

최근의 수해경향과 홍수방재 문제 - 1999년 8월의 임진강 유역 대홍수에 관하여 -

최영박 (수원과학대학장, 이학박사, 기술사)

머리말

1990년대에 들어와서 집중호우로 그 해 "9월 9일 ~12일 대홍수"가 중부지방에 발생하였다. 이 때 서울주변 저지대가 침수·범람하고 일산제방이 붕괴되어 경기도 고양일대가 침수돼 가옥 1만5천여 채가 유실 파괴 되어 우리나라 홍수피해액상 최대인 5,203억원을 기록하였다. 이는 "1925년 을축년 대홍수"에 버금가는 대홍수로 평가되기도 했다. 그런데 21세기를 문턱에 앞두고 '96년, '98년 그리고 '99년에 있어서 4년간에 세차례의 홍수가 빈발해서 많은 인적·물적 피해를 초래하였다. 그 중 "99년 8월 임진강 유역의 대홍수"는 도시화에 따른 물환경의 변모에 의한 것으로서 앞으로 「도시형 수해」의 빈발을 예고하는 것이다. "아시아·문순"지대인 우리나라에는 해마다 발생하는 집중호우·태풍 수해는 우리 한반도의 숙명일 것인가 그 때마다 통탄스러운 많은 인명이 희생되고 있다. 해마다 일어나는 많은 희생을 회피할 방법은 없는가? 해마다 집중호우·태풍 등의 같은 패턴으로 되풀이되는 수해에 대해 과거의 교훈은 어떻게 살려두고 있는가? 수해를 정치의 빈곤에 결부해도 해결은 매우 먼 곳에 있다. 洪水防災대책은 피해의 실태조사에서 탄생되어야 한다. 우리나라 수해가 어떤 특성을 가지고 또한 수해가 자연고유의 조건에 어떻게 결부되고 있는가를 연구하는 일은 중요한 과제라고 본다. 수해통계에서 수해동향을 보면 오늘날 우리나라 수해는 2개의 형이 있다고 볼 수 있다. 그 하나는 「과소지(過疎地)의 수해」이고, 둘째는 「도

시·도시근교의 수해」이다. 인적피해로 사망·실종 등의 희생자를 발생케 하는 수해는 산지의 사태나 경사면 붕괴의 토사재해(土砂災害)에 연관되는 것이 많고 토사재해의 발생지는 급준한 산맥이다. 협소한 평야로서 토사재해가 언제 발생하는가를 정확히 예측하는 것은 곤란하다. 토사재해를 완전 방지하는 것도 또한 곤란하다. 또한 모든 토사재해를 완전하게 멈추게 하는 것도 어렵다. 하지만 피해의 발생을 방지하는 것은 가능하다. 그래서 과소지(過疎地), 혹은 택지개발이라 하는 조건을 고려하지 않으면 안 된다. 사람들은 자기가 사는 지역의 자연에서 얻을 수 있을 것이다. 집중호우 때를 위해 그 지역의 특성에 정통해 있으면 위험지역을 상정해서 사전에 이에 대처하는 것이 가능하다. 정확한 정보를 관리하여 정확하게 주민에 전달하는 동시에 위험을 회피하는 행동체제를 만들어 두면 좋다. 과거의 事例나 지역고유의 조건을 파악해두는 것이 불가결하다. 하지만 과소화나 도시화의 물결은 이러한 회피행동을 가능케 하는 것을 어렵게 하고 있다. 돌이켜보건대, 최근에 와서 도시의 농경지를 포기한 농지나 산림이 무질서한 「개발」대상이 되고 개발바람이 지나가면 다시 방치하게 되는 지역관용이라고 할 수 있는 「개발」방법이 취해져서 국토의 격심한 피해를 생기게 한다. 도시화지역에서도 토지이용의 변화나 출수의 변화에 주민이 대응하기가 불가능하게 되는 사태가 생긴다. 한편 세계적인 기후변동으로 대홍수나 대한발이 속출하고 한편 자연우량의 증대의 일면에 우수의 침투능력은 도시화와 함께 저하했다. 도시근교에서는 토지이용의

변모로 측구나 작은 하천(농촌적 토지 이용일 때는 농업용수로)에서 물이 넘쳐 범람하고 배수불량에 의한 침수가 생긴다. 혹은, 분류에서 배수가 단시간에 집중하는 까닭에 수위가 갑자기 높아지고 지천으로부터의 유입수를 포용하기가 어렵게 되어 지류에서 내수범람을 일으킨다. 최근 도시화와 함께 도시내부에서 수해가 다발하고 있다. 1990년대에 와서 경기도 북부지방의 문산, 연천, 철원, 동두천, 중랑천에 4년간에 3차례의 대홍수가 일어났다. 사실 근자에 와서 이들 도시가 콘크리트와 아스팔트 포장 및 도시건축의 다층화이다 software화에 수반해서 우수의 지하침투는 점점 어렵게 되었다. 또한 하수시설의 증대와 배수로 정비는 빗물을 신속하게 방출해서 하천으로 신속하게 집중하게 되었다.

홍수 파형의 피이크(peak)가 침투화해서 피이크 도달시간이 빠르게 되었다. 그 결과로 홍수를 조절할 수 없고 제내지로에의 물넘이가 발생한다. 이 문제는 과소화의 대립입장에 있는 도시의 인구·자산의 집중, 과밀화를 배경으로 하는 문제이다. 여기에도 대책은 주거환경의 변화 혹은 수해의 위험을 가진 지역이라는 인식을 주민이 가져야 하는 것에서 출발된다. 일반적으로 도시화지역의 주민의 거주년수가 짧고 이래서 수해에 대한 인식이 낮다. 거주지역이 어떤 환경에 있는가, 수해위기의 회피는 어떻게 하는가에 대한 정확한 정보를 주민에 사전 제공하는 것이 필요하다. 주민의 수해인식, 수해대응에 관한 조사를 실시해서 주민으로 하여금 수해다발(수해상습지가 되어 있는 곳이 많다)이라는 지역조건을 인식하고 이것을 극복하는 계획에 적극 참가시킴으로서 새로운 지역이 형성되는 것이라 생각된다. 물론, 토목공사·구조물에 의한 hardware대책도 필요하다. 하지만 수해가 점차 심각화하는 현상에서 구조물이 구축한다는 것에서 주민의 수해인식이 약해지지 않을까 재고되기도 한다.

