

제 1 장 서 론

1.1 연구의 필요성 및 목적

1.2 연구의 내용 및 범위

1.3 연구의 수행방법

제 1 장 서 론

1.1 연구의 필요성 및 목적

1.1.1 연구의 필요성

한강은 수도권 시민들의 상수원으로 이용되는 중요한 역할을 수행하고 있다. 따라서 한강의 수질변화는 수질관계 政策立案者 뿐만 아니라 시민들에게도 중요한 관심사항이 되었다. 최근 한강 주변에 크고 작은 주택단지등이 조성되면서 많은 점오염원이 발생하였고, 上水源水域인 잠실수중보 상류지역은 불의의 사고로 인한 유해물질의 위험에 노출되어 있다.

河川의 水質은 自然環境과 生活環境에 따라 연속적으로 변화되고 있다. 따라서 하천 수질의 특성을 정확히 파악하기 위해서는 가능한 한 연속적으로 측정하는 것이 바람직하다. 시간적으로 변화하는 하천의 수질은 전후 시간사이에 지속성 즉, 현재의 수질은 전시간에 발생한 수질의 값에 영향을 받으며 다음 시간에 발생하는 수질의 값에 영향을 미치는 성질을 가지고 있기 때문에, 전반적인 수질의 상태와 경향을 분석하기 위해서는 연속 측정자료가 필요하다. 그러나 하천 수질의 측정은 여러가지 여건상 連續測定하는 경우가 적고 시간적으로 단편적이고 불규칙한 不連續測定이 대부분이다. 따라서 불연속측정에 의해서는 하천의 수질특성과 그 경향을 정확히 판단하기가 어렵다.

水質環境保全法 제3조(상시측정)에서는 수질오염도를 파악하기 위하여 측정망을 설치하고, 수질오염도를 측정할 수 있도록 규정되어 있다. 이때의 상시측정은 수동측정(수분식에 의한 방법)과 자동측정을 포함하고 있다. 이에 따라 현재 한강의 수질은 환경부의 수질측정망 운영계획에 의해 측정기관, 측정항목, 측정횟수를 정하여 측정하여지며 수질정책의 공식자료로 활용하고 있다. 그러나 효율적인 수질감시를 위하여는 수질 자동측정망의 운영이 필요하다. 즉 잠실수중보 상류의 상수원 수질감시와 하류수역의 생태계보호를 위한 수질관리를 위해서는 수질의 연속적인 자동측정이 필요하다. 또한 연속적으로 자동측정되어 얻어진 수질데이터는 수질관리정책 및 수질감시에 필요한 기초자료로 이용된다.

1.1.2 연구의 목적

취수원 수역인 잠실수중보 상류수역의 水質監視는 시민의 건강보호를 위하여 중요하다. 또한 仁川만의 朝夕干滿의 영향을 받고 있는 하류수역의 생태계보호 및 이용성을 제고시키기 위하여 잠실수중보하류에서 신곡수중보상류 수역의 수질관리도 중요하다. 이러한 한강의 수질감시 및 관리는 월 1회 측정되는 수동측정자료만으로 정책결정의 정확성 및 효율성을 기대하기 어려운 실정이고, 또한 효율적인 수질감시 및 수질관리를 위하여는 자동측정자료를 합리적으로 이용할 필요가 있다. 따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다.

- 첫째, 현재 구축된 수질오염 자동측정망의 지점을 점검하여 합리적인 수질오염 자동측정망을 구축하고,
- 둘째, 수질오염 자동측정망의 관리 실태를 평가하여 합리적으로 관리체계를 제시하고
- 셋째, 수질오염 자동측정장치의 측정항목을 분석하여 합리적인 측정항목을 제시하며, 또한 유지관리비를 평가하고
- 네째, 수질자동측정정보의 축적 및 활용방안을 마련하는데 있다.

