

# 2006년 태풍 EWINIAR 내습시 남강 지류 하천들의 홍수 피해와 향후 피해 저감 대책



**강민구**

서울대학교 농업생명과학연구원  
kmg901@hanmail.net



**박승우**

서울대학교 조경·지역시스템공학부 교수  
swpark@snu.ac.kr



**박종윤**

소방방재청 재해감감대책팀 기술서기관  
piyun@nema.go.kr



**이철규**

소방방재청 방재연구소 토목연구사  
powerful@nema.go.kr

## 1. 서론

태풍은 중심 최대 풍속이 17m/s 이상의 폭풍우를 동반한 열대성저기압으로 정의된다. 전 세계적으로 발생하는 열대성저기압은 연평균 80개 정도이다. 이들은 발생한 해역에 따라 태풍(typhoon), 허리케인(hurricane), 사이클론(cyclone)으로 구분된다. 이중 태풍은 북태평양 남서부에서 매년 평균 30개 정도가 발생하여 아시아 동부로 북상한다. 우리나라를 지

나가는 태풍은 연평균 3개 정도이다. 이들은 주로 7월부터 9월 사이에 한반도를 내습하며, 강한 폭풍우를 동반하여 해마다 많은 피해를 발생시키고 있다. 최근 발생하는 열대성저기압은 2005년의 허리케인 KATRINA나 2002년의 태풍 RUSA와 같이 강도가 커지고 있다. 기상 전문가들은 이의 원인을 지구온난화와 이에 따른 해수면 온도 상승에서 찾고 있다(권혁조, 2005).

2006년 7월에도 어김없이 태풍이 한반도를 지나갔다. 제3호 태풍 EWINIAR가 그것이다. EWINIAR는 미크로네시아에서 제출한 태풍 이름으로 폭풍의 신을 의미한다. 이 태풍은 7월 9일부터 10일 사이에 우리나라에 상륙하여 북상하다가 온대성 저기압으로 변하여 소멸하였다. EWINIAR는 남해상에 있던 장마전선을 끌어올려 남부지방에 집중호우가 내리게 하였으며, 소멸하면서 장마전선을 활성화시켜 중부지방에 많은 비를 내리게 하였다. 7월에 발생한 태풍은 EWINIAR 이외에도 제4호 태풍 BILIS, 제5호 태풍 KAEMI가 있었다. 이들은 우리나라를 비껴서 중국에 상륙하였으나, 태풍의 수증기가 우리나라에 걸쳐 있던 장마전선에 흡수되면서 많은 비를 내리게 하였다. 6월 24일부터 7월 27일 까지 누계한 장마기간 동안의 강우량은 717.3mm로 1973년 이후 최대값을 나타냈다. 이는 7월에 발생했던 이들 태풍과 장마전선에 의한 것이다.

EWINIAR는 한반도를 내습하여 많은 피해를 초래하였다. 중앙재난안전대책본부의 발표에 따르면 EWINIAR에 의해 총 10명의 인명피해(사망 5명, 부상 5명)와 약 3,500억원의 재산피해가 발생하였다. 또한, 약 19,225ha의 농경지가 침수되었으며, 주택 2,059동이 파괴되거나 침수되었고, 도로 529개소,

하천 및 소하천 3,000개소, 수리시설 887개소가 피해를 입었다. 특히, 전라남도과 경상남·북도의 피해액이 전체 피해액의 약 87%를 차지하였으며, 그 중에서도 경상남도의 피해액이 약 2,159억원으로 전체 피해액의 약 61%를 차지하였다. EWINIAR에 의한 홍수 피해는 주로 하천호안의 유실, 제방의 월류와 유실, 그에 따른 침수, 합류부에서 배수 영향에 의한 침수 등으로 나타났다. 특히, 경상남도에 위치한 남강의 지류들에서는 집중호우, 하천 합류부에서 배수 영향, 하천 통수능력 부족 등에 의한 제방 유실과 제내지 침수와 같은 피해가 발생하였다.

태풍에 의한 홍수피해를 저감시키기 위해서는 빠른 피해 복구뿐만 아니라 사전에 예방대책을 수립하여 실행해야 한다. 이를 위해서는 홍수에 의한 피해 사례를 조사하여 피해의 원인을 파악하고 대책을 종합적으로 수립해야 한다. 따라서 본 고에서는 향후 홍수 피해 저감을 위해서 EWINIAR 내습시 남강의 지류들에서 발생한 홍수피해 현황과 원인을 조사한 결과를 소개하였다. 또한, 조사결과를 바탕으로 이 지역에서 향후 홍수 피해를 저감시키기 위한 방안을 수립하여 제시하였다.

## 2. 태풍 EWINIAR

### 2.1 이동경로

태풍 EWINIAR는 2006년 7월 1일 미국 괌 남서쪽 약 1,010km 부근 해상에서 발생하여 북상하였다. 그림 1에 나타난 태풍의 이동경로와 같이 EWINIAR는 7월 10일 오전 9시경 제주도를 지나 오전 11시경에 남해안에 상륙하였다. 이후 EWINIAR는 계속 북상하여 7월 10일 오후 10시 경에 서울 동쪽 80km 육상에서 온대성 저기압으로 변하여 소멸하였다(기상청 홈페이지, 2006). 우리나라를 7월에 내습하는 태풍들은 주로 서해안을 따라 북상하여 중북부 지방을 관통하여 북상하나, EWINIAR는 동쪽으로 치우쳐서