都市化와 都市河川을 싸고도는 洪水문제

2000 년대를 앞두고 우리나라 경제는 급속하게

발전 중에 있고 이에 수반해서 대도시로의 인구집중이 발생하고 특히 수도권 등 대도시권이 팽창하고 있다. 즉, 이 때까지 주택지로서 별로 토지이용이 없었던 하천의 구하도나 하천 범람원인 제내지 근처의 전답지와 낮은 평야에는 도시화의 물결이 밀려들게 되었다. 또한 택지개발은 구릉지나 저평지나 탐지에도 급격하게 진전되고 상당히 가파른 경사면에도 주택이 건립되었으며 시가화가 급속히 진행된 것을 알 수 있다. 사실 유역이 도시화되면 여러 문제가 생긴다. 먼저, 유역상류부에서는 산림이나 농지 등의 우수침투(浸透)기능이나 보수(保水)기능이 상실되고 우수 유출량이 증대한다. 또한 도시의 배수(排水)로나 하수도가 정비되는 까닭에 하늘에서 내린 강우는 급속하게 강·하천으로 유출하게 된다. 그 결과로 우수는 하류역(下流域)에 단시간에 집중하게 되고 그 정점(피이크)유량은 증대한다. 원래 하천의 범람원으로서 침수를 허용하는 저지부(低地部)에도 주택이 들어서고 사람이 거주하게 되면 제방으로서 수호할 필요성이 생긴다. 하지만 우리나라와 같이 도시화의 진전이 빠르게 되어 하천개수나 내수배제의 펌프 등의 설치가 사전에 마련되지 못한 지역에서는 홍수피해가 빈발하게 된다. 도시 수해를 방지하기 위해서는 강·하천의 확폭, 제방을 더 높이 쌓아올리기(嵩上) 및 배수펌프장의 정비에의 노력이 치중되어 왔다. 최근 일본에서는 도시수해방지를 위해 인가가 밀집한 시가지에서는 적은 용지에서 최대의 통수단면을 확보하기 위해 강철관을 타입하고 그 사이에 콘크리트를 유입시켜서 굳게 한 폭이 좁은 호안을 사용해서 거리를 수호하는 방법을 채용하고 있다. 그 결과로 사람의 키보다 훨씬 높은 콘크리트 벽이 강·하천에 따라서 나타나게 되었다. 물론 홍수를 강·하천으로 가두는데 성공하고 홍수에 대한 안전성을 높게 되었다. 하지만 곳에 따라서는 사람을 감금한 것 같은 착각을 느끼게 했다. 또한 통수능력을 확보하기 위해 강바닥(河床)을 파내려가기도 하나 이 경우에는 강·하천이 깊게 되고 강가는 콘크리트로서 굳어지게 되었다. 이와 같이 도시하천은 홍수를 배제시키는 기능만이 주요시되어 강·하천과 주민들의 인간생활이 분단되는

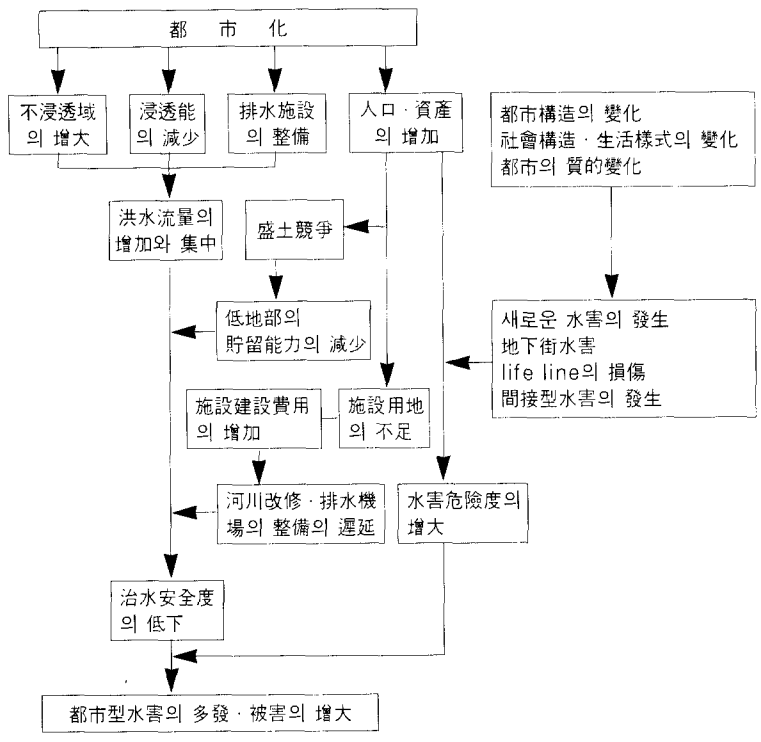


그림 1. 都市水害의 발생 메카니즘

경우가 많게 되었다. 근자에 와서 이와같은 상태를 반성하는 동시에 주민의 의식과 가치관이 변화하여 강·하천이 갖고있는 친수기능을 고려한 형태의 치수방재 대책과 도시계획에 요청을 고려하게 되었다.

都市水害의 발생 메카니즘(mechanism)

우리나라 수해원인은 예부터 제방이 파괴되어 범람하는 파재범람, 하도에서 유수(流水)가 넘치는 외수(外水)범람과 내수(內水)범람으로 대별된다. 여기서 「내수」라는 것은 제방의 내측(內側) 즉, 거주지측에서 범람하는 물이다. 강·하천에 따라서 대규모의 제방이나 수문이 설치되면 홍수·해일(또는 고조) 때에는 본류수위가 지류수위를 상회하는 것으로 된다. 이 경우에는 거주지측에 있는 중소하천의 물은 갈 곳이 없어서 제방의 내측에 범람해서 침수를 일으키는데 이것을 내수재해라고 말한다. 강·하천이나 바다

등의 외수(外水)에 의한 범람 재해는 제방의 개수·정비가 진행된 까닭에 오늘날 상당히 감소하였다. 최근 홍수에서 보 다시피 내수에 의한 피해가 전체의 50%이상으로 제방파괴에 의한 피해보다도 피해액이 방대하게 되었다. 도시수해의 대반은 하도의 유하능력 및 펌프의 배수능력이 부족한 까닭에 유발된 것이라고 해도 좋다. 지난 7월 31일부터 연천, 파주, 문산, 동두천 등 경기북부지방에서의 연속 집중호우의 계속에다 태풍 “올가” 내습에 의한 외수범람·침수로 이 고장을 수중도시화 하였다. 이는 도시 내수재해로서 50년간의 임진강의 토사퇴적으로 유하능력이 감소한데다 하도개수가 소외되었고 배수펌프장

