, 수원시, 안양시, 군포시, 의왕시)	
09월 22일 00시 00분	호우경보 해제	경기도(이천시, 여주군)	
	호우주의보 해제	경기도(오산시, 평택시, 용인시, 안성시, 화성시)	

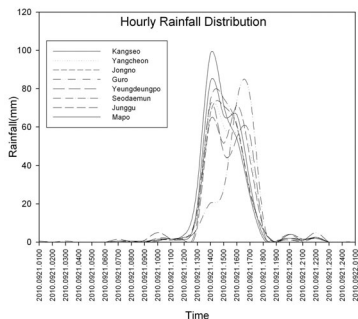


그림 5. 서울지역 강우분포

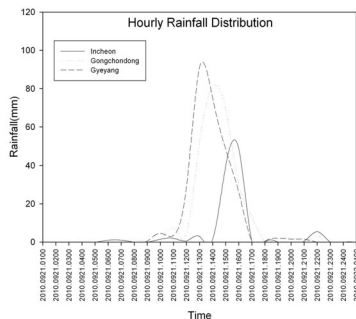


그림 6. 인천지역 강우분포

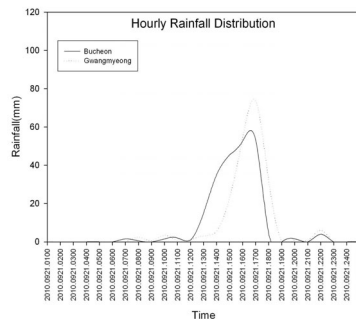


그림 7. 부천, 광명 강우분포

량의 편차가 최고 200mm 이상 나타나는 전형적인 국지성 집중호우 형태를 보였다.

집중호우의 지속시간도 5~6시간으로 단시간에 지역적으로 막대한 양의 비를 뿌리는 형태의 호우가 발생하였다. 강서구 화곡동의 경우 14:00에 98.5mm, 마포구 망원동은 84mm의 최대 시우량이 발생하였다. 이러한 시우량 기록은 서울 지역 1시간 기왕최대 118.6mm (1942.8.5) 보다 작으며, 1시간 전국기왕 최대 순천 145.0mm (1998.7.31)의 67.9%에 해당하는 것으로 나타났다.

인천은 계양구에서 13:00에 최대 시우량 91.5mm가 발생했으며 서구 공촌동은 14:00에 81.0mm, 중구에서는 16:00에 48.5mm의 강우가 관측되어 같은 인천내에서도 강우의 편차가 2배정도 발생하였다.

경기도 부천은 14:00~17:00 4시간동안 186.5mm의 강우가 발생하였으며 광명은 17:00에 74mm의 최대 시우량이 발생하였다.

4.3 집중호우의 규모와 지역적 분포

9월 21일 집중호우 발생시 지속기간별 최대강우량의 규모와 지역별 분포를 파악하기 위하여 기상청 홈페이지(<http://www.kma.go.kr/index.jsp>)의 지역별 상세관측자료(AWS)를 분석하였으며, 그 결과는 표 3과 같다.

서울, 인천, 경기지역의 AWS 관측소에 대해 강우 지속기간별 최대 강우량의 재현기간(확률빈도)을 추정하기 위해 서울지역의 관측소들은「한강유역종합치

수계획보고서(2008.12, 국토부)」의 서울관측소의 지속기간별 확률강우량 값과 비교하였으며, 인천·경기 지역 관측소는「수자원관리기법개발연구조사보고서(2000.6, 건교부)」의 인천관측소와 비교하였다.

서울 강서구는 지속기간 2시간에서 6시간 사이에 100년~200년 빈도 이상을 기록하였으며 양천구, 영등포구, 서대문구, 중구, 마포구도 3시간~6시간 사이에 100년 빈도 이상의 호우가 발생하였다.

인천 계양구에서는 지속기간 3, 4시간에서 500년 빈도 이상의 호우가 발생하였다. 또한 서구와 계양구는 서울 강서구와 같이 2~6시간 지속기간에 100년~300년 빈도 이상의 높은 호우가 발생하여 호우 중심이 이 지역들에 있었음을 알 수 있다.

집중호우시 강우 지속기간별 최대강우량의 지역적 분포를 살펴보기 위하여 그림 8에 강우지속기간 1시간, 4시간, 6시간, 9시간의 등최대강우선도를 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 1시간 지속기간의 경우 호우 중심이 강서구와 계양구에 위치하여 이 지역들에 호우가 집중된 것을 알 수 있으며 4시간과 6시간의 경우 호우 중심은 계속 강서구와 계양구에 위치하고 마포구와 그 인근 지역까지 확대된 것을 알 수 있다.

