

## GIS를 이용한 안양천 유역의 오염부하량 산정

최종욱, 유병태, 이민환, 김건흥 \*  
서울시보건환경연구원, 인하대학교 토목공학과 \*

### Estimation of Pollution Load in Anyang Stream Basin Using GIS

Jong-Wook Choi, Byung-Tae Yoo, Min-Hwan Lee, Geon-Heung Kim \*  
*Seoul Metropolitan Institute of Public Health and Environment*  
*Department of Civil Engineering, Inha University \**

#### Abstract

In the estimation of pollution load in water basin, a data information has generally used from surveyed data. A Geographic Information System(GIS) was adopted to evaluate the amount of pollution load in Anyang stream basin which is one of the major tributaries in the Han river flows through urban area. The digital maps of administrative boundary, stream network, sub-basin, soil type, and land-use for spatial data as well as attribute data were generated. And the database of sub-basins and pollution source was structured to estimate pollution load in Anyang stream basin by an Arc/Info GIS .

As the results of this investigation, the pollution load of Mokgam-chun sub-basin was the highest amount. And that of Hagi-chun sub-basin and the fourth main stream sub-basin were also high amount in Anyang stream basin. In general, it was found that the pollution load generated from the upstream area in Kyunggi province was higher than that from downstream area in Seoul. Because the point and non-point source pollution load played very significant role in the deterioration of the water quality of the Anyang stream, an integrated approach to water quality management should be required for the sub-basins of high pollution load amount.

#### I. 서 론

근래의 경제지향적인 산업화 추진과정에서 비롯된 공장시설의 증가와 인구의 증가로 인하여 도시 지역 하천의 폐하수량은 매년 증가되고, 그 오염원도 다양화 되어가고 있는 실정이다. 처리되지 못한 오·폐수가 하천으로 직접 유입되는 것이 하천 오

염의 주원인이지만, 수계내 오염물질의 허용량을 고려한 수계관리 및 대책의 미확립과 해당 유역의 환경 기초자료의 부정확성으로 인한 비효율적인 수질 관리도 또 다른 수질 오염의 요인으로 들 수 있다.

하천의 수질을 효율적으로 관리하기 위해서는 먼저 오염원에 대한 정확한 정보와 그 오염원으로

부터 배출되는 오염물질을 수용하는 유역환경에 대한 정보가 필요하다. 이전에는 유역정보가 주로 수치정보만에 의해 관리되어 지역의 특징이나 특성을 정확히 파악하기 어렵고 또 개발행위 등에 동반한 유역환경의 변화를 적절히 나타내는 것이 쉽지 않으므로 유역정보를 위해서는 지역의 특징을 나타내는 지도정보와 수치정보 양쪽을 관리할 수 있는 지리정보시스템(Geographic Information System : GIS)의 이용이 요구되고 있다.

1960년대초 캐나다에서 삼림관리를 위해 도입된 GIS는 최근에 측량, 원격감지, 도시계획, 자원관리, 화재대책, 항공항해, 환경개선 등 많은 분야로 확대되어 활용되고 있다.<sup>1)</sup> GIS에서는 모든자료가 지형상의 위치를 기준으로 저장되고 분석이 가능하기 때문에 수질이나 수자원의 효율적 관리를 위한 데이터베이스의 구축이나 정보의 관리를 위해 많이 사용되고 있다.<sup>2)</sup> 종래에는 GIS를 방대한 정보량을 처리 할 수 있는 대형계산기로만 다룰 수 있었으나 최근에는 PC에서도 취급이 가능하게 되어 지리정보시스템의 활용이 일반화되었다.