시설 불비 및 도시화로 유역산림의 무분별한 토지이용에 의한 개발과 하천 주변 저지의 주택화가 그 원인이라고 본다. 설상가상으로 서해안 만조시와 집중호우시가 일치해서 바다로 갈 물이 역류한데서 그 피해액을 더욱 제고하게 한 까닭이다. 사실 경기북부의 이 지대는 북한과의 휴전선지대에 근접한 군사지대로서 '90년까지 하천조사나 하도개수가 어렵게 되고 따라서 수자원개발이나 하천 개수면에서 소홀히 취급되어왔다. 또한 경기북부지대의 토지이용이 군용도시로 되어 계통적인 토지이용을 위한 도시화가 이루어지지 못하였다. 즉, '90년대까지 인구의 도시집중으로 도시구조면이나 사회구조의 변화에 수반해서 새로운 형태의 수해가 발생하였는데 이에 대한 토지이용이나 치수방재대책이 미비하였다.

한편, 대도시권에서의 지하공간이용에다 지하철건 설이다 고층건물아래의 지하상가의 이용으로 홍수시 지하수해가 발생하게 되었다. 지하공간에 범람수가

침입하면 물적피해는 물론 인명에도 관계되는 피해가 발전될 소지가 우려된다. 오늘날, 우리나라 현재의 도시시설과 그 기능은 전기·가스·수도·전화 등의 "라이프 라인"에 의해 유지되고 있다. 이와 같은 "라이프 라인"의 손상은 침수역만이 아니고 타 지역에도 피해를 초래하므로 경제·사회활동에 주는 영향은 매우 크다. 나아가서는 앞으로 OA기기나 정보통신설비, 정보화 보급은 그 업무기능을 더욱 도시로 집중시키고 그 생산성을 고도로 높이고 있다. 따라서 홍수에 의한 직접피해 외에 영업정지 등의 파급적·연쇄적인 간접피해도 높아질 것이다. 도시의 질적변화는 도시의 침수에 대한 취약성을 더욱 증가시키고 있다고 볼 수 있다.

최근의 우리나라 수해의 변천

우리나라는 3면이 바다로 둘러싸인 반도국이며 산지가 63%를 차지하고 있다. 1991년에 총인구 4,384만 8천명에 국토면적은 99,745km²에 불과해 인구밀도가 약440명/km²나 되는 고밀도 국가이다.

또 거주하는 가옥의 형태는 예부터 초가, 목조, 토벽 등이 많아 화재의 위험도 큰 반면에 해마다 여름철이면 장마, 태풍 등으로 인한 풍수해로 막대한 인명, 재산피해를 입고 있는 등 재해국이라는 가혹한 숙명을 짊어지고 있다. 이에 따라 우리나라 재해의 역사에는 국민활동의 변화, 과학기술의 발달, 방재를 위한 노력 등이 반영되어 온 것도 사실이다. 21세기를 앞둔 현재에 있어서 삼재(三災)중 한발과 냉해는 관개시설의 정비와 농작물의 품질개량 등으로 매우 줄어들고 있다. 그러나 취약지역의 인구증가, 산업활동의 발전, 도시화의 진전 등에 따라 최근의 피해는 태풍과 집중호우로 인한 홍수해가 큰 비중을 차지하게 되었다. ESCAP지역 14개국의 수해통계를 보면 인구 1인당 평균피해액은 1.16달러이며, 일본이 5.9달러로 1위이고 우리나라는 0.88달러로 2위이다. 연평균 피해액 대 GNP의 비는 가장 큰 경우 1.51%이고 평균은 0.76%이다(1961~70년 통계). 1970년에서 1986년까지 17년간의 풍수해통계에 의하면 연

표 1. 1980년 이후의 풍수해의 추이

년	사망자수(명)	재해피해(억원)	복구비(억원)
1980	279	2,533	1,829
1981	216	1,317	1,200
1982	1 21	842	521
1983	91	199	71
1984	265	2,516	2,084
1985	250	1,387	944
1986	156	2,423	865
1987	1,022	10,863	10,682
1988	141	1,395	1,593

평균 사망·실종은 230명, 재산피해액은 1,345억원으로 GNP의 0.2%에 해당되며 이를 위한 연평균 피해복구비는 978억원이다. 지난 10년간(1980~89년)의 연평균 풍수해피해는 인명사망 296명, 재산피해액이 2,640억원에 달하며 피해복구비는 무려 2조 1,637억원이나 된다.

지난 60여년간의 큰 홍수기록을 보면 대홍수가 발생한 해는 1925, 36, 65, 66, 72, 84, 87, 89년 등을 열거할 수 있다. 이 확실성을 보면 대홍수피해는 장주기성으로 11년 주기, 단주기성으로는 5년 주기로 오는 것을 볼 수 있다. 또한 대홍수 때의 강우량은 최근에 와서 더욱 증가하는 경향이 있다.

우리나라 홍수형태 1960년부터 경제의 고도 성장에 따른 대도시인구집중에 의한 도시화와 함께 서울, 부산, 대전 등 도시부는 내수침수나 산사태 및 토석류(土石流)축대붕괴 등 새로운 도시홍수형태를 나타냈다. 이 새로운 「도시홍수형」은 토지이용의 변모나 도로포장, 아파트건축 등의 새로운 대규모 단지나 공단조성으로 유출률이 커졌으며 도시화 이전에 비해 홍수도달 시간도 빨라졌고 침투 유출량도 증가했다.