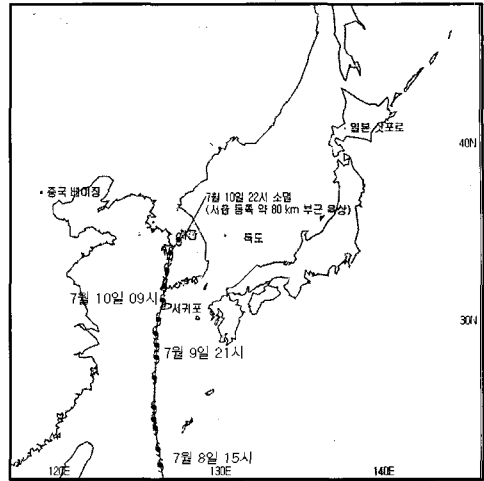


그림 1. 태풍 EWINIAR 이동 경로

이동하였다. 한반도로 북상하기 전에 이 태풍의 진로는 서해상→백령도→중국 만주로 예상되었다. 그러나 중국 대륙에 위치한 편서풍이 남쪽으로 확장했고, 북태평양 고기압의 세력이 예상보다 약했기 때문에 북태평양 고기압의 가장자리로 이동하는 태풍의 진로가 틀어졌다.

### 2.2 강우량

EWINIAR는 2002년에 우리나라에 엄청난 피해를 준 태풍 RUSA의 이동 경로와 유사하다. 그러나 EWINIAR는 육상에서 빨리 소멸하여 빠른 속도로 동해안으로 빠져 나갔기 때문에 RUSA와 같은 큰 피해를 야기하지 않았다. 2002년의 RUSA는 동해안에 있던 저온다습한 공기덩어리와 만나 큰 비구름대를 형성하여 강원도 지역에 많은 비를 내렸다. 이때 강릉지역에 일일 870.5mm의 기록적인 폭우가 내렸다. 이와 달리 EWINIAR는 한반도에 상륙 후 내륙을 이동하면서 많은 비를 내렸으나, 동해안까지 진행하지 않고 내륙에서 소멸하였다.

EWINIAR가 한반도에 상륙한 7월 10일의 주요 관측소 강우량을 살펴보면, 남해 264.5mm, 거제 251.0mm, 산청 229.5mm, 고흥 204.5mm, 진주 203.0mm를 기록하였다. 그러나 중부지방의 강우량

을 살펴보면, 서울 19.0mm, 수원 12.0mm, 대전 29.5mm를 기록하였다. 또한, 태풍이 상륙한 진도에서는 34.5mm, 서해안의 목포 19.5mm, 군산, 12.0mm, 전주 33.5mm의 적은 강우량을 기록하였다. 이와 같은 강우의 공간적인 분포를 살펴보면, 태풍진행 방향의 오른쪽에 위치한 경남지방에 많은 강우를 내린 것을 알 수 있다.

EWINIAR에 의한 강우특성은 지리산 천왕봉을 중심으로도 구분된다. 태풍은 시계반대방향으로 회전하면서 진행하므로 태풍의 오른쪽에 위치한 지역에서 많은 피해가 발생한다. 이번 태풍의 경우도 지리산 오른쪽 사면에서 상대적으로 많은 강우량을 나타냈다. 지리산 칼바위 294.0mm, 하동 화개면 236.0mm의 강우가 내린 반면, 지리산 서쪽에 위치한 임실, 남원, 장수에서는 각각 51.0mm, 57.5mm, 53.5mm로 상대적으로 적은 강우가 내렸다. 이는 강우량의 공간적 분포가 태풍의 진행과 지리산의 지형적 특성에 영향을 받았음을 나타낸다.

### 3. 피해 조사 대상 지역 및 기상·수문상황

#### 3.1 조사 대상 지역

EWINIAR에 의해 다른 지역 보다 상대적으로 많은 피해를 입은 곳은 경상남도 지역이다. 전술한 바와 같이 태풍의 오른쪽에 위치했던 경상남도 지역은 많은 비가 내렸으며, 이에 따라 많은 홍수피해가 나타났다. 특히, 남강댐 하류의 남강 지류 하천들에서 집중호우와 남강 수위 상승으로 인해 배수가 원활하지 못하여 침수와 제방유실 피해가 발생하였다. 본

보에서는 경상남도에서 관리하고 있는 진주시 관내의 남강 지류 하천들에서 EWINIAR에 의해 발생한 피해상황을 조사한 결과를 제시하였다.

조사대상지역인 남강댐 하류 남강의 하천연장은 79.82km이며, 유역면적은 1,185.08km<sup>2</sup>이다. 그림 2는 남강댐 하류에서부터 낙동강 본류와 합류하는 지점까지의 남강과 지류들 그리고 유역을 나타낸 것이다. 남강의 상류에는 남강댐이 위치하고 있다. 남강댐은 상류 유입량을 저류하여 발전과 용수공급을 실시하며 홍수기에는 홍수를 저류하고, 사천만과 남강으로 방류하여 홍수조절을 하고 있다. 남강에는 나불천, 향양천, 대곡천, 의령천, 함안천, 반성천, 영천강, 서교천 등과 같은 크고 작은 지류들이 유입한다. 그림 2에 나타난 지류들 중 EWINIAR에 의한 피해는 강우량이 많았던 영천강, 문산천, 대곡천, 향양천 등에서 발생하였다. 이들은 지방하천으로 진주시가 관리하고 있다. 표 1은 조사 대상 하천의 주요 특성을 나타낸 것이다. 영천강, 대곡천, 향양천은 남강의 지

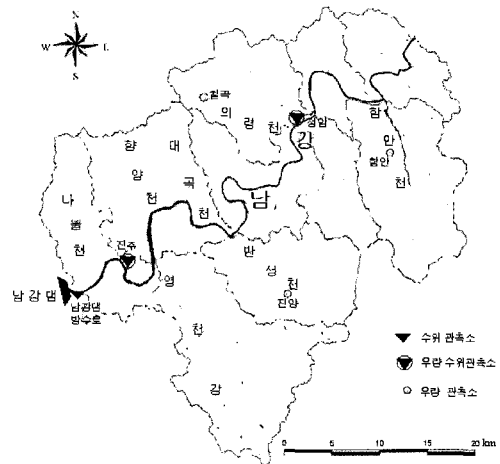


그림 2. 조사 대상 지역 및 주요 관측소 위치

표 1. 피해 하천의 주요 특징(국가수자원관리 종합정보시스템, 2006)