본 연구에서는 한강의 대표 지천중의 하나인 안양천을 선정하여 안양천 유역에서 배출되는 오염원을 점오염원과 비점오염원으로 나누어 점오염원의 오염발생 총량은 각각의 단위개체가 배출하는 오염물질의 양인 원 단위를 사용하여 오염부하를 산정하였고, 비점오염원은 유역의 지형특성이나 수문특성에 의해 정해지므로 비점원 오염부하는 토지이용 분포를 이용하여 오염부하를 산정하였다. GIS를 이용하여 대상유역의 수계도, 소유역 분할도, 토양도, 토지이용도와 같은 수치지도로 부터 지형정보 데이터베이스를 구축하고, 오염부하량 산정에 필요한 각 소유역의 점오염원, 비점오염원, 오염원 원단위에 대한 오염원 데이터베이스를 구축하여 수질환경 정보시스템을 만들어 오염부하량을 산정하였다.

## II. 조사지역 및 주제도 작성

### 1. 대상유역의 선정

안양천은 한강으로 유입되는 주요 지천중 하나로 해당 유역은 동경 126° 47' 00" ~ 127° 47'

00", 북위 37° 21' 00" ~ 37° 32' 00" 에 걸쳐있다. 유역의 남쪽은 반월천 유역 및 안성천 지류인 황구지류 지역과 접경을 이루고, 동쪽은 서울시 탄천유역과 접해 있으며 서쪽은 안산천 유역, 뱀내천 유역 및 굴포천 유역, 그리고 북쪽은 한강분류와 접해 있다. 지형은 관악산, 수리산, 그리고 청계산의 사이에 남북으로 넓은 충적층이 퇴적되어 있으며 해발고도는 0 ~ 500m사이로 0 ~ 200m부분이 전체의 약 22%, 20 ~ 40m는 약 22%로 구성되어 있으며 평균경사는 13.6%이고 하상구배는 1/500로 형성되어 있다.<sup>3)</sup> 서울과 경기도 일부를 포함하는 안양천 유역의 행정구역은 서울시에서 양천구, 금천구, 구로구의 전 지역과 강서구, 영등포구, 관악구, 동작구의 일부지역등 7개 구로, 경기도에서는 광명시, 안양시의 전 지역과 과천시, 시흥시, 부천시, 의왕시, 군포시의 일부지역등 7개 시로 되어 있다.<sup>4,5)</sup> 안양천 유역의 총면적은 277.48km<sup>2</sup>이며 이 중 서울시 지역은 95.53km<sup>2</sup>로 34.4%, 경기도 지역은 181.95km<sup>2</sup>로 65.6%를 차지하고 있다. 이는 전체 한강유역 면적인 26,018km<sup>2</sup>의 1.1%에 해당하는 면적이다. 안양천 유역의 지리적 위치는 그림 1과 같다.

### 2. 주제도 작성

대상유역의 주제도를 작성하기 위해 사용한 지형도는 1:50,000 축척의 3개 도엽으로 그림 2와 같으며, 지형도의 경위도 좌표체계를 ARC/INFO