한편 도시 내수침수(inundation)현상이 많아지고 기왕의 홍수라 할 수 있는 제방붕괴나 강안의 물인 소위 외수(外水)범람에 의한 수해는 줄어들고 있다. 즉 도시화나 토지이용이 홍수 재해형을 크게 바꾸었다. 따라서 최근의 홍수대책은 도시부를 관통하는 도시 중·소하천이나 하수도 배제대책으로 변화하여 이를 위한 대책이 크게 대두하였다. 특히 1984년, 1990년은 모두 예년보다 일찍 시작했다가 늦게 다시 발생하는 9월의 가을장마로 장마철 말기인 9월초에

표 2. 한강인도교 위험수위 기록

순위	수위(m)	사망자수(명)	피해액(억원)	년월일
1	11.26	427	464	1925. 7.18
2	11.24	411	419	1972. 8.19
3	11.03	105	914	1984. 9. 2
4	10.80	176	211	1965. 7.16
5	10.78	85	113	1966. 7. 24
6	10.56	394	287	1936. 8.12

발달한 태풍 또는 호우에 의한 홍수피해로 재해가 극심하였다. 특히 1990년 9월 9일부터 11일까지 무려 500mm를 초과하는 때 아닌 집중호우로 서울 수도권 등 중부지방일대를 강타하여 충주다목적댐 상류의 신단양일대의 침수에다 한강유역인 일산지역의 제방 150m 유실에 의한 외수 범람을 가져왔다. 이는 1925년 7월 25일의 을축년 대홍수에 이어 두 번째로 큰 홍수로 평가되었다. 또한 최근에 발생한 홍수 피해는 1998년 7, 8월에 전국에 걸친 कै랄라성 집중호우로 인해 230 여 명이 사망하거나 실종되었으며 서울, 경기 지역에서만 11만 7천명의 이재민이 발생되고 5만여 가구가 침수되었으며 농경지 4만 5천여 ha가 유실되었다. 재해대책본부가 밝힌 재산피해액만 2조원에 달한다고 집계하고 있지만 지하철 침수나 도로의 침수로 인한 교통대란 등과 같이 무형의 손실을 다 합치면 지난 번 집중호우로 인한 피해는 상상도 못할 만큼 큰 액수가 될 것이다.

기상학자들도 지구대기의 거대한 순환운동 패턴이 이상 형태를 보이고 지구의 온난화 현상과 오존층 파괴가 꾸준히 진행된 영향이 아닌가 추정하기도 하였다. 또한 1990년 여름에도 6월부터 장마기간이 길어지고 태평양 적도부근의 해수변화가 예년보다 1℃ 이상 높아지고 해서 "엘니뇨" 현상과 태양 흑점활동의 극대설이 거론되기도 하였다. 이러한 우려는 1998년에 기상이변이 발생하여(엘니뇨 및 라니냐) 우리나라에 여지없이 우리에게 크나큰 시련과 아픔을 안겨다 주었고 인적피해와 물적피해를 가져다 주었다. 7월과 8월에 남부와 중부지방에 기습적으로 내린 집중호우 현상과 10월에 태풍 "에니"의 내습으로 농민들의 피땀에 의한 1년 풍년농사를 다 망쳐놔 이러한 기상이변현상이 현실로 우리에게 다가오고 있다.

우리나라의 연평균 강수량은 1,274mm로 세계평균 970mm의 약 1.3배이지만 높은 인구밀도 때문에 인구 1인당 강수량은 3,000m³로 세계평균 34,000m³의 1/11에 불과하다. 특히 국토의 67%가 산지인데다 연강수량의 2/3가 6~9월의 우기에 집중되어 있고 게다가 하천의 유황(流況)이 불안정하고 하상계수(河狀系數)가 커서 불관리에 불리하다. 또한 같은 유역에 있어서도 경년(經年)변동이 크고 다우년(多雨年, 1,683mm)과 과우년(寡雨年, 754mm)이 교차한다. 산업화, 도시화의 진전에 따라 경제활동의 다양화로 재해취약지가 증가하고 있고 국토내에 사회자본이나 개인자산이 축적되어 해마다 홍수피해규모가 커지고 있다.

실제로 수해로 인한 인명피해가 1970년대 평균 330명에서 1980년대 평균 285명으로, 이재민수는 1970년대 평균 11만8천명에서 1980년대 평균 9만 9천명으로 감소한 것과는 대조적으로 재산피해액은 1970년대 평균 1,071억원에서 1980년대 평균은 2,663억원으로 증가하는 바람직스럽지 못한 상태에 있다. 특히 제방이 없어서 해마다 홍수가 범람하여 개수(改修)를 요하는 하천 35,781km 중 1989년 말 현재 겨우 19,355km를 개수하여 하천개수율은 54%로 아직 백년하청격으로 저조하다. 그래서 하천 연변의 홍수해는 연례행사처럼 되고 있다. 한편 연평균 7회 정도로 한반도를 내습하는 태풍에 의한 재해는 일본에 비해서는 적지만 피해규모는 상당히 크며 특히, 1959년 "사라"호 태풍에 의한 피해는 실로 막대한 것이었다. 1950년대까지는 태풍 1건당 사망자수가 158명이었는데 1960년대는 47명으로 크게 감소하였다. 단, 1959년의 대형 태풍인 사라호 때는 사망자가 850명 정도에 달한 적도 있다. 전술한 바와 같이 우리나라에는 매년 태풍, 집중호우를 위시한 자연재해가 전국각지에 발생한다. 이래서 1960년대부터 오늘날까지 해마다 GNP의 약 0.7~0.2%에 달하는 피해를 감수해야만 했다. 이에 대한 재해조사 결과를 토대로 건설교통부는 하천개수나 다목적댐 건설 등의 Hardware방재대책 추진에 주력한 것은 물론이나 실제로 재해가 닥쳤을 때 많은 방재정보를 활용해서

재해발생의 위험성을 조기에 그리고 정확하게 판단하여 대피 등 일련의 방재활동으로 인명피해를 줄이는 등 Software면의 호우기상정보시스템도 중요하다는 인식을 확산시키고 있다. 이와 같은 관점에서 방재정보의 활용으로 우량, 수위 등의 예·경보, 호우에 관계되는 정보수집, 각종 방재정보에 접하는 지방 공공단체나 주민의 방재대응행동이나 재해발생의 위험성에 예측기술 등 방재의 공학적·사회적 대책 등 방재전략·전술이 요청되는데, 벌써 선진국에서는 위성중계회선을 이용한 재해대책연락망이 가동되고 있다.