하천명	유역면적 (km <sup>2</sup> )	하천연장 (km)	등급	비고
영천강	202.65	31.0	지방 2급	남강 지류
문산천	10.67	4.0	지방 2급	영천강 지류
대곡천	28.97	13.0	지방 2급	남강 지류
향양천	41.92	9.5	지방 2급	남강 지류

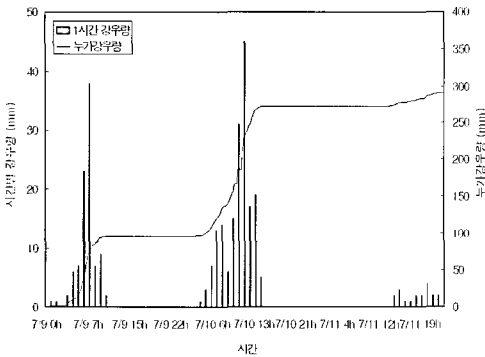
류로서 지방 2급 하천이며, 남강에 의해 배수 영향을 받는다. 문산천은 영천강의 지류로 지방 2급 하천이며, 영천강에 의해 배수 영향을 받는다.

### 3.2 강우

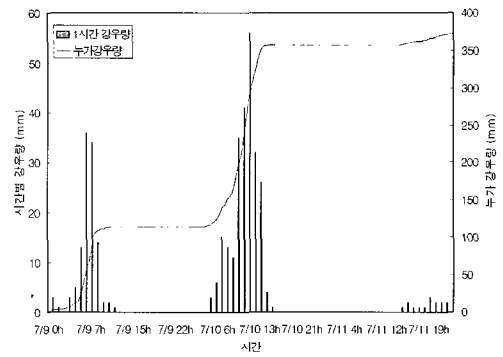
우리나라에서 강우량을 측정하는 기관으로는 기상청, 건교부, 한국수자원공사, 한국농촌공사, 지방자치단체 등이 있다. EWINIAR 내습시 조사 대상 지역에 내린 강우량을 분석하기 위하여 건교부, 한국수자원공사, 진주시의 강우량 측정 자료를 수집하였다. 조사지역 인근에서 강우량을 10분 간격으로 측정하는 관측소는 4곳으로 건교부에서 관리하는 진양 TM 우량 관측소, 정암 수위·우량 병설 관측소, 칠곡 TM 우량 관측소와 한국수자원공사에서 관리하는 진

주 수위·우량 병설 관측소가 있다. 대상지역의 시간별 강우량을 분석하기 위하여 진주시, 문산읍, 내동면, 정촌면, 금곡면, 진성면, 사봉면, 지수면, 대곡면, 금산면, 집현면, 미천면, 명석면, 대평면, 수곡면, 일반성면, 이반성면 등의 17개 지자체의 강우량 측정 자료를 수집하였다.

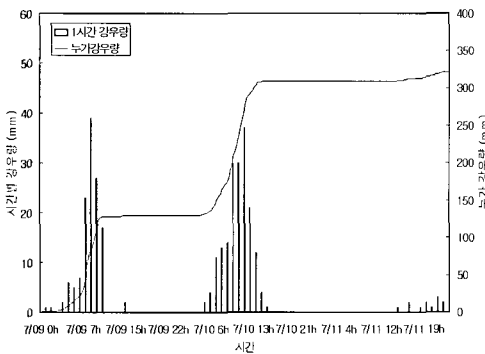
그림 3은 조사대상지역 인근에 있는 진주, 진양, 정암, 칠곡 관측소의 누가강우량과 시간별 강우량을 나타낸 것이다. 진주, 진양, 정암, 칠곡 관측소의 7/9~7/11의 총강우량은 각각 291.0mm, 372.0mm, 321.0mm, 230.0mm이다. 이들 관측소 중 영천강에 인접한 진양 관측소의 총강우량이 372.0mm로 가장 많은 값을 나타냈다. 진양관측소에는 태풍이 내습한 7/10일에 243.0mm로 강우가 집중되었으며, 09:00~14:00까지 5시간 동안 190.0mm의 강우가 집중되



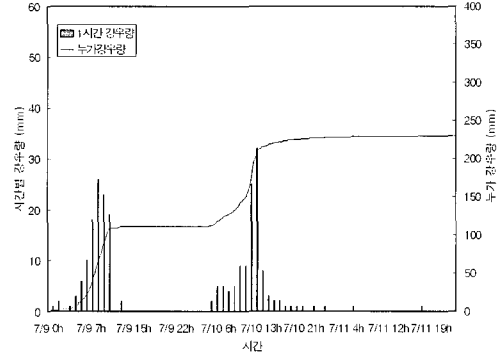
(a) 진주 관측소



(b) 진양 관측소



(c) 정암 관측소



(d) 칠곡 관측소

그림 3. 조사 대상 지역 인근의 강우량

표 2. 강우 관측소별 강우량 (낙동강 홍수통제소, 2006; 진주시, 2006)

