

영산강 치수관리의 향후 방향



이재형 ▶▶▶
현대엔지니어링공학박사
jhlee908@hec.co.kr



김대근 ▶▶▶
목포대학교 토목공학과 교수
kdg05@mokpo.ac.kr



안시권 ▶▶▶
국토해양부 수자원개발과장
skahn@mltm.go.kr

1. 영산강유역 현황

영산강은 한반도 남서부 전라 남·북도에 위치한다. 유역내에는 전라북도 정읍시, 광주광역시, 전라남도 나주시, 목포시, 담양군, 장성군, 영광군, 화순군, 함평군, 무안군, 영암군 등 1개 광역시, 2개도, 3개시, 7개군의 전체 또는 일부를 포함하고 있으며, 약 225만명이 거주하고 있다.

영산강의 유역면적은 3,455km², 유로연장은 129.5km이며, 유역의 동서간 최대길이는 60.60km, 남북간 최대길이는 89.9km, 유역의 평균폭은 26.7km이고, 유역의 형태는 직사각형 형태의 수지상(樹形狀)하천이다. 유역의 평균경사는 19.5%로 비

교적 완만한 유역이고 하천에 인접하여 농경지가 발달해 있다. 영산강의 중·상류부에는 광주광역시와 나주시 등의 도심지 및 인구 밀집지역이 위치하고 있고, 전체 유역면적 중 임야와 농경지가 51%, 34%, 도시지역이 7%를 차지하고 있다(국토해양부, 2005).

영산강유역은 노령산맥 말단부에 둘러싸여 있고 중앙부는 낮은 분지형태를 이루고 있는 것이 특징이며, 북고남저, 동고서저의 지형형태를 보이고 있다. 유역의 북쪽과 동쪽은 유역의 상류부분을 형성하고 있고 남쪽과 서쪽은 유역의 하류부를 형성하고 있으며, 중앙부의 낮은 분지지역은 호남의 곡창지역인 나주평야 등의 농경지를 구성하고 있다. 그림 1은 영산

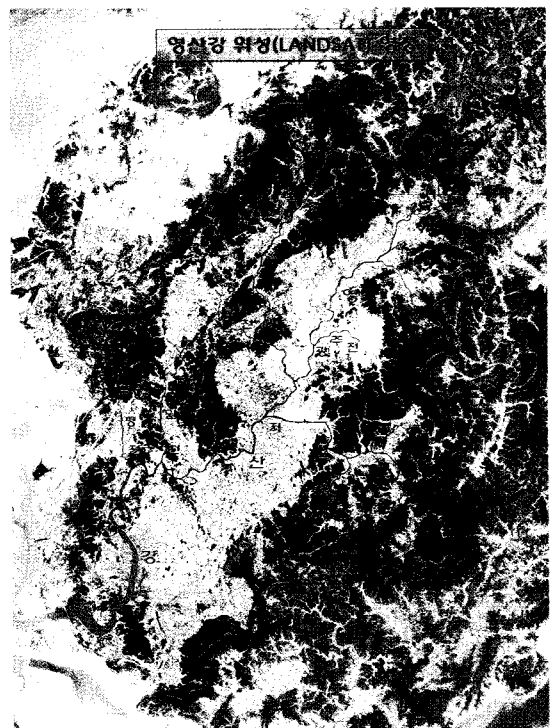


그림 1. 영산강유역 위성 영상

강유역의 위성 영상자료로 녹색은 산지 및 임야지역, 회색은 하천변 및 중·하류 지역의 평야지역과 도심지 등 지반고가 비교적 낮은 지역을 나타낸다. 특히, 유역의 중심부에 백색으로 표현되어 있는 지역은 광주광역시 지역을 표시하고 있으며 유역내에서 가장 도시화가 많이 진행된 지역이다.