Fig. 1 Location of Anyang stream basin

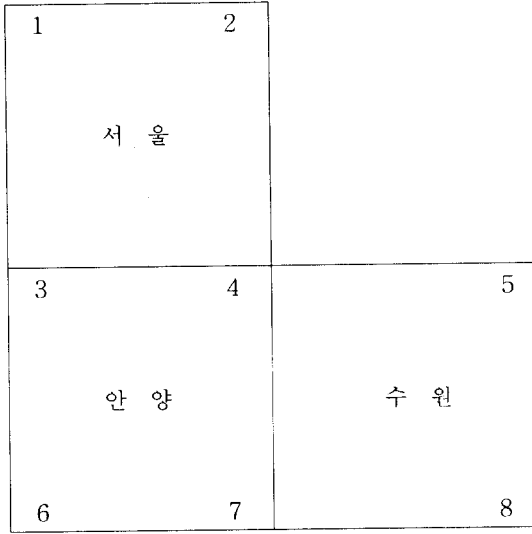


Fig. 2. Map layout covering Anyang stream basin

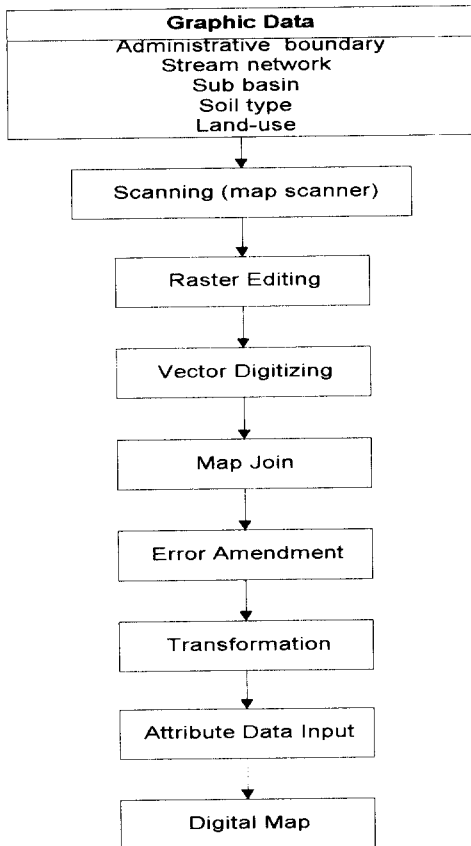


Fig. 3 Procedure of digital map

Table 1. Longitude, latitude and TM coordinate of Anyang stream basin

번호	경도	위도	X좌표	Y좌표
1	126° 45' 00"	37° 45' 00"	177712.2600	472282.1895
2	127° 00' 00"	37° 45' 00"	199745.2741	472252.0805
3	126° 45' 00"	37° 30' 00"	177637.4940	444535.3897
4	127° 00' 00"	37° 30' 00"	199744.4196	444505.3502
5	127° 15' 00"	37° 30' 00"	221851.3439	444534.0319
6	126° 45' 00"	37° 15' 00"	177563.1552	416788.4233
7	127° 00' 00"	37° 15' 00"	199743.5700	416759.8102
8	127° 15' 00"	37° 15' 00"	221923.9835	416789.7778

Table 2. Softwares used for GIS

명칭	기능
ARC/INFO	ARC/INFO : 지형정보 입력과 관리, 분석, 편집 GRID : 래스터 포맷의 자료 처리와 분석 TIN : 3-D 지형정보 처리와 분석 ARCEDIT : 새로운 도형자료의 생성, 기존자료 수정 및 갱신 COGO : 지형자료와 연결된 토목공학적 기능 NETWORK : 자원의 유통 및 모의분석 ARC PLOT : 다중지도 작성, 도형의 확대와 축소, 지형요소 표현, 오류의 검색
AutoCAD	공학적인 설계와 도면 제작 편리하고 강력한 그래픽 편집 기능 다양한 그래픽 표현(3-D입체도, 단면도, 투시도 등) Symbol, Program 언어를 통한 커스토타이징 용이 가장 많이 보급된 CAD용 소프트웨어
IGEOVEC	벡터라이징 3-D 변환

의 투영명령어인 PROJECT에 의해 TM좌표로 전환한 TM 좌표는 표 1과 같다.

안양천 유역의 수치지도 작성절차는 그림 3과 같으며, 수질환경시스템을 구축하는데 사용된 소프트웨어는 표 2와 같다.

2.1 행정구역도

행정구역도는 1:50,000 축척의 3개 도엽으로부터

대상유역의 행정구역을 트레이싱지에 그려 SCAN-SERV-CF1000 화상스캐너를 이용하여 래스터 자료로 만든 후, GEOVEC을 이용 벡터라이징하여 수치지도화 하였으며 그림 4와 같다.