관측소	강우량 (mm)				관 리	자 료	관측소	강우량 (mm)				관 리	자 료
	7/9	7/10	7/11	합 계				7/9	7/10	7/11	합 계		
진 주	96	176	19	291	수공	10분	지수면	116	218	17	351	진주시	1시간
진 양	114	243	15	372	건교부	10분	대곡면	98	222	19	339	진주시	1시간
정 암	130	179	12	321	건교부	10분	금산면	90	192	18	300	진주시	1시간
칠 곡	111	116	32	30	건교부	10분	집현면	84	196	19	299	진주시	1시간
진주시	140	134	15	289	진주시	1시간	미천면	103	192	16	311	진주시	1시간
문산읍	132	233	15	380	진주시	1시간	명석면	89	205	18	312	진주시	1시간
내동면	100	188	18	306	진주시	1시간	대평면	78	204	22	304	진주시	1시간
정촌면	103	207	16	326	진주시	1시간	수곡면	81	215	22	318	진주시	1시간
금곡면	123	200	16	339	진주시	1시간	일반성	105	235	14	354	진주시	1시간
진성면	127	256	17	400	진주시	1시간	이반성	92	180	13	285	진주시	1시간
사봉면	119	246	17	382	진주시	1시간	평 균	106	202	16	324	-	-

었다. 또한, 영천강의 상류 유역에서도 많은 비가 내렸다. 고성군 영현면에서는 7/9 11:00~12:00의 강우량이 63mm를 기록하였으며, 유역 전반에 걸쳐 많은 비가 내린 것으로 나타났다.

표 2는 7/9~7/11 사이에 인근 관측소에서 측정된 강우량을 나타낸 것이다. 분석기간 동안의 평균 강우량은 324.0mm이었으며, 7/10의 평균 강우량은 202.0mm이었다. 영천강과 문산천 인근의 관측소인 진양, 문산읍, 금곡면의 7/10 강우량은 각각 243.0mm, 233.0mm, 200.0mm이었으며, 총강우량은 각각 369.0mm, 380.0mm, 339.0mm로 다른 관측소에 비해 상대적으로 많은 강우량을 나타냈다. 문산읍에서는 7/10의 09:00~14:00까지의 총 강우량이 155mm를 기록하였다. 또한, 대곡천 인근 관측소인 대곡면 사무소와 향양천 인근 관측소인 미천면 사무소의 7/10 강우량은 각각 222.0mm, 192.0mm, 총 강우량은 각각 339.0mm, 311.0mm로 나타났다. 이들 지역에서 7/10 강우의 대부분은 08:00부터 약 4~5시간에 집중되어 내렸다.

### 3.3 하천 수위

EWINIAR 내습시 대상지역에 내린 강우에 의한 하천의 수위변화는 그림 4와 같다. 남강의 수위는 남

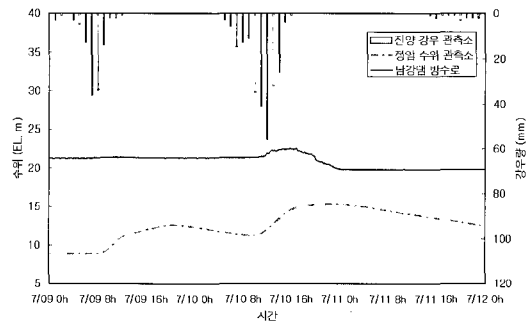


그림 4. 주요 수위관측소의 수위 변화

강댐 직하류에 위치한 남강댐 방수로 관측소와 남강의 하류부에 위치한 정암 수위 관측소의 수위 자료를 사용하여 변화를 고찰하였다. 남강댐 방수로의 수위는 남강댐의 방류에 의해서 수위가 유지되었으며, 7/10 방류량의 증가에 따라 수위가 증가하였으며, 방류 중단 후에 수위가 하강하였다. 정암 수위관측소는 남강 하류부의 수위를 관측하므로 강우에 의해 수위가 완만하게 변하는 경향을 나타낸다. 그림 4에서와 같이 집중호우가 발생하고 남강댐의 방류가 있었던 7/10에도 강우 종료 후에 수위가 완만히 감소하는 경향을 보이고 있다.

### 3.4 댐 운영

유역의 상류에 댐이 위치하고 있으면 이의 방류량

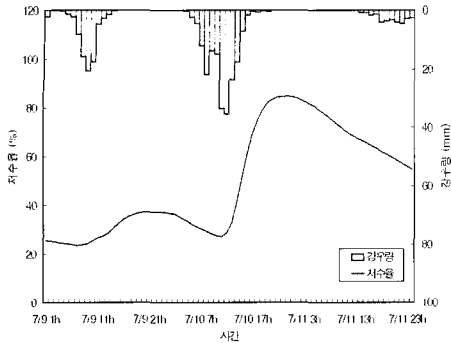


그림 5. 남강댐 저수율 변화

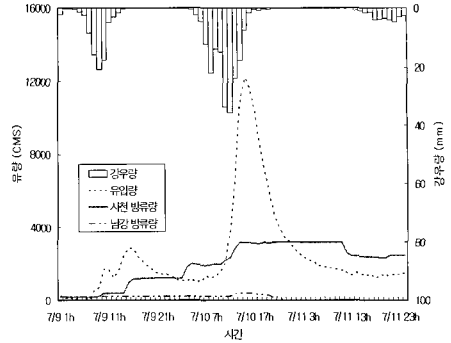


그림 6. 남강댐 유입량과 방류량 변화

은 하천 수위에 영향을 미친다. 조사 대상지역의 상류에는 한국수자원공사에서 관할하는 남강댐이 위치하고 있다. 태풍 내습시 남강댐에서는 제수문을 통하여 진주만으로, 여수로 월류와 발전방류를 통하여 남강으로 홍수량을 배제하였다.

그림 5와 그림 6은 남강댐의 유역평균 강우량, 시간별 저수율, 유입량, 방류량을 나타낸 것이다. 홍수기 제한수위인 38m에 해당되는 저수율은 30.5%이다. 7/10 집중호우시 남강댐 상류에는 평균 191.9mm의 비가 내렸으며, 최대 12,213CMS의 홍수가 유입하였다. 그림 6과 같이 집중호우에 의해 유입량이 증가함에 따라, 남강으로 최대 392.45CMS, 진주만으로 최

대 3,213.95CMS를 방류하였다.