영산강유역 내의 주요 수리시설물로는 “영산강유역 농업종합개발사업”의 일환으로 농업용수 공급을 목적으로 '70년대 중반에 건설된 장성호, 나주호, 담양호, 광주호 4개소가 위치하고 있다. 이들 저수지들은 농업용 저수지임에도 불구하고 제당높이와 저수용량 기준으로 장성, 나주, 담양댐은 대규모댐, 광주댐은 중규모댐에 해당하는 규모로 각 저수지의 유효 저수용량을 합하면 약 2억5천만 m^3 에 이른다. 또한 영산강 하류부에는 '82년에 완공된 하구둑이 위치하고, 담수호인 영산호 조성을 통해 나주평야를 위시한 전남 곡창지대의 농업용수 공급과 조수차단에 의한 홍수위 저감을 목적으로 하고 있다. 또한 영산호는 연락수로를 통하여 영암호(저수용량 244백만 m^3)와 금호호(저수용량 133백만 m^3)에 남은 물을 공급한 후 바다로 방류하기 때문에 수자원이용의 효율을 높이고 있다(농업기반공사, 2002). 그림 2는 이수적으로 상호 연결된 영산호, 영암호, 금호호의 현황이다.

한편, 하상측면에서 영산강 본류의 경우 함평천 합류점을 경계로 하류부는 전반적으로 퇴적이, 상류부는 세굴이 진행되고 있는 것으로 조사되었다(건설교통부, 1998). 이는 함평천 합류점 하류부 하도구간의 하상구성 재료가 실트 및 점토의 비율이 높은 점을



그림 2. 영산강 하류부 유역 현황

고려할 때 영산강 하구둑의 영향으로 흐름이 정체되면서 하상이 지속적으로 퇴적되고 있음을 의미한다.

2. 홍수피해 현황 및 원인

2.1 홍수피해 현황

영산강유역의 수해 발생원인은 주로 6월에서 9월 사이에 발생하는 집중호우와 태풍에 기인한 것이고, 영산강유역의 수문지형학적 특성상 영산강 유역의 홍수량이 집중되는 유역 중·하류부 지역, 즉 광주광역시와 나주시 지역이 주 피해지역을 이루고 있다. 그림 3은 '04년 8.18~19 태풍 매기(MEGI) 내습시, 나주시 관내의 농경지 침수현황이다.

최근 20년간('83년~'02년) 풍·수해에 의한 피해



(a) 나주시 만봉천 유역



(b) 나주평야

그림 3. 태풍 매기('04.8.18~19) 내습시 농경지 침수 현황

현황 자료를 토대로 분석된 영산강유역의 피해액은 전국 평균 5.9 백만원/㎢보다 1.4배 정도 높은 5.9 백만원/㎢으로 나타났다(국토해양부, 2005). 가장 극심한 피해가 발생한 '89년 7월 25일~27일의 홍수로 인하여 유역내 약 14,600ha가 침수되었고, 특히 나주시지역은 영산강 본류 삼영제가 붕괴되어 나주시 일원에 대규모 피해가 발생하였다. 이 다음으로 큰 홍수피해가 발생한 '04년 8월 18일~19일 홍수에서는 유역내 9,700여 ha가 침수되었으며 지식천 유역, 나주시 일원, 영산강 하류부에 위치한 영암천 유역 일원에 대규모 피해가 발생하였다. 주요 홍수시 침수 원인은 영산강 본류의 수위상승으로 인한 지천의 수위상승 및 제내지 내수배제 불량, 일부구간의 제방일류 및 제방과파에 기인하고 있다. 특히, 영산강 하류부에서는 하구둑 외측 조위 상승으로 배수문을 폐문함에 따라 영산호의 수위가 상승하고 이에 따라 인접 지천인 영암천과 학산천 유역의 외수위가 상승하여 농경지가 침수되는 피해가 발생하였다. 그림 4는 영

산강 유역의 주요 침수실적을 도시한 것으로, 대부분의 침수지역의 영산강 본류 및 인접 지천의 저지대에서 집중적으로 발생하고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 현황에 적절하게 대응할 수 있는 치수관리계획이 필요하다.