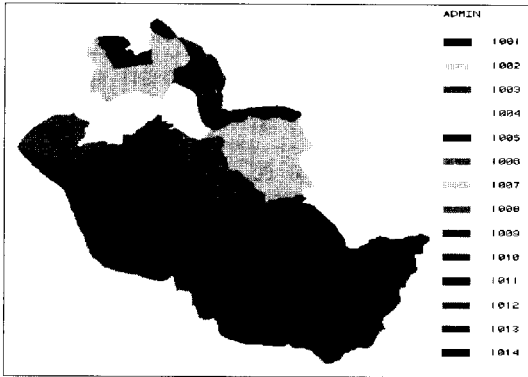


Fig. 4. Administrative boundary of Anyang basin

### 2.2 수계도

작성된 대상유역의 수계도는 그림 5와 같다.

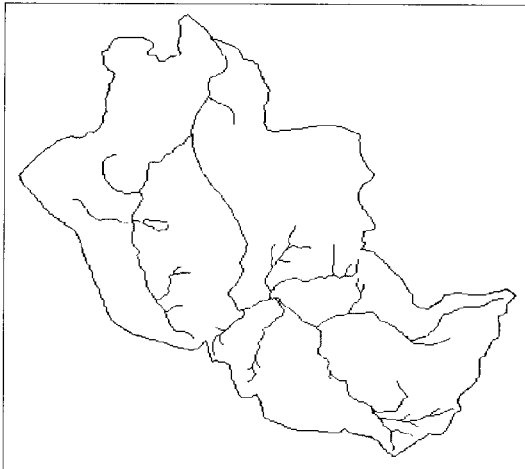


Fig. 5. Anyang stream network

### 2.3 소유역도

소유역의 분할은 하천의 수계도, 지형특성, 하수도 정비기본계획<sup>3)</sup>등을 참고하여 안양천 본류를 중심으로 4개의 배수구역으로 구분하고, 각 지천을 하나의 배수지역으로 하여 3개의 배수구역으로 구분하여, 전 유역을 7개의 배수구역으로 정하였다.

작성된 소유역도는 그림 6과 같다.

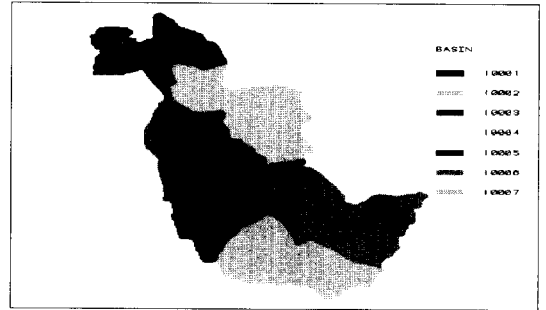


Fig. 6. Sub-basin of Anyang stream

### 2.4 토양도

미국 토양보전국의 토양 성질 분류에 따라서 작성한 토양도는 그림 7과 같고 각 토양 분류별 성질은 표 3과 같다.



Fig. 7. Soil map of Anyang stream basin

Table 3. Classification of soil type

토양형	토 양 명	토 양 성 질
Type A	Mma, Mmb, Maa, Mab, Mac, Rea, Afc, Afd	낮은 유출율, 침투율이 대단히 크며 자갈이 있는 사양질토, 배수가 매우 양호하다.
Type B	Raa, Rab, Rac, Rla, Apg, Aha, Apb	침투율이 대체로 크고 돌 및 자갈이 섞인 사질토, 배수가 대체로 양호하다.
Type C	Ana, Anb, Anc, Apa, Apc, Apd, Fmb, Rxa	침투율이 대체로 작고, 주로 세사질 토양층, 배수가 대체로 불량하다.
Type D	Ro	높은 유출율, 침투율이 대체로 작은 점토질 토양, 거의 불투성이고 배수가 대단히 불량하다.

2.5 토지이용도

작성된 대상유역의 토지이용도는 그림 8과 같다.