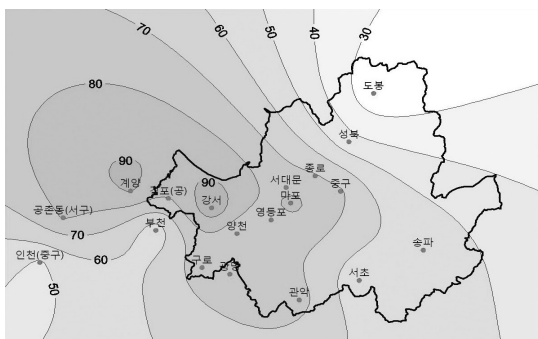
표 3과 그림 8의 결과를 종합하면 9월 21일 집중호우 시 발생된 강우는 매우 짧은 강우지속기간에 서울 강서구 및 인천 계양구와 그 주변을 중심으로 매우 국지적인 강한 강우강도를 가진 호우였음을 알 수 있다.



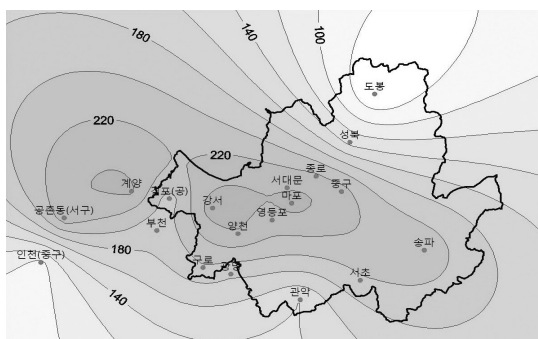
표 3. 관측소별 강우 지속기간별 최대 강우량 및 확률빈도

지역	관측소	구 분	지 속 기 간								
			60분	2시간	3시간	4시간	6시간	9시간	12시간	15시간	24시간
서울	강 서	우량(mm)	98.5	170.0	224.0	253.5	281.5	286.0	290.5	292.5	293.0
		빈도(년)	30	100	100	200	100	80	50	30	10
	양 천	우량(mm)	71.0	131.5	189.0	238.0	258.5	263.0	266.5	268.0	269.0
		빈도(년)	5	20	50	200	80	50	20	10	5
	관 약	우량(mm)	73.5	109.5	121.0	139.5	145.5	156.0	156.5	159.0	159.5
		빈도(년)	5	5	5	5	3	3	2	2	2
	종 로	우량(mm)	71.0	138.0	198.5	224.5	246.5	253.0	257.5	259.0	260.0
		빈도(년)	5	30	70	80	50	30	20	10	5
	구 로	우량(mm)	76.5	150.0	177.5	198.0	218.0	222.0	227.0	229.0	229.5
		빈도(년)	5	50	30	30	20	10	10	5	3
	영등포	우량(mm)	72.0	118.5	173.0	228.5	247.0	251.5	254.0	256.0	257.5
		빈도(년)	5	10	30	100	50	30	20	10	5
	서대문	우량(mm)	75.0	149.0	210.5	237.5	261.5	268.0	272.5	274.5	276.0
		빈도(년)	5	50	100	100	100	50	30	20	5
	서 초	우량(mm)	51.5	99.5	147.5	197.0	246.5	256.0	258.0	260.5	262.0
		빈도(년)	2	5	10	30	50	30	20	10	5
	중 구	우량(mm)	71.5	123.0	187.0	230.5	246.5	254.5	260.0	263.0	264.5
		빈도(년)	5	10	50	100	50	30	20	10	5
	마 포	우량(mm)	84.0	150.0	216.5	247.5	270.0	274.0	279.0	280.0	280.5
		빈도(년)	10	50	100	100	100	70	30	20	5
성 북	우량(mm)	43.5	85.5	113.0	133.0	155.5	164.5	168.5	169.5	171.5	
	빈도(년)	2	3	3	5	5	3	3	3	2	
도 봉	우량(mm)	23.0	34.0	49.5	59.0	76.0	87.5	93.5	95.0	97.0	
	빈도(년)	2	2미만	2미만	2미만	2미만	2미만	2미만	2미만	2미만	
송 파	우량(mm)	57.5	115.0	167.5	214.0	259.0	267.5	270.5	274.5	276.5	
	빈도(년)	3	10	20	50	80	50	30	20	5	
김포(공)	우량(mm)	79.5	141.5	176.5	191.0	220.0	245.0	250.5	251.5	252.0	
	빈도(년)	10	30	30	30	30	30	20	10	5	
인천	인 천 (중구)	우량(mm)	48.5	88.5	90.0	93.0	95.5	97.0	101.5	103.0	105.0
		빈도(년)	2	5	3	3	2	2	2	2	2
	공촌동 (서구)	우량(mm)	81.0	150.5	203.0	233.5	251.0	259.0	264.5	266.0	266.5
		빈도(년)	20	100	300	300	200	80	30	30	10
계 양	우량(mm)	91.5	166.5	215.0	244.0	273.5	279.0	284.0	284.5	284.5	
	빈도(년)	50	200	500이상	500이상	300	100	70	50	20	
경기	부 천	우량(mm)	53.5	106.0	151.5	186.5	206.0	210.5	214.5	216.5	218.0
		빈도(년)	3	10	30	80	50	20	10	10	5
	광 명	우량(mm)	74.0	128.0	160.5	183.5	192.0	197.0	201.5	208.0	208.5
		빈도(년)	10	30	50	70	30	10	10	10	5