2.2 홍수피해 원인

최근 빈번한 기상이변 현상에 따른 강우량 증가와 유역의 토지이용 변화로 인해 영산강유역의 홍수량이 증가하였으며, 영산호 배수갑문의 방류능력 부족과 외조위 상승으로 홍수의 원활한 배제가 어려워 하천 주변 저지대의 침수피해가 가중되고 있다. 더욱이 영산강유역에는 다른 유역과 달리 다목적댐 등 치수 관련 시설물이 없어 유역 저류기능이 매우 취약한 특성을 갖고 있다. 그림 5는 영산강유역의 치수단위구역(治水單位區域)에 대한 홍수피해잠재능(洪水被害潛能)(건설교통부, 2001) 산정결과로 총 101 개 구역중

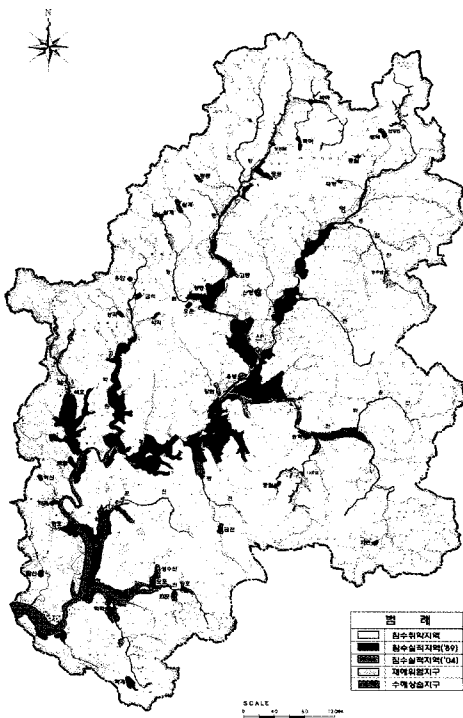


그림 4. 영산강유역의 홍수취약지역

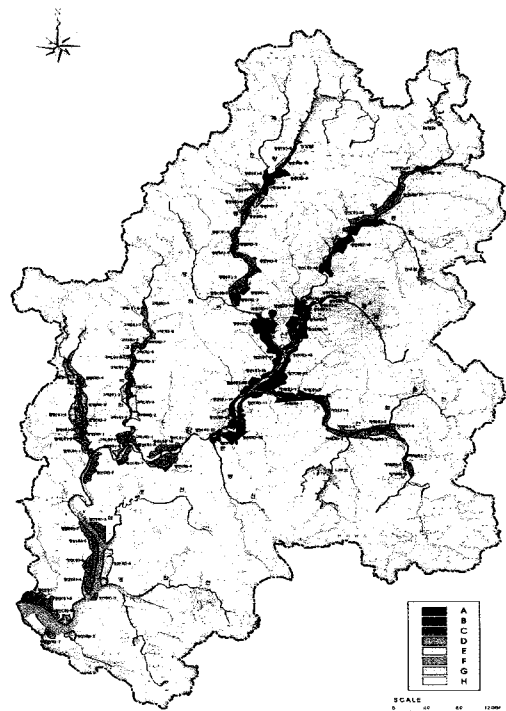


그림 5. 영산강유역 치수단위구역에 대한 PFD 분포

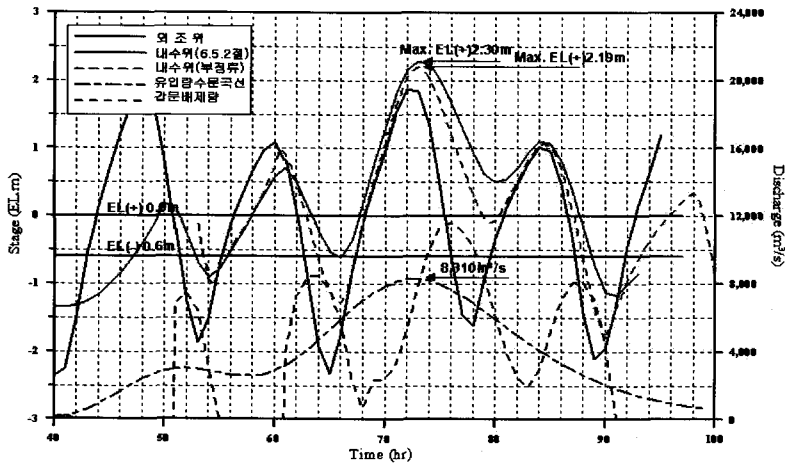


그림 6. 외조위와 홍수량 변화에 따른 영산강 내수위분석 결과

구조물적 치수대책이 시급한 지역인 A, B등급 지역은 영산강 본류 나주시 구간, 영산강 본류 광주광역시 하도구간, 영산강 본류 담양읍구간, 지석천 하류부와 남평읍구간, 황룡강 하류부와 장성읍 구간, 그리고 광주천 하류부 등 총 27 개 구역인 것으로 분석되었다(국토해양부, 2005).

서해안의 외조위(外潮位) 상승은 하구둑 내측 영산강의 수위 상승에 직접적인 영향을 미치는데, 특히 목포항의 조석체계는 영산강하구둑이 완공된 후 상당한 변화가 있었으며, 영암 및 금호방조제가 완공되면서 조석체계가 변화되어 조차의 증폭을 가져왔다. 영산강 하구둑 설계 당시의 대조평균만조위(大潮平均滿潮位)는 EL. 1.39m였으나, 최근 조사결과는 대조평균만조위가 EL. 1.89m로 약 50cm가 상승하였는데 이로 인해 영산강의 내수위도 크게 상승하였다(그림 6 참조). 또한 강우량의 증가와 유역개발로 인해 홍수량은 전반적으로 증가하고 있는 추세이다. 