지난 水災害의 激動期 50年과 問題點

제2차 세계대전 후 8.15광복은 되었지만 6.25 동란 등에 의한 국토황폐에다 연중행사처럼 내습하는 집중호우에다 태풍, 가뭄의 다발로 우리나라민은 거의 50년간이나 심한 물과의 관계에 있어서 격동의 수난을 보내왔다. 1960년대 후반부터 장기 경제개발로 울산·포항·광양 등 공업기지에다 서울·부산·인천·대구·대전 등 대도시의 인구의 집중으로 각종 용수수요가 격증하여 정부는 4대강의 수자원개발에 주력하였으나 각 지역에는 물부족이 빈발했다. 1973년의 석유파동 이후도 고도성장에 의한 GNP의 급증으로 우리 국민생활도 매우 향상했다. 하지만 물과 대기 오염 등의 공해가 주로 대도시에 내습하여 환경오염이 심각한 사회문제로 되었다. 강·하천에 있어서 이 시대는 다목적 댐 개발에다 주요 하천의 연속 제방의 하천 개수 필요에 따라 침수로, 방수로(분수로)를 설치해서 홍수류를 신속하게 바다로 유출하는 방식을 취해왔다. 또한 환경 문제로서는 하천, 호소나 해안 저지대·소택지에의 수질악화가 진행되고 이 문제 역시 그 해결의 길이 멀다. 돌이켜 보건데, 예부터 하천이나 해안 및 호소 그리고 저습지에 인접한 지역이 호우에 의한 범람과 침수하는 것은 극히 당연한 것이었다. 범람은 상류역의 비옥한 토양을 운반해서 풍요한 농작물의 결실을 이루는 원천이었다. 하지만 오늘날과 같이 홍수에 의한 피해가 심각

하게 된것은 범람·침수지역까지 토지개발이 진행되어 이 곳이 사람들의 「생활의 장」이 된 까닭이다. 범람·침수지역이 개발되면 물피해를 방지하기 위한 대책이 요구된다. 수해방재 대책이 어느 정도 효과를 발휘하면 더욱 확대진전되어 자산이 집적해간다. 8.15 해방 전을 생각하면 이 때 발생한 수해 농업생산자인 총적평야의 전답으로 내습해서 침수로 식량, 특히 벼농사에 타격을 주어 식량부족을 더욱 조장했다. 오늘날 경제의 고도성장기에 와서는 도시수해가 다발하게 되었다. 우리나라 「하천법」도 1960년대 후반부터 하안지역의 고도개발이유에 대응하게끔 또한 하천수계 일관종합개발이 실현가능하게끔 또한 지방자치체가 관리하는 하천의 명확화하게끔 하는 데 주안점을 둔 개정이 추진되었다. 하지만 개발행위에 동반해서 홍수해가 격화되었으나 이에 대해 직접적으로 대응하게끔 도모되지 못했다. 도시화에 의한 전답, 임야의 폐쇄는 이 때까지 그 지역들이 갖인 보수(保水), 유수(遊水)능력을 저하하였는데 여기에 대응할 치수시설의 정비가 뒤따라가지 못해서 도시 근교에서의 수해를 계속 다발게 하는 상황으로 되었다. 거기에다 지가(地價)가 상대적으로 싼 저지부의 개발이 보다 빨리 전개되어 이 결과로 더욱 수해다발의 잠재능력이 높아지게 되었다. 도시에 있어서의 하천개수 확장은 용지매수면에서 어렵고 새로운 치수방식이 시도되지 않으면 해결불가능했다. 1980년대에 와서 유수(遊水)사업이 진행되었다. 이것은 도시하천 혹은 도시화지역에 있는 하천 유역에서 유수기능이 있는 토지를 홍수 때의 「유수지」로 확보하고 하천 공원농지, 운동장, 주차장 등으로 이용하는 것이다. 하지만 도시·도시화지역에 있어서는 홍수의 출수조건이 복잡하게 변화하고 토목공학적 하천 구조물만에 의존하는 치수는 융통성이 없어서 파탄하기 쉬웠다.

유감스러운 일이지만 우리들의 재해에 대한 대응은 근대화, 도시화와 함께 어느 사이에 셋길로 벗어났던 것 같이 생각된다. 과학기술에의 지나친 신뢰는 수문·수리 측정을 기둥으로 하는 과학기술적 조사만으로서 수해의 실태를 파악할 수 있는 것 같은 착각을 가지게 하고 거대한 댐, 정밀한 방재시설만으로

서 수해를 회피할수 있는 것 같은 환상을 토목기술자들이 마음먹게 하여왔다. 이 영향을 받아서 하천 유역주민들도 또한 제방, 댐, 배수펌프장 등에 의존도를 높이고 여기에 당국이나 유역주민 너나 할 것 없이 기대를 가지게끔 하였다. 이와 같은 경향은 20세기에 들어와서 중국의 한학에 기초를 두는 치수(治水)사상을 경시한데서 싹트기 시작하였고 2차대전 후의 기술혁신의 시기를 경유해서 수문측정이나 해석의 기술, 토목시공기술의 비약적 진보에 의해 더욱 조장되었다고 생각된다. 원래 측정기술의 진보는 자연의 모습을 보다 명확히 하는데 매우 필요하다. 하지만 이에 의해 바로 자연과 인간과의 대응에 있어서 수해를 금세 알았다고 판단하는 것은 큰 착오이다. 앞으로 과학기술이 진보해도 우리들은 지진, 태풍, 토석류(土石流) 그 자신을 멈추게 하는 것은 불가능하다. 또한 홍수를 완전히 방어하는 댐과 제방, 토석류를 완전하게 막아내는 벽을 구축하는 것도 불가능하다. 우리들은 자연에 대해 좀더 겸허하게 되고 오만 불손했던 지난 50 년간의 수해에 대한 태도부터 새롭게 변경하는데서 재출발해야 된다고 본다. '99년 8월의 임진강 대홍수의 원인인 집중호우와 대형 태풍이 수년에 1회 정도로 우리 한반도에 내습한다는 것을 명심해야 한다. 지년간 고도성장기 20수년의 우리나라 토지이용이나 경제 사회 개발상황이 이번 대홍수에 의해 테스트 되었다고 볼 수가 있다. 이와 같이 말하는 것은 수해의 성격이나 격심함이 단순히 치산치수사업의 진전도만이 아니고 도시화를 위한 토지이용의 변화나 개발형태에 두드러지게 영향을 받은 까닭이다. 그런데도 불구하고 앞으로의 수해 대책을 위해 행정적으로나 기술적인 면에서도 더욱 그 기초가 될 조사연구가 아직 불충분하다. 구체적으로는 주민의 수해에 대한 지식, 피난방법, 나아가서는 담수(湛水) 때에도 재해를 경감시키는 거주방식이라든가 토지이용의 방법에 관한 검토가 수해경감대책의 결정적인 방법·수단이 되는 까닭이다.