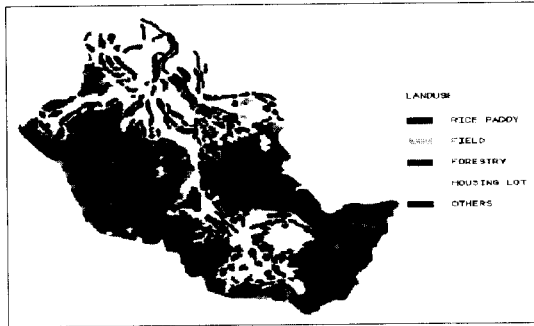


Fig. 8 Land-use of Anyang stream basin

III. 결과 및 고찰

1 오염원 원단위

1.1 인 구

안양천 유역은 도시 지역과 비도시 지역으로 구분되어 있기 때문에 인구의 원단위를 도시인구와 비도시 인구로 나누어 산출하였다. 본 연구에 사용한 인구의 오염 원단위는 여러 자료중 가장 보편성이 있는 수환경 정책자료집<sup>6)</sup>에 명시된 오염원단위를 적용하였다. 대상유역에 적용한 인구의 오염 원단위는 표 4와 같으며, 원단위에 대한 장래 예측에서 BOD는 매년 1g/인·일씩 증가하는 것으로 예측하였고 T-N, T-P는 증가가 없는 것으로 가정하였다.<sup>7)</sup>

Table 4. Pollution unit for population  
unit : g/capita · day

구	분	BOD	T-N	T-P
1996	도 시	65	7.75	1.63
	비도시	54	7.75	1.63
2001	도 시	70	7.75	1.63
	비도시	59	7.75	1.63
2006	도 시	75	7.75	1.63
	비도시	64	7.75	1.63

1.2 축 산

축산폐수에서 발생하는 오염 원단위는 국내에서 기존의 연구 발표된 보고서 및 자료를 비교 검토하여 결정하였다.<sup>6,7)</sup> 대상 가축을 소, 돼지, 그리고 가금류로 분류하여 산출한 오염발생 원단위는 표 5와 같다. 이 원단위는 순수 가축사육에서 발생하는 분과뇨를 합한 발생오염 원단위이다.

Table 5. Pollution unit for livestock

오염원	항 목	가 축(g/capita · day)		
		BOD	T-N	T-P
	소	640	128	72
	돼 지	125	20.4	16.8
	가 금	12.5	0.96	0.78

1.3 토지이용

비점오염원에서의 오염물질 발생 형태는 그 지역의 토지이용에 따라 상이하므로 적용오염 원단위도 각각 다르게 적용시켜야 한다. 본 논문에서 비점오염원의 오염 원단위는 국내의 자료를 비교 검토하여 토지이용에 따라 전, 답, 임야, 대지, 기타로 구분하여 적용하였으며<sup>6,7)</sup> 표 6과 같다.

Table 6. Pollution unit for land use  
단위 : Kg/Km<sup>2</sup>·일

구 분	BOD	T-N	T-P
전	7.1	2.33	0.17
답	5.12	2.33	0.17
임 야	0.96	0.55	0.013
대 지	87.59	0.759	0.027
기 타	0.96	0.759	0.027

1.4 산 업

산업배수에 의해 발생하는 오염부하량은 배출시설의 업종 및 규모에 따라 배수의 특성과 양이 다르기 때문에 실질적으로 하천에 부하되는 오염 부하량을 산출하기 위해서는 해당 배출시설에서 직

Table 7. Water quality standard of industrial wastewater

단위 : mg/L

구 분	1일 폐수 배출량 3000m <sup>3</sup> 이상	1일 폐수 배출량 3000m <sup>3</sup> 미만
	BOD	BOD
청정지역	30	40
가 지역	60	80
나 지역	80	120
특례지역	30	30

집 실측을 통해 산정하는 것이 가장 바람직한 방법이다. 그러나 수질환경보전법에 의거 폐수배출업소는 방지시설을 통해 폐수를 적정 처리하여 허용기준 이내로 배출하도록 하고 있다. 배출허용농도는 배출시설 용량과 배출시설이 설치된 지역에 따라 차등 실시 되고 있으나 업종에는 차이가 없이 시행되고 있는 바, 실질적으로 수계에 유입하는 오염부하량은 해당지역의 배출허용 기준 적용등급과 폐수 배출량에 좌우된다고 볼 수 있다. 산업에 의한 오염 원단위는 배출허용기준을 따랐으며 표 7과 같다. 대상유역인 안양천 유역에서 경기도의 군포시와 의왕시는 가지역으로, 그 외 나머지 전지역은 나지역으로 분류되어 있다.