특히 영산강 유역의 경우, 영산강하구둑 기준으로 하천정비기본계획(건설교통부, 1998)시 계획홍수량은 6,720m³/s이나, 유역종합치수계획에서는 8,310m³/s로 나타나고 있다(국토해양부, 2005). 즉, 외조위조건이 상승하고 홍수량이 증가하였기 때문에 영산강의 홍수위는 상승할 수 밖에 없으며, 이에 적절한 통수능 확보계획의 수립이 필요한 실정이다.

그림 7은 홍수시 영산강 하류 하도구간의 시간에 따른 홍수위도(洪水位圖)이다. 상류단 경계인 나주시 위포 지점에는 계획빈도 홍수량이 유입되고, 하류단 경계에는 조위변화에 따른 수위수문곡선을 부여하여 1차원 부정류(不定流) 해석을 실시하여 하구둑 배수갑문조작에 따른 영산강 하류부의 매 시간별 수위변화를 나타낸 것이다. 나주시위포 지점의 시간별 수위변화는 하구둑의 영향은 거의 없이 상류 유입량에 의해 주 지배를 받아 단일첨두(單一尖頭)를 갖는 파형을 나타내고 있는 반면, 영산포수위표 하류부 하도구간에서는 배수갑문 조작의 영향을 받아 이에 따른 내수위 변화 파형이 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 즉, 하구둑 배수갑문의 조작에 따라 발생하는 배수영향(backwater effect)이 영산포수위표 지점까지 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 이것은 영산강 하구둑 배수갑문 조작에 의해 결정되어지는 하구지점의 기점수위가 변동하게 되면 그 영향이 상류 58km에 위치한 영산포수위표까지 영향을 미치게 됨을 의미한다. 즉, 영산강의 내수위를 계획홍수위 이내로 적절히 제어하지 못하면, 영산강 중류까지 그 악영향이 전파됨을 의미한다. 따라서 영산강의 내수위를 계획홍수위 이내로 조절하기 위하여, 하구둑 배수갑문의 확장, 영암호와 금호호의 저류공간 활용과 같은 홍수조절계획을 적극적으로 도입할 필요성이 있다.