#### 4. 조사 지역의 피해 상황 및 원인

##### 4.1 영천강 및 문산천

영천강에서는 7/10 유역에 내린 집중호우와 남강에 의한 배수 영향을 받아 침수 피해가 발생하였다. 또한, 제방고 부족으로 월류가 발생하고 제방이나 호안이 유실되는 피해가 발생하였다. 영천강의 유역은 행정구역상 경남 진주시 문산읍, 금산면, 금곡면과

표 3. 조사 대상 하천의 홍수 피해 현황 및 원인

하 천	행정구역	피해 현황			피해원인
		건물 침수(동)	농경지 침수(ha)	제방 및 호안 유실(m)	
영천강 (문산천 제외)	· 진주시 문산읍, · 금곡면, 금산면 · 고성군 영현면	13	685	1,390	· 집중 호우 · 배수 영향 · 하천통수능력 부족
문산천	· 진주시 문산읍	233	370	670	· 집중 호우 · 배수 영향 · 하천통수능력 부족 · 유수지 부족 · 배수장 용량 부족
대곡천	· 진주시 대곡면	27	43	300	· 집중 호우 · 배수 영향 · 하천통수능력 부족
향양천	· 진주시 집현면	15	150	110	· 집중 호우 · 배수 영향 · 하천통수능력 부족

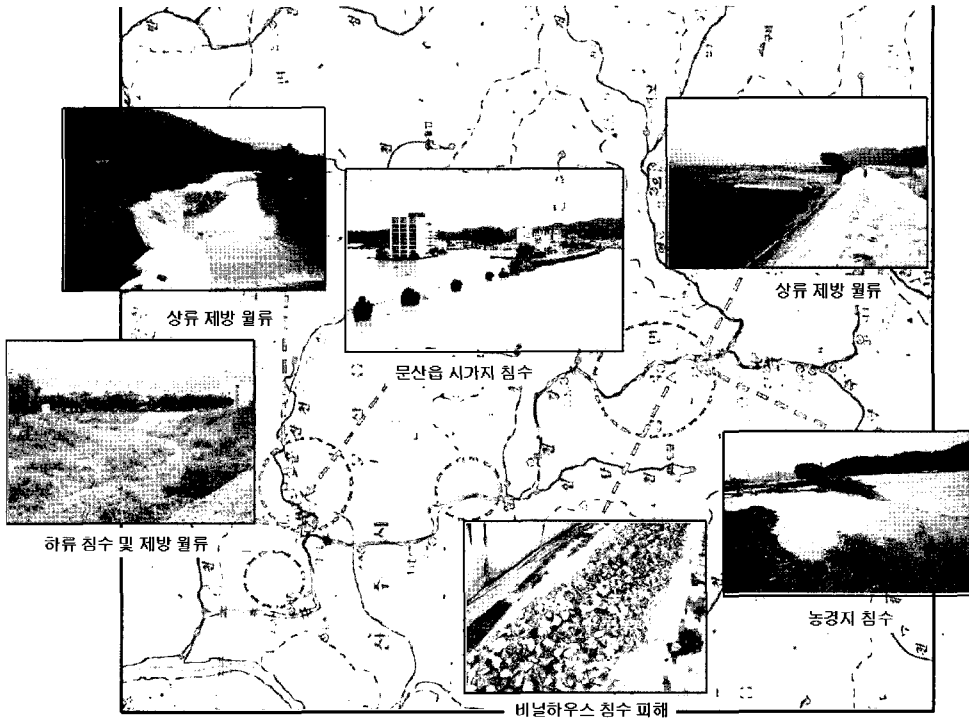


그림 7. 영천강과 문산천 피해

고성군 영현면, 대가면, 영오면, 개천면에 포함되어 있다. 이번 홍수시 영천강에서 표 3과 같이 문산천 유역의 피해를 제외할 경우 농경지 685ha, 건물 13동이 침수피해를 입었으며, 약 1,390m의 제방 및 호안이 유실되었다. 그림 7과 같이 진주시 금곡면에서는 홍수가 하천제방을 월류하여 농경지를 침수시킨 피해가 발생하였다.

문산천에서는 7/10 유역내 내린 집중호우와 영천강에 의한 배수 영향을 받아 침수 피해가 발생하였다. 제방고 부족으로 월류가 발생하고 제방이나 호안이 유실되는 피해가 발생하였다. 또한, 홍수가 제방을 월류하여 제내지로 유입되었으며, 하류에 위치한 배수장의 배수용량을 초과함에 따라 농경지 침수피해가 발생하였다. 금번 홍수시 가장 많은 건물이 침수된 문산읍에는 총 251세대 8,209명이 거주하고 있다. 문산읍의 면적은 39.98km<sup>2</sup>이며, 농경지 31.07%, 임야 54.78%, 기타 14.16%의 토지이용 비율을 나타내고 있다. 문산읍은 7/10 11:00부터 12:00 사이에 침수되

어, 그림 7과 같이 전체 시가지 면적 2.0km<sup>2</sup>의 20%가 침수되었다. 표 3과 같이 223동의 건물이 침수피해를 입었으며, 농경지는 약 370ha가 침수되었고, 약 670m의 제방 및 호안 유실 피해가 발생하였다.