## 2 오염부하량 산정

안양천의 오염부하량 산정을 위하여 수집된 각종 정보는 그 양이 방대할 뿐만 아니라 시간의 경과에 따라 변해 가는 특성을 가지고 있기 때문에 이와 같은 자료들을 효과적으로 관리하기 위해서는 데이터베이스의 구축이 필수적이며, 이를 통하여 효율적이고 적절한 수질환경 관리를 수행할 수 있다. 따라서 지형적 특성을 나타내는 유역환경 및 오염원 자료를 데이터베이스화 하였다. 구축된 대상 유역 데이터베이스와 오염원 데이터베이스는 표 8과 같다.

안양천 유역의 도형정보로부터 얻은 소유역의 구성면적과 그 소유역별 행정구역의 점유면적은 표 9와 같다.

Table 8. Structure of database for sub-basin and pollution source

DB명	테이블명	필드명	자료형	자료내용	단위		
유역 및 오염원 DB	BOD	유역코드	문 자	소유역코드번호			
		유역면적	실 수	소유역면적	m <sup>2</sup>		
		시가화인구	정 수	시가화지역 인구수	명		
		비시가화인구	정 수	비시가화지역 인구수	명		
		소	정 수	소사육두수	두수		
		돼 지	정 수	돼지사육두수	두수		
		가 금	정 수	닭사육두수	두수		
		밭	실 수	밭 면 적	m <sup>2</sup>		
		논	실 수	논 면 적	m <sup>2</sup>		
		임 야	실 수	임야면적	m <sup>2</sup>		
		대 지	실 수	대지면적	m <sup>2</sup>		
		기 타	실 수	기타면적	m <sup>2</sup>		
		산 업 장	실 수	폐수 배출량	m <sup>3</sup> /일		
		유역 및 오염원 DB	T-N	유역코드	문 자	소유역코드번호	
유역면적	실 수			소유역면적	m <sup>2</sup>		
시가화인구	정 수			시가화지역 인구수	명		
비시가화인구	정 수			비시가화지역 인구수	명		
소	정 수			소사육두수	두수		
돼 지	정 수			돼지사육두수	두수		
가 금	정 수			닭사육두수	두수		
밭	실 수			밭 면 적	m <sup>2</sup>		
논	실 수			논 면 적	m <sup>2</sup>		
임 야	실 수			임야면적	m <sup>2</sup>		
대 지	실 수			대지면적	m <sup>2</sup>		
기 타	실 수			기타면적	m <sup>2</sup>		
유역 및 오염원 DB	T-P			유역코드	문 자	소유역코드번호	
				유역면적	실 수	소유역면적	m <sup>2</sup>
		시가화인구	정 수	시가화지역 인구수	명		
		비시가화인구	정 수	비시가화지역 인구수	명		
		소	정 수	소사육두수	두수		
		돼 지	정 수	돼지사육두수	두수		
		가 금	정 수	닭사육두수	두수		
		밭	실 수	밭 면 적	m <sup>2</sup>		
		논	실 수	논 면 적	m <sup>2</sup>		
		임 야	실 수	임야면적	m <sup>2</sup>		
		대 지	실 수	대지면적	m <sup>2</sup>		
		기 타	실 수	기타면적	m <sup>2</sup>		