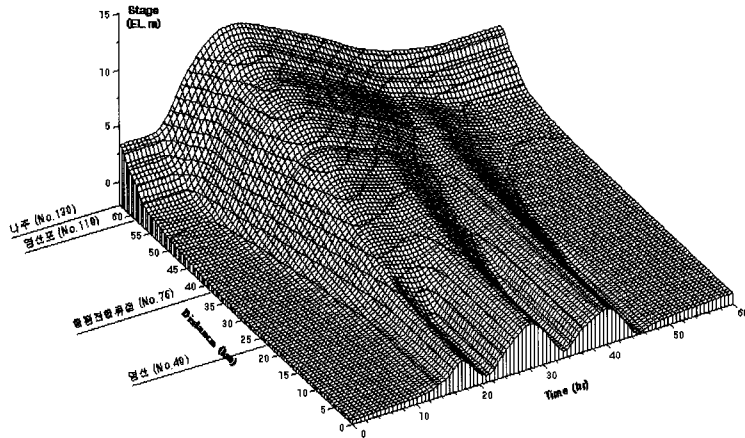


그림 7. 홍수시 배수갑문 운영에 따른 영산강 하류부 수위변화

하도의 적정 홍수소통능력은 외수범람을 허용치 않고 동시에 내수침수를 최소화할 수 있도록 평가되어야 한다. 영산강 본류 하도구간이 외수와 내수에 대하여 담당할 수 있는 하도통수능력을 평가한 결과는 다음 표 1과 같다. 외수범람에 대한 위험성이 없는 하도의 통수능력과 내수침수에 대한 피해를 고려한 하도의 통수능력을 검토, 비교하여 작은쪽의 통수능력을 해당 하천구간의 하도 홍수통수능력으로 채택한 결과로, 외조위 상승과 홍수량 증가로 인하여 영산강 나주시 구간(영산포 수위표 지점, 황룡강 광주광역시 통과구간(황룡강하구)을 제외하고는 모든 하천구간에서 외수에 대한 하도 홍수통수능력이 부족한 것으로 나타났다.

이상과 같은 지형/수리/수문학적인 취약성이 영산강유역의 홍수피해의 주요 원인이 되고 있으며, 종합적인 치수관리계획의 미비가 홍수피해를 가중시키는 요인이 되고 있다. 영산강유역의 치수대책은 주로 하천정비기본계획에 의한 하천개수계획이 거의 대부분이고, 부분적으로 제내지 침수방지를 위한 배수펌프장 계획이 있어 왔을 뿐 유역전체를 통합하는 종합적인 치수계획은 수립된 바 없다. 또한 유역내 위치한 치수시설물들은 관리기관의 주도하에, 그리고 해당시설물에 대한 효과만을 고려하고, 상·하류 지역에 대한 영향을 심도 있게 고려하지 않고 시공 및 운영됨에 따라 유기적이고 효과적인 홍수방어체계가 없는 실정이다.

표 1. 외수 · 내수조건을 고려한 영산강 하도 홍수통수능력

하 천	지 점	유역 면적(km ²)	홍수량(m ³ /s)	빈 도(년)	하도 홍수통수능 (m ³ /s)		채택 하도 홍수통수능(m ³ /s)
					외 수	내 수	
영산강	하 구 독	3,455.0	8,304	100	4,499	9,235	4,490
	사포 수위표	2,592.0	8,874	100	5,749	11,176이상	5,740
	고막원천 합류전	2,367.1	8,261	100	5,832	7,981	5,830
	영산포 수위표	2,154.0	8,609	200	6,986	5,479	5,470
	나주 수위표	2,054.7	8,319	200	6,606	9,410 이상	6,600
	본동 수위표	1,327.0	5,138	200	4,063	5,815 이상	4,060
	마륵 수위표	682.2	3,009	200	3,009	3,452 이상	3,000
	광주천 합류전	575.7	2,591	200	2,939 이상	2,939 이상	2,930 이상
	증암천 합류전	240.6	1,169	100	866	1,257 이상	860
담 양 교	92.8	888	200	482	539	480	