#### 4.2 대곡천

대곡천에서는 7/10 유역내 내린 집중호우, 남강에 의한 배수영향, 하천통수능력 부족 등과 같은 원인에 의해 침수 피해가 발생하였다. 또한, 제방고 부족으로 월류가 발생하고 제방이나 호안이 유실되는 피해가 발생하였다. 대곡천은 행정구역상 경남 진주시 대곡면에 위치하고 있다. 대곡천의 침수는 7/9 11:00부터 12:00 사이에 발생하였다. 제방이 붕괴된 지점은 그림 4와 같이 남강에 의한 배수 영향을 받는 합류지점 근처이다. 이번 범람으로 대곡천 주변에서는 표 3과 같이 농경지 43ha, 건물 27동이 침수피해를 입었으며, 약 300m의 제방 및 호안이 유실되었다.

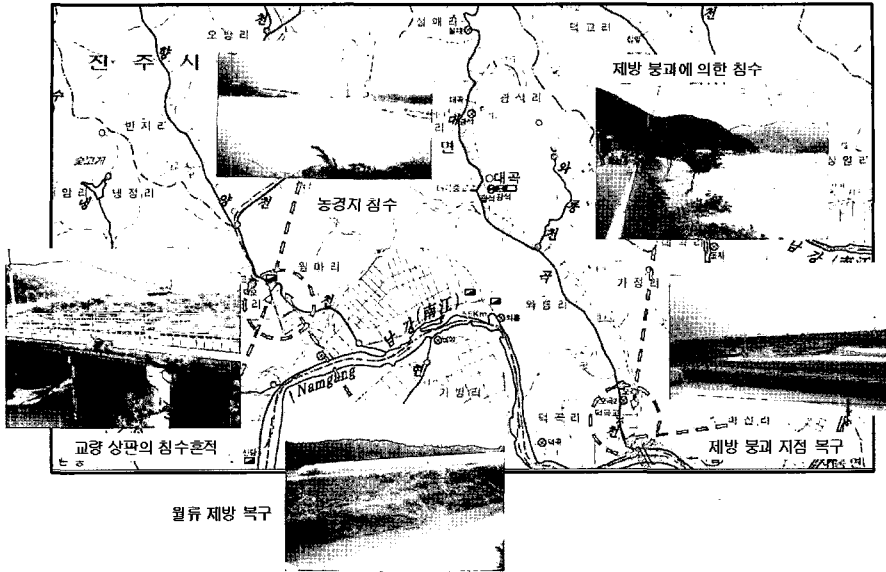


그림 8. 향양천과 대곡천 피해

### 4.3 향양천

향양천에서는 7/10 유역내 내린 집중호우, 남강에 의한 배수 영향, 금산교 하류부의 기설제방의 제방고 부족 등과 같은 원인에 의해 월류가 발생하였으며, 이로 인해 제방이나 호안이 유실되는 피해가 발생하였다. 향양천은 행정구역상 경남 진주시 집현면, 대곡면, 미천면에 위치하고 있다. 향양천의 침수는 7/9 11:00~12:00 사이에 발생하였다. 침수피해가 발생한 지역은 남강과 향양천의 합류부 부근이다. 이번 범람으로 향양천 주변에서는 표 3과 같이 농경지 135ha, 건물 15 동이 침수피해를 입었으며, 약 110m의 제방 및 호안이 유실되었다.

보다 낮아서 발생한다. 남강 지류인 영천강, 문산천, 함양천, 대곡천에서 발생한 침수피해는 제방의 높이가 낮아서 발생한 것이다. 따라서 제방의 높이를 계획홍수위 이상으로 승상하여 홍수의 월류를 방지해야 한다. 그러나 제방을 높이는 것에는 한계가 있으므로 증가된 홍수량을 통수시키기 위해서 통수단면적을 확보하기 위한 다른 방법을 고려해야한다. 이를 위하여 하천의 폭을 증가시킬 필요가 있다. 그림 9는 문산천의 복구 계획 단면을 나타낸 것이다. 흑색 실선은 기존의 하천단면이며, 적색 점선은 계획 단면을 나타낸 것이다. 증가된 홍수량을 제내지로 월류시키지 않고

## 5. 피해 저감 대책

### 5.1 하천의 통수능력 제고

#### 가. 제방고 승상 및 하폭 확장

홍수시 하천 제방의 월류는 제방의 높이가 홍수위

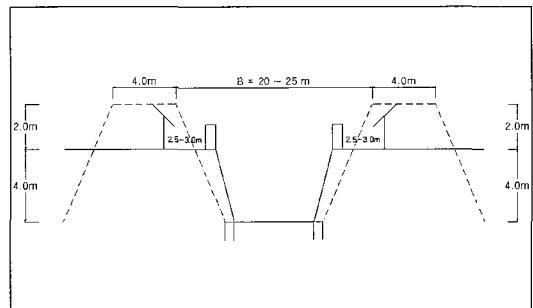


그림 9. 문산천의 복구 계획 단면 (적색선 : 계획, 흑색선 : 기존)



배제하기 위해서 제방고를 2.0m 정도 높이고 하폭도 2.5~3.0m 정도 넓힐 계획이다.

#### 나. 흐름 저해 요소 제거

하천의 흐름을 변경시키거나 저해하는 요소들도 홍수시 심각한 피해를 초래하는 요인들이다. 우리나라의 주요 하천에는 하천수의 취수를 위한 보가 설치되어 있다. 또한, 교량 상 하류에는 하상을 보호하기 위해서 낙차공이 설치된 곳이 많다. 이와 같은 보와 낙차공은 홍수시 하천의 수위를 높여서 근처 제방이 낮을 경우 월류가 발생하게 한다. 따라서 이러한 구조물 주위의 하천제방은 수위 상승을 고려한 치수대책이 필요하다.