Table 9. Areas of administrative boundary against sub-basin area

SUB-BASIN_ID	AREA (km <sup>2</sup> )	ADMIN_ID	AREA (km <sup>2</sup> )
10001 (분류 1지역)	29.24	강 서(1001)	5.19
		양 천(1002)	16.46
		영등포(1003)	6.04
		구 로(1004)	1.55
10002 (도립천 지역)	39.67	영등포(1003)	4.93
		구 로(1004)	5.96
		동 작(1005)	4.01
		관 약(1007)	24.77
10003 (분류 2지역)	27.48	구 로(1004)	0.52
		금 천(1006)	12.08
		광 명(1009)	14.88
10004 (목감천 지역)	53.62	양 천(1002)	0.77
		구 로(1004)	12.61
		부 천(1008)	8.08
		광 명(1009)	19.81
		시 흥(1010)	12.35
10005 (분류 3지역)	43.62	금 천(1006)	0.64
		광 명(1009)	3.81
		안 양(1012)	39.17
10006 (학의천 지역)	46.63	과 천(1011)	4.66
		안 양(1012)	14.18
		의 왕(1013)	27.79
10007 (분류 4지역)	37.22	안 양(1012)	5.61
		의 왕(1013)	15.24
		군 포(1014)	16.37

유역의 각 오염원에서 발생하는 오염물질은 하수처리장과 같은 처리 경로를 통하여 각 오염원이 처리된 상태, 혹은 미처리된 상태로 공공수역인 유역으로 배출되고, 유역에 배출된 오염물질 중, 일부는 저류되거나 유하과정에서 정화되고 일부는

하천에 유입된다. 이 경우 각 오염원에서 발생된 부하를 발생부하, 오염원에서 유역으로 배출되는 부하를 배출부하, 하천까지 유달되는 부하를 유입 또는 유달부하라고 하며, 이와 같은 부하를 정량적으로 표현한 것을 부하량이라고 정의한다.

하천의 오염상태 또는 오염정도를 표현한 것이 수질(BOD, T-N, T-P등)이라면 부하량은 각 오염원에서의 오염물질량을 수와 시간의 개념으로 나타낸 것이기 때문에 하천수질개선을 위한 오염 저감량 산정이나 환경기초시설 계획 등에 중요한 기초자료로 활용된다.

안양천 유역에서 각 오염원의 오염부하량을 산정하기 위한 발생부하는 대상유역에 대하여 소유역별로 분할된 것을 동일축적의 행정구역도에 중첩시켜 각 소유역에 포함된 행정구역의 면적을 구한 후, 그 행정구역 전체면적에 대한 면적비를 고려하여 행정구역별 각종 부하현황을 소유역별로 분배하였다. 대상유역에 포함되는 모든 발생원에 대해서 각각의 발생 오염부하를 실측하는 것이 원칙이지만, 발생원마다 발생량과 발생형태가 다르므로 발생원 모두에 대해 계속적으로 오염부하를 실측하는 것은 실제로 불가능하므로 발생원단위를 이용하여 오염부하발생량을 산정하였다.

오염부하량 산정 항목은 BOD, T-N, T-P의 3개 항목을 대상으로 하였으며, 안양천유역의 2001년과 2006년의 오염부하량 산정을 위하여 오염 배출원인 인구의 예측은 등차급수법, Peggy 함수법, 로지스틱 커버법으로 인구수를 각각 계산하여 평균한 수치를 이용하였고, 가축수의 예측은 수질보전 장기 종합계획수립 부록<sup>8)</sup>과 '96 한강대권역 수질오염원 현황(Ⅱ)<sup>9)</sup>에 기초하여 산정하였으며, 토지이용도는 변화를 고려하지 않고 1996년도의 수치를 고정시켜 이용하였다. 안양천 유역의 예측 연도별 오염 발생원 현황은 표 10과 같다.

산정된 오염 발생원에 오염 원단위를 적용하여 산출한 소유역별 예측 오염부하량은 표 11과 같다.