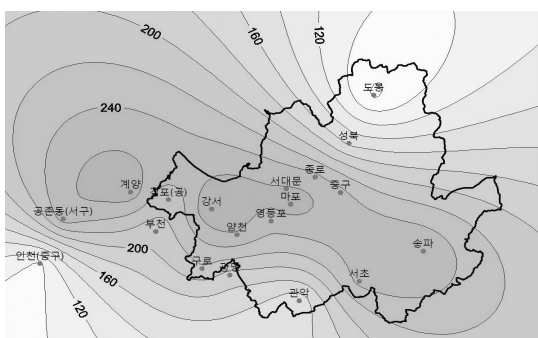
주) 서울지역 빈도 : 한강유역종합치수계획보고서(2008.12, 국토부), 서울관측소 참조
 인천·경기지역 빈도 : 수자원관리기법개발연구조사보고서(2000.6, 건교부) 인천관측소 참조
 표기 예 : '100년 빈도' → 100년 이상 200년 이하의 빈도 범위 임.



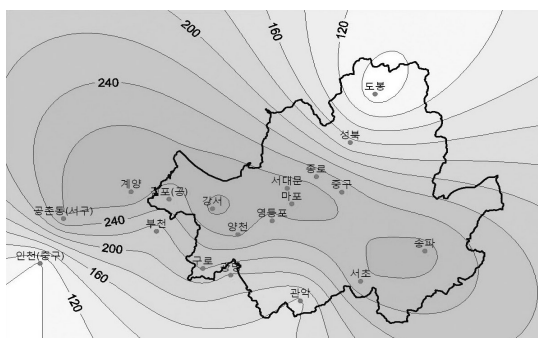
(a) 1시간 등최대강우선도



(b) 4시간 등최대강우선도



(c) 6시간 등최대강우선도



(d) 9시간 등최대강우선도

그림 8. 강우 지속기간별 등최대강우선도

5. 맺음말

추석 연휴 첫날인 9월 21일 서울 관측소를 기준으로 내린 강수량이 259.5mm를 기록하여, 9월 전체 극값 순위 2위(1위는 1984년 9월 1일 268.2mm), 9월 하순 극값 1위(2위는 2005년 9월 30일 104.5mm)를 경신하였다. 이러한 집중호우는 서울을 중심으로 많은 침수피해를 발생시켰으며 본 고를 통해 파악한 침수피해원인은 아래와 같다.

9월 21일 집중호우는 전국에 걸쳐 고르게 형성된 것이 아니라 인천, 서울 및 수도권과 영서지역에 기압골이 띠형태로 정체되어 2~9시간 동안 아주 강한 집중호우를 유발하였다. 지속시간 1시간 기준의 강수량으로 판단해보면 서울의 강서구가 30년 빈도 이상, 인천시 계양구가 50년 빈도 이상의 강우가 발생하여 하수관거의 설계빈도(간선 20년)를 초과한 것으로 나타났다.

특히 강서구, 양천구, 영등포구, 서대문구, 중구, 마포구 등은 단시간 강우보다 지속시간 2~6시간의 경우 최대 100~200년 빈도 이상 규모의 강우량을 기록하여 초기에 배수되지 못한 우수와 함께 하수관거 통수능을 초과해 역류된 우수가 내수침수를 배가시킨 것으로 판단된다.

상대적으로 서울의 성북구, 도봉구, 노원구, 관악구는 강우가 적게 내려 침수피해가 발생하지 않았으며 경기지역의 부천시와 광명시의 경우 1시간 강우는 적게 발생하였으나 지속시간 2~6시간의 강우는 30~70년 빈도 이상 규모를 나타내어 도시지역 일부 및 안양천 주변 저지대에 내수침수 피해가 발생한 것으로 나타났다.

그러나 많은 양의 우수가 하천으로 유출되지 못하고 유역내에 내수침수를 유발하여 저류됨으로서 하천으로 유입유량이 적어 하천이 월류되거나 범람하는 피해는 발생하지 않았다.

9월 21일 집중호우와 같은 이상호우로부터 도시의



내수침수피해를 저감시키기 위해서는 다각적이고 세부적인 대응 대책이 수립되어야 한다. 우선 하천, 제방, 하수도, 도로배수시설 등 도시하천의 배수체계 관련 설계빈도를 상향하는 것을 적극적으로 검토하여 이상기후 대응 시설물의 방재능력을 강화하여야 한다.

인구와 기반시설이 집중된 도시하천유역의 통합적, 체계적 수해관리를 위해 유역 내 하천, 하수도, 빗물펌프장, 우수유출저감시설 등을 통합·연계하는

‘도시하천유역종합계획’이 필요하다. 또한 도시계획적 접근에 의한 홍수위험관리도 필요하다. 이는 홍수위험을 고려하여 입지선정, 토지이용계획, 시설물계획을 수립하고 다양한 방재대책을 도시계획에 반영하는 것이다.

상기의 대책들과 아울러 풍수해보험을 개선하고 확대하여야 하며 주민의 안전한 대피를 위한 사전 대피체계도 구축해 나가야 할 것이다. ☞