1.2 연구의 내용 및 범위

1.2.1 연구의 내용

가) 수질오염측정에 영향을 미치는 요소

한강유역의 지형, 기후등 자연환경과 인구, 토지, 가축, 産業廢水등의 인문환경 및 한강에 합류하는 주요지천의 유량등 수자원 이용현황은 기문현을 이용하여 조사하였다.

나) 현 수질오염 자동측정망의 현황 및 문제점

한강에 구축되어 있는 수질오염 자동측정망의 지점, 측정항목, 관리부서등의 현황을 조사하고, 문제점을 파악하였다.

다) 수질오염 자동측정망의 측정지점 선정

既調査된 다음과 같은 방법으로 한강의 수질오염측정지점을 1차적으로 선정하였다.

- 1) Qual2E모형에 의한 선정
- 2) 평면이차원 농적모형인 RMA모형에 의한 선정
- 3) 시료채취 기본원칙에 의한 선정
- 4) Sanders모형에 의한 선정

1차적으로 선정된 水質汚染 自動測定地點과 기설치된 수질오염 자동측정망의 지점(위치) 및 수질오염 자동측정망 설치목적과 河川의 地形등을 고려하여 합리적인 자동측정지점을 선정, 구축하였다.

라) 수질오염자동측정항목 평가

본 절에서는 자동측정망의 측정치와 수분석측정치를 비교하였고, 자동측정항목은 하천수질환경기준과 먹는물 수질기준 및 외국의 상수원수와 정수수질기준을 고려하여 합리적으로 선정하였다. 또한 자동측정시설의 維持管理費에 대해 조사하였다.

마) 수질오염자동측정 정보의 활용

수질오염 자동측정망이 효과적으로 이용될 수 있도록 자동측정 정보의 활용방안을 조사하였다. 즉 TMS(Telemetering System)의 구축 및 수질정보 활용방안을 제시하였다.