하천의 흐름을 저해하는 다른 요소로는 교량의 교각이 있다. 그림 10은 문산읍 시가지 하천의 설치된 도로의 교각을 나타낸다. 문산천이 시가지를 지나는 구간에서는 하천에 교각을 세우고 그 위를 도로와 주

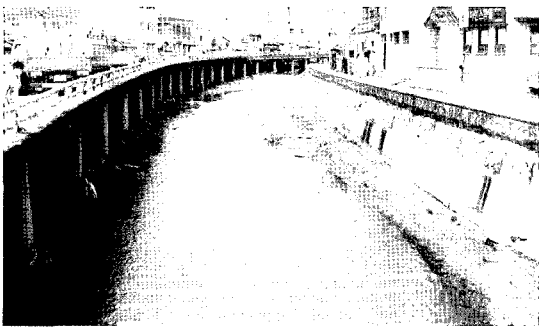


그림 10. 시가지 하천의 흐름 저해 구조물

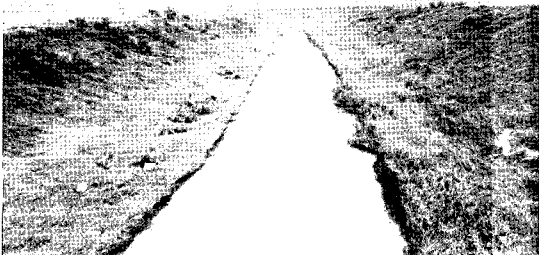


그림 11. 하천 표면 및 제방의 잡초

차장으로 사용하고 있다. 이와 같은 하천의 교각은 통수단면적을 감소시켜 흐름을 저해하며, 홍수시 부유물들이 교각에 걸려 하천의 흐름을 저해할 수 있다. 따라서 하천횡단 교량은 장경간 교량으로 건설하여 유송잡물이 교각에 걸려 수위상승에 의해 상류지역에 피해가 발생하는 것을 방지할 필요가 있으며, 잠수교나 BOX 교량의 설치도 지양해야 한다. 또한, 홍수시 이러한 곳에 대한 감시와 순찰활동이 필요하다.

하천의 통수능력을 향상시키는 다른 방법으로는 하천 하상을 정비하는 것이 있다. 하천 바닥이나 제방에 갈대나 잡초가 우거지면 흐름이 저해되어 빠른 배수가 어렵다. 그림 11과 같이 하천의 표면에 있는 무성한 갈대와 잡초는 빠른 배수를 저해한다. 따라서 갈대나 잡초를 사전에 제거하여 하천의 흐름을 방해하지 않도록 해야 한다. 또한, 하상이나 제방의 수목이 물의 흐름을 방해하거나 뽕혀나가 물길을 막는 경우에는 예기치 못한 재해를 유발할 수 있으므로 하상정비시 이러한 점을 충분히 고려하여야 한다.

### 5.2 배수펌프장 신설 및 용량 증설

하천의 제방은 계획 홍수량 이하의 홍수를 원활하게 소통시키기 위해서 건설된다. 최근에는 이상기후에 의해 집중호우가 증가하여 국지적인 홍수피해가 증가하고 있다. 또한, 계획 홍수위가 높아지고 있으며, 그에 따른 홍수피해를 방지하기 위한 제방의 높이도 높아져야 한다. 제내지는 제방에 의해서 하천과 구분된다. 하천 보다 제내지의 표고가 낮으면 자연배수가 어렵다. 따라서 홍수량을 배제하여 침수피해를 방지하기 위해서는 배수펌프장을 운영하여 홍수량을 강제 배제해야 한다. 배수펌프장은 제방붕괴나 월류에 의해서 제내지가 침수되게 되면 빠른 배수를 통하여 침수시간을 단축시키고 침수면적을 감소시켜야 한다. 이를 위해서는 월류하는 홍수량 보다 배수용량이 커야 한다. 그림 12와 그림 13은 각각 대곡천과 문산천의 하류에 설치된 배수장을 나타낸 것이다. 이들 배수장은 제내지에 있는 농경지 침수를 방지하기 위

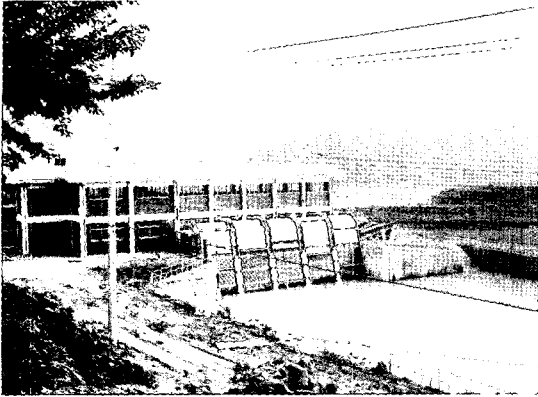


그림 12. 대곡천 오곡 배수장

하여 설치되어 운영되고 있다. 그러나 EWINIAR에 의한 홍수시 하천수가 월류하여 배수용량을 초과함에 따라 제내지가 침수되는 피해를 입었다. 따라서 제방 상승에 의해 하천과 격리되는 제내지의 원활한 홍수량 배제와 침수시 침수피해 저감을 위해서 적정 용량의 배수장을 신설하거나 배수용량을 증가시킬 필요가 있다. 특히, 지역의 중요도, 경제성, 배수구역의 강우 및 유출특성 등을 고려하여 배수용량의 적정성을 검토하고 이를 토대로 계획빈도를 상향조정하는 것에 대한 타당성을 검토할 필요가 있다.