#### IV. 결 론

기존에는 유역의 오염부하량을 산정하는데 있어서 통계조사에 의해 확보된 수치정보에만 의존하

Table 10. Estimation of population, livestock, and lan-use

년 도	인 구 수		가 축 수			토 지 이 용 면 적 (km <sup>2</sup> )				
	시가화	비시가화	소	돼 지	가 금	전	답	임 야	대 지	기 타
1996	4272652	7828	7900	5281	27228	50.33	7.39	110.42	57.90	69.91
2001	4276107	3914	8967	6543	32102	50.33	7.39	110.42	57.90	69.91
2006	4528376	1530	10177	7806	37206	50.33	7.39	110.42	57.90	69.91

Table 11. Pollution load of point sources and non-point sources

unit : kg/d

Sub Basin	1996			2001			2006		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
10001	1130.76	22.72	0.85	1280.56	23.87	0.89	1450.41	25.00	0.93
10002	1356.29	28.88	1.02	1535.31	30.16	1.06	1738.39	31.50	1.11
10003	1569.91	164.68	68.31	1931.40	197.49	80.31	2107.81	208.72	88.43
10004	6402.00	935.19	322.06	8678.50	1172.68	390.62	10108.39	1302.10	438.88
10005	742.87	66.67	18.32	874.68	74.87	21.38	964.63	77.57	23.45
10006	3234.27	402.33	109.90	4331.67	508.54	136.55	5075.75	566.15	153.58
10007	2820.90	344.43	116.90	3356.06	392.90	133.86	3921.92	441.06	151.67
Total	17257.00	1964.90	637.38	21988.18	2400.51	764.67	25367.3	2652.10	858.05

여왔는데 본 논문에서는 최근에 많이 도입되고 있는 지리정보시스템을 이용하여 한강의 주요지천인 안양천 유역의 오염부하량을 산정하였다. 지리정보시스템을 이용하여 지형정보인 행정구역도, 수계도, 소유역도, 토양도, 토지이용도를 오염부하량 산정에 필요한 기본도로 만들고 그에 따른 오염원에 대한 속성정보를 데이터베이스화하여 안양천 수질환경시스템을 구축하여 자료의 저장, 관리, 및 재생을 가능하게 하였다. 안양천 유역의 수질환경정보시스템에 의해 산정된 소유역별 오염부하량 중 목감천 지역에서 BOD, T-N, T-P의 오염부하량이 가장 높게 나타났으며, 또한 학의천 유역과 안양천 본류 4지역에서도 오염부하량이 상당히 높게 나타났다. 안양천 유역중 서울시 지역보다는 경기도 지역의 오염부하량이 훨씬 높게 나타났는데 행정구역으로는 서울시의 구로구 지역과 경기도의 부천시, 광명시, 시흥시, 안양시, 의왕시, 군포시 지

역이 해당된다. 산정된 오염부하량의 전부가 하천으로 유입되지 않고 그 지점의 하천 특성에 따른 유달부하 만큼 오염부하량의 일부가 하천으로 유입이 되지만 안양천 수질관리를 위해서는 오염부하량이 높은 소유역에 대한 관리가 필요할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 1998학년도 인하대학교 연구비 지원에 의해 수행되었으며 지원에 깊이 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

1. Liao, H. H. and Tim, U. S. : Interactive Water Quality Modeling Within A GIS Environment, Compt. Environ. and Urban System, Vol. 18, No. 5, pp. 343~363, 1994



2. Harris, P. M., Kim, K., Ventura, S. J., Thum, P. G., and Prey, J. : Linking a GIS with an urban nonpoint source pollution model, GIS/LIS '91 Atlanta, Georgia, Vol. 2, pp. 606~615, 1991
3. 안양시 : 안양시 하수도 정비기본계획, 1992
4. 서울특별시 : 서울시 통계연보, 1997
5. 경기도 : 경기도 통계연보, 1997
6. 환경처 : 수환경 정책 자료집(Ⅱ), 1994
7. 국립환경연구원 : 전국주요하천 기초조사, 1983년
8. 환경처 : 수질보전장기종합계획수립 부록(Ⅲ), (Ⅳ), 1992
9. 환경부 : '96 한강대권역 수질오염원 현황(Ⅱ), 1997