3. 치수관리대책

영산강유역의 홍수피해 현황 및 원인을 토대로 홍수에 대한 항구적인 치수안전도를 확보하기 위한 치수관리대책을 제시한다. 우선 유역 상류부에는 홍수를 유역에서 분산방어하기 위한 저류시설계획이 필요하다. 유역 상류부에 위치한 장성댐, 나주댐, 광주댐, 그리고 함동댐의 4개 농업용저수지를 증고하여 확보된 저류용량을 이용하여 홍수조절능력을 신규로 부여하는 계획이 필요하다. 또한 본류로 유입되는 지천 주변 저지대 농경지를 활용하여 홍수조절지 및 천변저류지를 설치하여 유역의 저류능력을 배가시키도록 한다. 이렇게 함으로써 홍수시 일시에 영산강 본류 하도로 유입되는 홍수량을 유역에서 지체 혹은 저류시켜 첨두홍수량을 경감시킬 수 있다. 한편, 하류부는 홍수시 영산호 최고내수위를 저감시키고, 수위가 관리수위(管理水位) 이상 지속되는 시간을 단축시킴과 동시에 하류부 치수안전도 제고를 위해서 현 배수갑문의 확장이 필요하다. 더불어 영산강유역에 대규모 홍수가 발생하는 경우 영산호의 내수위가 과도하게 상승하는 것을 방지하기 위하여 영산호와 거의 비슷한 저류용량을 갖고 있는 영암호를 홍수시 활용하는 계획이 필요하다. 이와 같은 치수계획의 총 예산은 약 8,500억원이 소요될 것으로 추정되며, 8,154만㎡의

홍수조절용량을 확보할 수 있을 것으로 예상된다(표 2 참조). 그리고 치수계획 사업이 완료된 후 하도와 유역의 홍수분담량을 살펴보면 나주수위표를 기준으로 홍수량의 81%를 하도가 분담하고 19%를 유역이 분담할 수 있게 되어, 과거 하도위주의 치수계획에서 유역의 저류능력을 약 20% 확보하는 계획이 되게 된다. 이들 각 시설계획물의 위치와 사업내용을 표시한 종합치수계획도는 그림 8에 도시되어 있다.

4. 결론

최근 영산강에서 발생하는 홍수피해 현황과 원인을 토대로 분석된 피해방지를 위한 최선의 방안은 홍수의 유역관리능력을 활성화하는 것이다. 저류지, 홍수조절지, 방수로, 지하하천, 댐 등 유역내 홍수방어 시설을 다양화하고 최적 연계하여 홍수량을 유역내에서 분산 방어하는 방안이다. 최근의 기상이변과 급속한 도시화에 따른 홍수피해 증가는 기존의 하도 및 제방 위주의 하천기본계획만으로는 방어에 한계가 있고, 지속적인 치수사업에도 불구하고 최근 10년간 홍수피해 규모는 오히려 늘어나고 있는 점이 이를 반증한다 하겠다. 따라서 치수사업의 완성도를 높이기 위해서는 기존의 하천중심의 치수대책에서 벗어나 유

표 2. 영산강유역의 치수관리계획

시 설 계 획		시 설 물	내 용	홍수조절용량(×10 ⁶ m ³)
중 · 상 류 부	댐 증고	장 성 댐	2.0m 증고	27.7
		나 주 댐	2.0m 증고	27.8
		광 주 댐	1.0m 증고	4.5
		함 동 댐	2.0m 증고	4.7
	천변저류지	영 산 7	A=1,970천㎡	7.19
	홍수조절지	지 석	A=1,580천㎡	6.38
		담 양	A=1,220천㎡	3.27
하 류 부	영산호	배수갑문 확장	B=240m→480m	-
	영암호 저류공간 활 용	영암호 배수갑문 확장	B=80m→410m	-
		연락수로 확장	B=15m→140m (L=4.4 km)	-
		제수문 설치	영암(중설) : B=30m→160m	-
			금호(신설) : B=30m	-
계	-	-	81.54	