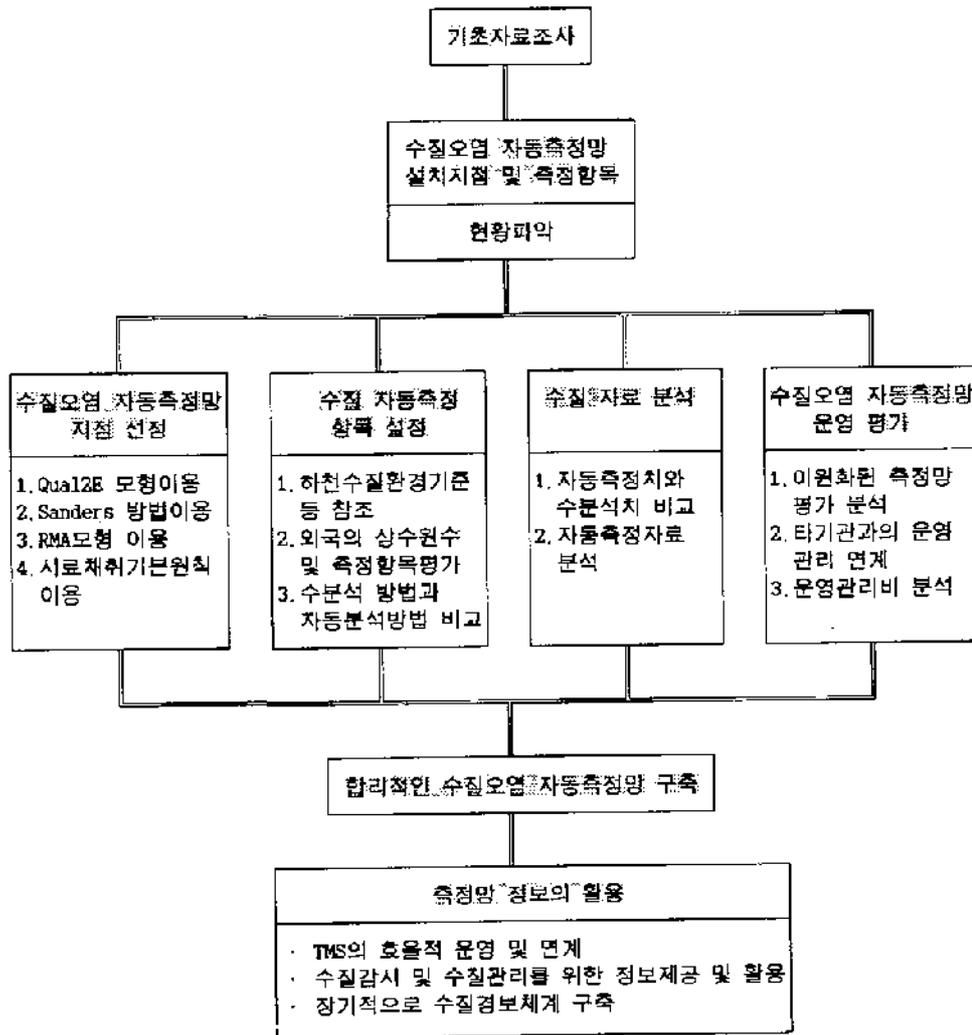
1.2.2 연구의 범위

研究의 範圍는 팔당호 직하류부터 신곡수중보까지의 구간을 대상으로 하였다.

1.3 연구의 수행방법

본 연구의 수행방법은 <그림 1.1>처럼 현재 한강에 설치된 수질오염 자동측

정망의 설치지점을 선정하기 위해 기실시된 여러모형의 결과치를 이용하여 수질 오염 자동측정망의 지점을 선정하였고, 자동측정항목의 선정은 環境政策基本法의 河川水質環境基準, 먹는물관리법의 먹는물 수질기준 및 측정원리와 측정치의 신뢰성등을 고려하여 선정하였으며, 유지관리비용을 분석하여 평가하였다. 또한 綜合的으로 수질 자동측정의 정보를 효율적으로 이용할 수 있도록 측정망 정보의 활용체계를 제시하였다.



<그림 1.1> 연구수행 모식도

제 2 장 수질오염 측정망에 의한 수질감시 및 관리

- 2.1 수질오염 측정망의 필요성과 목적
- 2.2 설계목적에 따른 수질오염 측정망 구성
- 2.3 합리적인 수질오염 측정망구성을 위한
인자 분석
- 2.4 한강의 수자원 및 수질현황
- 2.5 외국 수질오염 자동측정망 현황

제 2 장 수질오염 측정망에 의한 수질감시 및 관리

2.1 수질오염 측정망의 필요성과 목적

2.1.1 수질오염 측정망의 필요성

수질오염 측정망은 호소 및 하천 수질의 維持와 回復을 위한 효율적인 수질감시 및 수질관리 체계를 수립하기 위해 구축된다. 즉 수자원의 적절한 유지 및 보전은 수질관리의 적정한계를 유지함으로써 이루어지며, 수질관리의 효율성은 높이기 위해서는 수질오염 측정망의 體系確立이 중요하다.

수질오염 측정망은 크게 수동측정망과 자동측정망으로 나눌 수 있다. 수동측정망은 對象水域에 대하여 어느 일정한 기간별로 정해진 위치에서 시료를 채취하여 실험실에서 분석하는 방법을 의미하며, 자동측정망은 연속적으로 채취된 시료가 측정기기로 옮겨져 자동적으로 분석되어진 후 그 측정치가 정보처리장치에 의해 처리되는 방법을 말한다.

일반적으로 수질오염 수동측정망은 수역의 수질관리를 위해, 수질오염 자동측정망은 상수원 수역과 오염원 배출수의 배출기준을 감시하기 위해 운영되고 있다. 특히 수질오염 자동측정망은 다수의 항목에 관해 자동적이고 연속적인 측정치를 얻을 수 있기 때문에 대상수역의 돌발적인 수질오염에 대해 신속하고 합리적인 대응을 하는데 큰 도움이 된다.

구미 선진국에서는 이미 수질감시체계의 필요성을 인식하여 수질오염 측정망을 오염물질 측정 및 처리의 환경관리적 측면의 고도화된 기술 시스템으로 구축하고 있으며 국민들의 높은 참여의식속에서 민간 주도형태의 관리체계를 이룩하고 있다.