### 5.3 하천 합류부의 관리

남강의 지류에서 발생한 침수피해들의 공통적인 원인들 중 하나로 본류와 지류의 합류부에서 발생한 배수 현상을 들 수 있다. 합류부에서 지류의 배수는



그림 14. 문산천과 영천강의 합류부

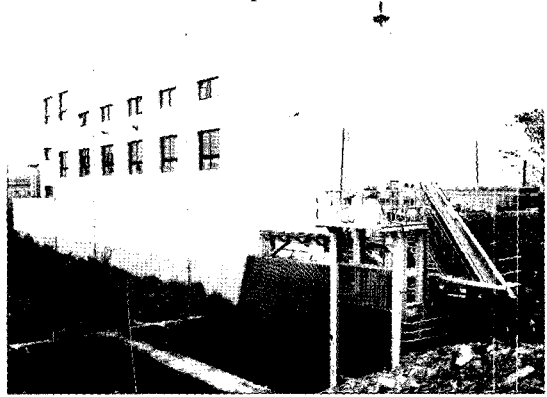


그림 13. 문산천 삼곡 배수장

본류의 유량이 많아 지류의 흐름을 막아 합류부 주위의 수위를 상승시키고 지류의 유향을 바꾸면서 발생한다. 또한, 역류가 발생하면 합류부 주위의 수위가 상승하여 제방의 높이가 수위 보다 낮은 곳으로 홍수가 월류하여 침수피해가 발생한다. EWINIAR에 의한 홍수시 남강 지류들 중 영천강, 대곡천, 향양천에서는 남강과 합류부에서 남강에 수위상승에 의해 배수 현상이 발생하였다. 또한, 문산천과 영천강의 합류부에서도 배수 현상이 발생하여 하류에서 제방월류와 침수가 발생하였다.

본류와 지천간의 합류부에서 이와 같은 배수불량과 침수피해를 감소시키기 위해서는 그림 14와 같은 곳에서 발생할 수 있는 수리적 현상을 사전에 파악해서 이에 따른 대책을 수립해야한다. 합류부에서는 전술한 바와 같이 홍수시 지류에서는 본류에 의해 배수 영향을 받으며, 역류에 의해 유향이 바뀌기도 한다.

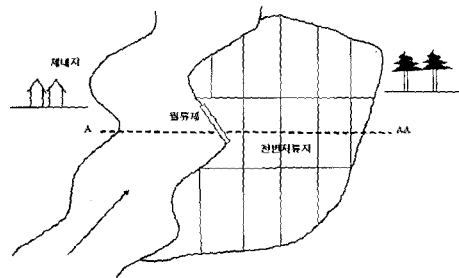


그림 15. 천변 저류지



시스템은 하천 범람이나 붕괴로 인해 피해를 입을 우려가 있는 위험지역을 사전에 예측하여 주민에게 대피 경로와 장소에 대한 정보의 제공도 가능하다. 따라서 사전에 이러한 정보를 인지하고 있거나 이들 바탕으로 재난관리에 대한 훈련이 되어 있으면 홍수피해를 저감시킬 수 있다(강민구와 고덕구, 2005).

## 6. 요약 및 결론

태풍 EWINIAR는 동반한 폭우뿐만 아니라 남하해 있던 장마전선을 북상시켜 남부지방에 많은 강우와 홍수 피해를 발생시켰다. 또한, 이 태풍은 소멸하면서 장마전선을 활성화시켜 중부지방에 많은 비를 내리 큰 홍수피해가 발생하게 하였다. EWINIAR에 의한 강우량을 분석해 보면, 지리산의 오른쪽에 위치한 경상남도 지방에서 다른 지역들 보다 상대적으로 많은 강우량을 나타냈다. 이는 태풍의 특성과 지리산의 지형적인 특성의 영향을 받았기 때문으로 판단된다.

EWINIAR에 의한 남강 지류들에서 발생한 홍수피해의 주요 원인으로는 집중호우, 본류에 의한 배수 영향 및 역류, 하천 통수능력 부족 등이다. 피해가 발생한 지역은 주로 본류와 지류가 만나는 합류부 부근이었다. 또한, 제방고나 하폭이 부족하여 홍수가 제방을 월류하여 제내지가 침수되었다. 특히, 많은 건물이 침수되었던 진주시 문산읍의 홍수피해는 집중호우, 하천의 통수능력 부족, 합류부에서 배수 현상, 유역의 우수지 부족, 배수펌프장 용량 부족 등과 같은 복합적인 원인에 의해 발생한 것으로 사료된다.

우리나라에서 홍수는 강우량의 2/3가 여름철에 집중되는 기상 특성 때문에 매년 반복적으로 발생한다. 그러나 피해원인을 분석하고 이에 대한 대책을 수립

하여 실행하면 피해규모는 감소시킬 수 있다. 홍수피해를 저감시키기 위한 방안으로는 제방고 승상 및 하폭 확장과 같은 하천정비, 홍수를 고려한 유역관리, 홍수조절을 위한 시설의 증설 및 효율적인 운영, 재난관리 시스템의 구축 및 활용 등이 있다. 이러한 방안들은 유역의 상황에 따라 적절하게 변형 및 조합하여 적용될 수 있으며, 이를 통하여 하천의 홍수량과 홍수피해를 저감시킬 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 강민구, 박승우, 강문성, 2006. 담수호 홍수관리를 위한 상류 유입량 실시간 예측, 한국수자원학회 논문집, 제38권 제12호, pp. 1061-1072.
- 강민구, 고덕구, 2005. 실시간 유입 홍수량 예측을 통한 홍수 피해 저감, 한국수자원학회지, 제38권 제6권, pp. 56-62.
- 국가수자원관리종합정보시스템 홈페이지, 2006. <http://www.wamis.go.kr>.
- 권혁조, 2005. 전지구적 태풍에 대한 소고, 한국수자원학회지, 제38권 제6권, pp. 51-55.
- 김형수, 경민수, 김상단, 이진행, 2006. 천변 저류지 조성 및 활용 방안, 한국수자원학회 학술발표회 논문집.
- 기상청 홈페이지, 2006. <http://www.kma.go.kr>.
- 낙동강 홍수통제소 홈페이지, 2006. <http://www.nakdongriver.go.kr>.
- Puget sound action team, 2005. Low impact development : Technical guidance manual for Puget Sound. 