특히 범람·침수 상습지역에 있어서 토지이용규칙을 포함한 지역계획의 수립집행 여부가 앞으로 수해 대책에 궁극적인 성과를 준다고 본다. 건설당국의 하

천행정이나 하천기술만으로는 도저히 치수방재의 완벽을 기하기는 어렵다고 본다. 정부는 집중호우에 대해서 결코 강하지 못한 우리 국토의 실태를 먼저 인식해야 한다는 것을 강조한다. 건설당국은 수해에 위험한 장소를 토지 매매자들에게 팔고자 하는 사람들의 욕심을 어렵게 여기지 말고 적극적인 자세로 주민에게 공지해야 한다. 주민도 또한 그 정보에 근거를 두고 스스로를 살리는 지혜를 체득하고 지방자치제도 이에 기본을 둔 토지이용계획이나 치수방재계획을 실행해야 한다고 본다.

오늘날의 도시수해는 주택지 배후로부터 석축이나 벽이 무너지거나 집중호우시 탁류에 의해 토석류가 도로로 흘러가는 경우가 빈발해서 많은 사망자를 발생케 하였다. 이것이 「토석류재해」인 것이다. 한편 좁은 제외지에 잡아넣은 것 같은 홍수흐름이 나갈 곳이 없어서 역류하던가 혹은 본류의 수위가 상승하므로서 지류역에의 담수, 나아가서는 침수가 발생되는 것이다. 한편, 토지이용면에서는 종래 논(畝) 혹은 저습지인 땅이 주택지로 전용된 결과로 수해상습지가 된 것이다. 전술한 바도 있지만 도시역에서는 포장도로 빗물의 침투가 적게 되고 유출률이 높아졌다. 홍수 때는 하수도에서 처리불가능한 물이 하천으로 단숨에 집중하는 까닭에 하천은 급격한 출수량의 증가로 저지부예의 출수를 보게 된다. 또한 옛 논인곳에 약간의 성토(盛土)만을 한 급조주택지는 침수에 유실될 위험에 있다. 예부터 우리나라에는 개인적인 수해방지책으로서 성토(盛土)가 있었다. 하지만 거주민 사이에 성토 경쟁이 뒤의 전입자가 그 보다 높은 성토를 해서 먼저 선입한 사람의 수해원이 되고 결과로서 담수역을 넓게 해서 새로운 침수역을 탄생시키는 문제가 많게 되었다.

都市水害란

고도 경제성장 아래에서 과소지(過疎地)의 수해와 함께 도시 및 그 근교의 중소하천의 범람이나 내수수해가 빈발하게 되었다. 토지이용의 변화(논·밭 등의 농토·임야의 개폐와 주택·공업용지화), 혹은 하수

도의 보급에 수반해서 강우의 유출률은 증가했다. 하천으로의 출수량의 증대, 출수시간의 단축, 홍수곡선(파형)의 피크화라는 변화가 나타났다. 홍수의 부담이 좁은 하도(河道)로 갑자기 집중한다. 그 변화에 대응할 수 있는 치수대책이 결여되어 있고 혹은 뒤져 있어서 수해가 빈발하게 된 것은 모든 잘 아는 사실이다. 우리나라 도시의 거의 대부분은 충적(沖積)지에 있다. 땅값은 매우 비싸져 가는 이 때 도시화지역은 상대적으로 지가가 싼 토지, 즉 농토로서 조건이 나쁘고 저습지 전담의 개발행위가 선행되어 확대해온 것이 오늘날의 현실이다. 이들 저습지는 담수역인 경우가 많고 또한 논은 유수지의 기능을 가지고 있다. 얼마 안 되는 성토를 해서 주택지나 공업용지가 조성된다. 나아가서는 개발자가 서로 침수를 방어하기 위해 성토경쟁이 야기된다.

그 결과로 집중호우에 의한 출수 때는 수심이 갑자기 깊어지고 수해액이 증가하든가 침수역이 확대하여 종래 침수된 경험이 없는 지역까지 그 영향이 미치게 된다. 경기 북부지역 도시가 2년에 1회 정도로 7, 8, 9월 집중호우나 태풍 때 침수되는 곳은 이와 같은 새로운 형태의 수해인 것이다. 이와 같은 도시 근교수해는 도시근교 농업의 붕괴와 무질서한 도시개발 행위로서 최대이윤을 얻고자 하는 기업 사이에서 조성되는 것이며 불충분한 치수대책만이 강구되는 배경에는 지방자치제의 심한 재정사정이 있는 것도 잊어서는 안된다. '90년대부터의 도시 및 도시근교 수해의 분석에 있어서는 대상 하천유역 전체의 토지이용의 변천을 쫓아가서 수해원인을 거시적으로 추구해야하고 수해에 관한 통계를 사용해서 지역의 수해 특성 및 원인을 추구하는 것도 중요하다고 본다.

綜合治水對策課題

근대화 전의 우리나라 치수(治水)의 기본자세는 있는 힘을 다해서 수해를 억제하는 대책이 아니고 피해가 없도록 다시 고쳐나가는 사고 방식이었다. 이 치수책으로는 제방 구축, 토지의 거주구분이나 토지이용을 통해서 유연한 구조 대응으로 취해져왔으며

토지이용을 통한 치수대책으로 그 뿌리가 내려져왔다. 그래서 이것을 근대화된 오늘에 어떻게 적응시킬 것인가의 과제로서 중요한 의미가 내포된다고 본다. 종합치수대책은 유역의 토지이용을 포함해서 홍수에 대한 인간의 적응 시스템화를 꾀하는 것이라고 본다. 또한 대상 하천만이 아니고 도시하천의 치수에 있어서의 지침을 나타내고 있다. '90년대에 와서 특히 도시수해가 다발하는 중에 종합치수에서 제시되는 대책이 어느 정도 실현가능하기를 문의하는 것은 치수과제가 어디에 있는가를 나타내는 것에 연결된다고 생각된다.