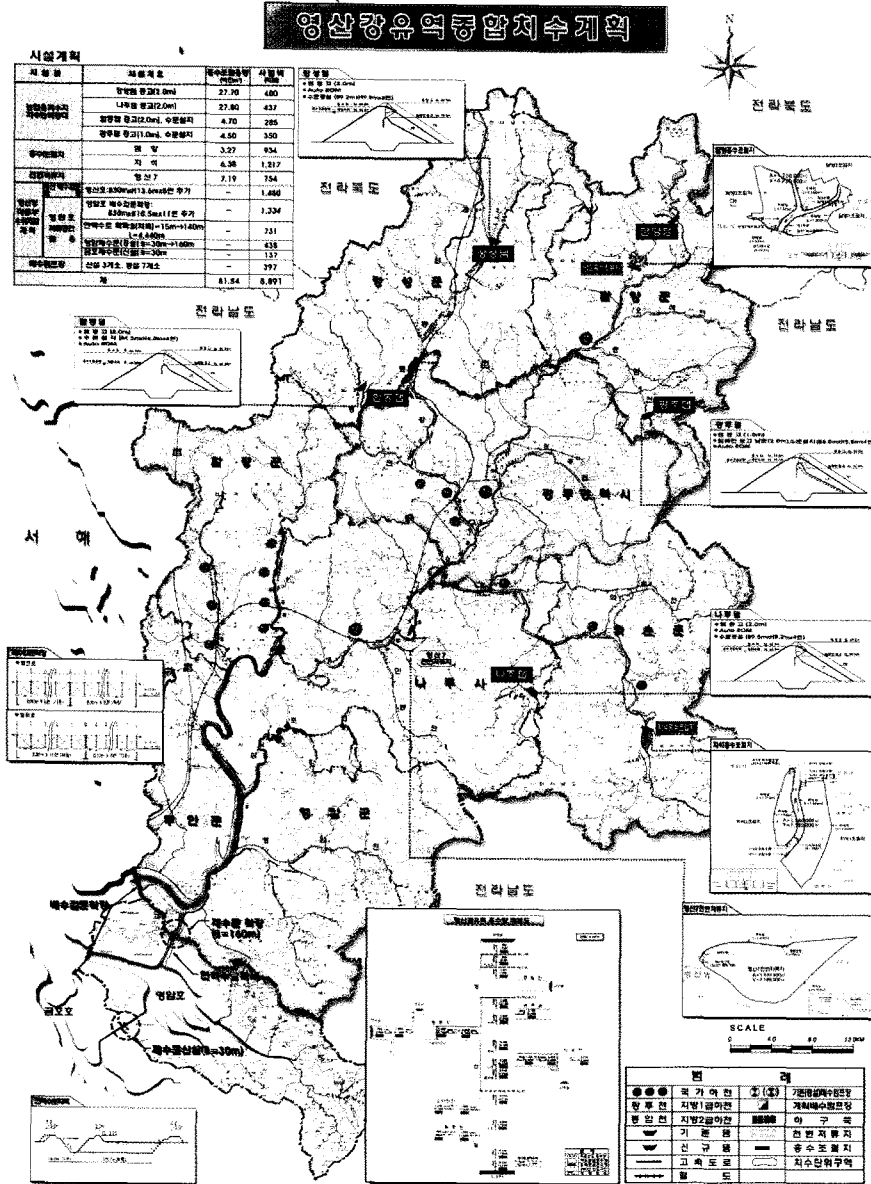


그림 8. 영산강 유역종합치수계획 개념도

역차원에서의 종합적인 치수대책이 필요하게 되며, 홍수유출을 억제할 수 있는 자연과 인공시설물을 유역전반에 걸쳐 총체적으로 연계 이용하여 유역의 홍수 저감능력을 극대화하는 계획의 실천이 절실하다 하겠다.

참고문헌

- 국토해양부(2005) 영산강 유역종합치수계획
- 농업기반공사(2002) 영산강 농업종합개발사업지
- 건설교통부(1998) 영산강하천정비기본계획(보완)
- 건설교통부(2001) 수자원장기종합계획