a) 홍수방어 대책

종래 도시수해의 발본적 대책으로서 하도개수·배수펌프장 신설 또한 침수로와 분수로의 개착, 대규모 유수지나 방수로의 설치 등이 생각된다. 이와같은 시설에 의한 대책을 hardware적 대책이라 한다. 하지만 대도시에서의 밀집시가지에서의 위에서 말한 시설에 의한 수해대책은 용지매수에 곤란이 있고 하수도시설이나 방조제와의 조정이 필요해서 진척이 매우 힘들다. 기성 시가지에서는 용지를 매수하기가 불가능해서 개수불가능한 경우가 생긴다. 또한 제방의 더뎛기(嵩上)를 위해 도로교통이나 철교를 다시 가설해야만 되므로 막대한 사업비와 긴 공기를 필요로 한다. 설사 계획되어도 그 실시가 곤란한 경우가 많다. 그림 2에서 보다시피 우리나라 도시지역에 있어서 홍수대책은 종래의 하천대책에 유역대책 및 피난예경보시스템의 정비 등의 software적 대책을 보태어서 종합적으로 실시해야 할 것이다. 도시하천에서는 일본 등 선진국에서는 시간 강수량 50mm에 대처하도록 하천개수가 진행되고 있다. 이 50mm라는 시간강수량은 거의 년에 1회 정도의 빈도로 내습한다고 한다. 하천 개수용지취득이 곤란한 곳에서는 하도확폭의 새로운 방책을 수립해서 간선도로의 지하에 복수의 중소하천을 연결해서 설치하는 지하하천이 계획·시공된다고 한다. 해일대책의 방조제로서는 먼저 0선지대에서 외곽제방의 정비가 시행된다. 외곽제방이 준공되고 그 기슭까지 도시적 토지이용이

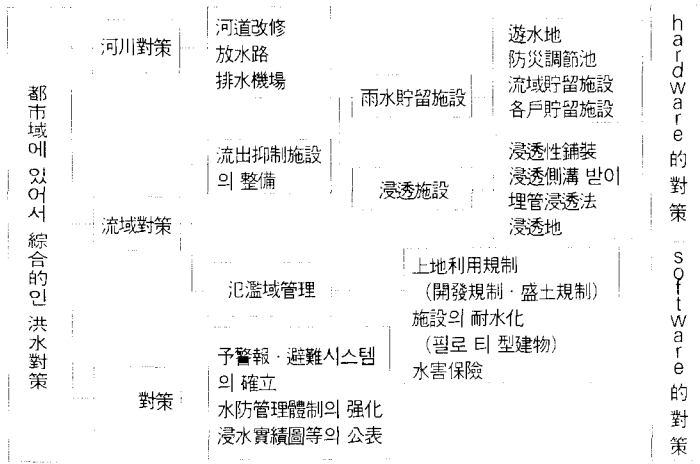


그림 2. 都市域에 있어서 綜合治水

진전되면 그 내부에 구제방이 교통장애 등의 이유에서 절단하거나 철거되기도 한다. 구제방을 제2, 제3의 예비적 방조제로 해서 적극적으로 유지한다면 방조제의 신뢰성을 높이는 것에 직결된다. 여기서 말하는 유역대책으로는 종래 하류하천만을 대상으로 시행된 홍수처리의 일부분을 유역 전체로서 부담하므로써 수해대책을 보다 더 확실한 것으로 하고자 하는 것이다. 이것은 유역안에서 우수유출을 억제해서 하천의 부담을 경감시키고자 하는 hardware적 대책과 범람역을 잘 관리해서 홍수피해를 적게 하고자 하는 software적 대책으로 성립된다.

b) 流出抑制對策

일본이나 미국에서는 조정지, 우수지를 비롯한 우수저류시설, 우수침투반이, 침투성 포장, 침투성 하수, 각호저류 등을 종합치수대책으로 실시하고 이들은 종래의 하천대책에 대해 유역대책의 중요한 기둥을 형성하고 있다. 여기서 말하는 유역대책은 종래 하류의 하천만을 대상으로 시행되어온 홍수처리의 일부를 유역전체를 대상으로 하는 대책인 동시에 각 집수역(集水域)마다 더 나아가서 각호(戶)별의 대책이 서로 연관성을 가지고 유역계획 전체에 그 위치를 결부시키면서 실시되는 것으로 수해대책을 더욱 확실하게 하고자하는 것이다. 이것은 그림 2.에서 도시

한 바와 같이 유역내의 우수유출을 억제해서 강·하천의 부담을 경감시키고자 하는 hardware적 대책과 범람역을 잘 관리해서 홍수피해를 보다 적게 하고자 하는 software적 대책으로 성립된다. 최근 일본에서는 개발규모에 대응하는 조정지, 저류시설의 설치를 개발자에게 의무화시키는 지방자치체가 있음을 볼 수 있다. 일본 동경도의 치수계획에 있어서는 100mm/hr대책 중 겨우 10mm/hr분을 유역대책에 할당한것에 불과하다. 각 호별 저류수는 저류시킨 물을 잡용수나

WC(수세식)에 사용하고 있다. 개별시설의 순환방식에서 나아가서는 지구순환 방식이나 혹은 광역 순환 방식 중에 우수(빗물)를 길어넣기 한 것이 된다. 이것은 도시의 물이나 중소하천을 보수(保水)나 친수(親水)개념에 보는 것이 된다. 또한 수자원 입장에서 무시할 수 없는 가능성을 가지고 있으므로 종합적이고 가치가 높은 대책이라고 평가할 수 있다. 유역내에서 우수유출을 억제해서 하천의 부담을 경감시키고자 하는 hardware적 대책과 함께 범람원을 잘 관리해서 홍수피해를 적게 하고자 하는 software적 대책으로 성립된다. hardware대책으로서 유출억제시설을 우수저류시설과 침투시설로 그 대변된다.

c) 氾濫原管理

토지이용규제는 유역 전체에서의 출수를 누르고 홍수감퇴를 노리는 동시에 수해대책을 도모하는 것이다. 하지만 개발규제는 실제로서는 현재있는 보수(保水)·유수(流水) 기능을 손상하지 않을 것을 목적으로 하는 시가화조정구역의 보지 정도에 멈추고 범람원관리를 직접과제로 하는 적극적인 규제는 태어나지 않고 있다. 특히, 우리나라에서는 수해실적도나 해일(高潮)·절벽이나 축대 붕괴 위험도를 토지이용규제에서 활용하는 면에서 시·도 당국에서의 충분한 진전은 거의 볼수가 없다. 이것은 고지가 도시에

의 급격한 인구집중, 도시계획의 뒤처짐 등 우리나라 도시가 내포하는 문제와 직결되어있는 까닭이다. 방재(防災)적 토지이용과 도시사회의 기저(基底)에 있는 문제를 동시에 해결하는 것이 요청된다. 기성시가지의 범람된 중의 수해상습지에 해당하는 부분에 대해서는 “필로티” 방식의 도시재개발도 고려되어야 한다. 지역 전체를 “필로티” 위에 타고있게 하고 유수지기능을 갖춘 1층 부분은 통상시 주차장으로 이용하는 방법이다. 수해상습지가 좁은 범위로 한정되고 여기에 많은 도시시설이 집중하고 있는 경우 유효한 대응책이 될 수 있다. 외국에 있어서는 기성시가지내의 수해 상습지에서는 거주자의 진출이나 공장의 이전을 볼 수 있고 지가수준의 하락을 계기로 이전적지(跡地)에 “맨션” 건설이 진전되는 경우가 많다. 이들의 맨션에 대해서는 1층 부분의 이용권을 규제해서 “필로티”로 하든가 지하에 홍수저류시설설치를 의무화하는 것은 별로 어려운 일이 아니라고 본다. 범람원관리는 토지이용규제를 개재(介在)시켜 타에 가해지는 장애와 자기가 받는 손해 쌍방을 경감시키는 대책이 된다고 생각된다. 주민대응책으로는 내수건축, 예경보시스템, 수해보험, 침수실적도의 공표, 하천대책협의회 등이 있다.

d) 내수건축(耐水建築)

몇 회만의 수해체험을 경험하는 중에 건물의 내수화가 실시될 경우가 많아진다. 내수건축의 기술은 일반화되지 않고 있으며 따라서 비용이 고액이 되는 것이 현실이다. 가옥주위를 내수콘크리트벽으로 포위하고 방수문짝, 배수펌프를 설치하는 방식은 부분적으로는 유효하나, “오픈스페이스”(도로·공원·광장 등의 공간)와 연결되지 않은 한 비내수가옥의 침수량 증대를 내는 원인으로 되고 만다.

e) 예경보시스템

강우상황과 수위를 결부시킨 홍수정보시스템의 확립이다. 이것으로서 주민의 피난이나 대응책이 취해지는 시간적 여유가 있는 정보·예경보가 나오도록 되는 것이 기대된다. 하지만 정보·예경보를 정확하

게 지역주민에게 알리는 시스템은 뒤떨어짐이 두드러진다. 몇 도시하천에서 보는 바와 같이 확성기를 사용한 정보의 전달은 집중호우시나 태풍·천둥 때는 정확하게 알아들을 수가 없는 것이 실상이다. 경보·정보는 정확하게 주민에게 전달되어야 한다. 예컨대 각 호별마다의 방재무선의 설치는 피해지가 한정되는 도시수해 상습지에서는 유효하다. 나아가서는 경보와 동시에 핸드캡을 갖춘 주민에 대해서는 인근의 지역주민이 원조화하는 시스템이 구하여 진다. 거기에다 실지의 훈련이 없으면 그 가치는 반감된다. 경보시스템은 긴급시의 구체적 대응책으로 연결되어 있어야 비로소 유효한 것이 된다.

f) 수해보험

우리나라에도 종합보험의 일부로서 수해보험이 고려되고 있다. 미국의 수해보험(1968년)에서는 수해보험은 피해자의 구제라는 역할을 가지는 동시에 수해보험을 적용하는 전체로서 자치체가 개발규제나 위험방지의 토지이용규제를 실시하는 것이 필요하다고 한다. 여기서는 수해보험이 토지이용규제의 유효한 수단을 형성하고 있는 점이 평가 가능하다.

g) 침수(또는 홍수)실적도의 공표와 주민의 수해위험 구역 인식의 환기

타지역으로부터의 전입자가 많은 도시하천지역에서는 수해실적도의 공표(公表)가 주민에게 거주지역이 어떤 환경에 있는가를 알려주는 수단으로 된다. 공표로서 적정한 토지이용이 바로 유도되지 못해도 지역주민에게 수해의 관심을 알리는 수단으로 된다. 공표로서 적정한 토지이용이 바로 유도되지 않아도 지역주민에게 수해의 관심을 과내어 주민으로 하여금 수해를 없애는 시가지 만들기에 적극참석하고 자치체의 요구나 제안을 행하는 기초자료가 된다. 침수(홍수)실적도와 함께 피해상정도의 책정·공표가 요망된다. 어느 정도의 수해가 어떤 지구에 어떻게 피해를 초래하는가를 큰 축척의 지도위에 상정하는 것은 지자체와 함께 지역주민 자신이 긴급대책을 수립하는데 있어서 필요한 것이다.

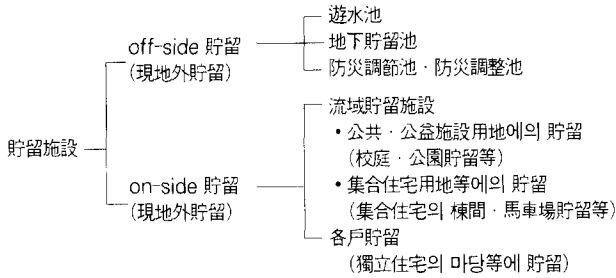


그림 3. 貯留施設の分類

h) 河川協議會

이 협의회는 종합치수대책을 실시하는데 있어서 유역의 관련자치체 사이의 연락이나 개발측과 치수측의 조정을 도모하는 것을 주된 목적으로 하고 있다. 하지만 지역주민의 의향이 직접 반영되는 회로가 만들어지고 주민의 적극적으로 협의회에 참가하는

체제로 만들어져야 한다. 협의회에 있어서는 그 기능이 단순한 연락·조정·상의 하달에 끝나지 말고 유역관리에 직접 책임을 가진 결정·실시기관으로서 편성되는 것이 소망된다. 수해대책으로서 종합치수의 요청은 각 개별로 지역의 홍수에 적응하는 대책을 세워서 피해를 최소로 멈추게 하는 것이다. 우리나라 큰 강 등에 있어서 하천협의회는 수해대책상의 가장 주요한 기동인 홍수조절, 물

가격조정등의 댐구조물에 대한 대책이 주된 것이라고 본다. 특히, 비구조적 대책 중의 주민 대응 부분이 특히 경시되어서는 안된다. 종합치수대책의 성과를 기대하자면 지역주민이 주체적으로 지역의 물문제에 관련할 수 있도록 비구조적 대책 중의 주민대응부분에 관한 것을 고려해야 한다고 본다. ●●