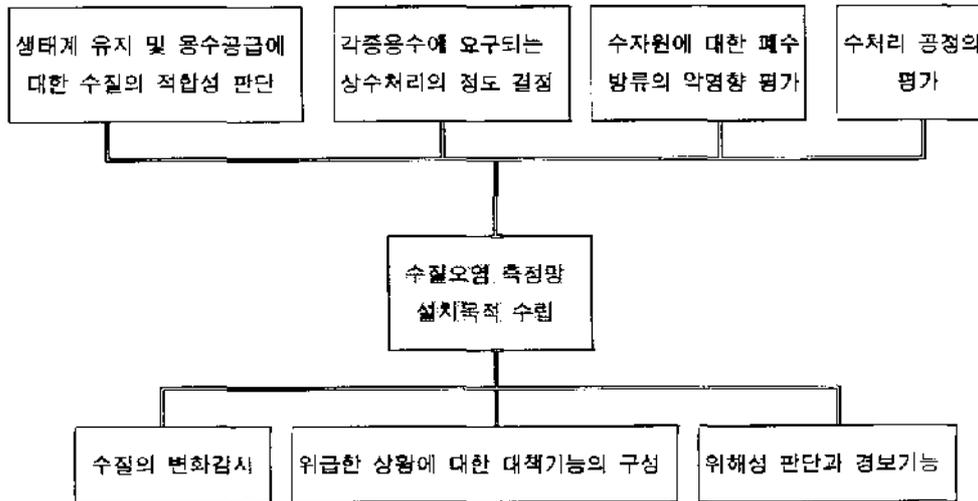
우리나라에서도 環境保全法이 제정된 1970년대 初부터 수질오염 측정망이 본격화되어, 1974년에는 노량진 水源池에 최초로 수질오염 자동측정장치를 설치하였고, 그 후 전국의 중요 상수 수원지에 자동측정망을 설치하고 있는 실정이다.

2.1.2 수질오염 측정망의 목적

수질오염 측정망은 설치와 운영에 많은 비용과 자원이 소요된다. 또한 측정망으로부터 얻어지는 일련의 자료는 일반 공공수역에 대한 정부의 정책을 결정하는데 중요한 역할을 하게 된다. 환경부의 「水質汚染 測定網 運營指針」을 보면 수질오염 측정망의 목적은 “정기적인 수질측정으로 수질환경을 파악하므로서 합리적인 수질보전 정책수립 자료 및 수질관리를 위한 기초자료를 확보하기 위함”이라고 밝히고 있다.

수질오염 측정망의 설치목적은 수역에 따라 다양하다. 또한 가장 중요하고 어려운 단계가 수질오염 측정망의 설치 목적을 결정하는 일이다. 이 단계를 확립하므로서 대상수역의 구체적인 측정망의 구성을 도안할 수 있으며, 측정의 정도를 요구할 수 있다.

수질오염 측정망의 목적은 대상 수역의 수질관리의 長, 短期的인 목적(대상수역이 상수원 수역인가 혹은 생태계 유지 및 용수공급의 목적으로 설정된 수역인가)과 문제점의 해결방안 및 수행방법의 物的, 人的 經濟性 檢討등 여러가지 요인에 의해 결정된다. <그림 2.1>은 수질오염 측정망의 목적수립 과정을 요약한 것이다.



<그림 2.1> 수질오염 측정망의 목적수립을 위한 과정 흐름도

2.2 설계목적에 따른 수질오염 측정망의 구성

수질오염 측정망의 효율적인 기능과 역할은 대상 수역의 법적보호 정도가 어느 정도인가를 파악함으로써 수행될 수 있다.

<표 2.1>은 수역의 법적보호기능에 따라 수질오염 자동측정망을 설치함으로써 얻을 수 있는 기대효과를 분석한 것이다.

<표 2.1> 수역의 법적보호기능에 따른 수질오염 자동측정망의 기대효과

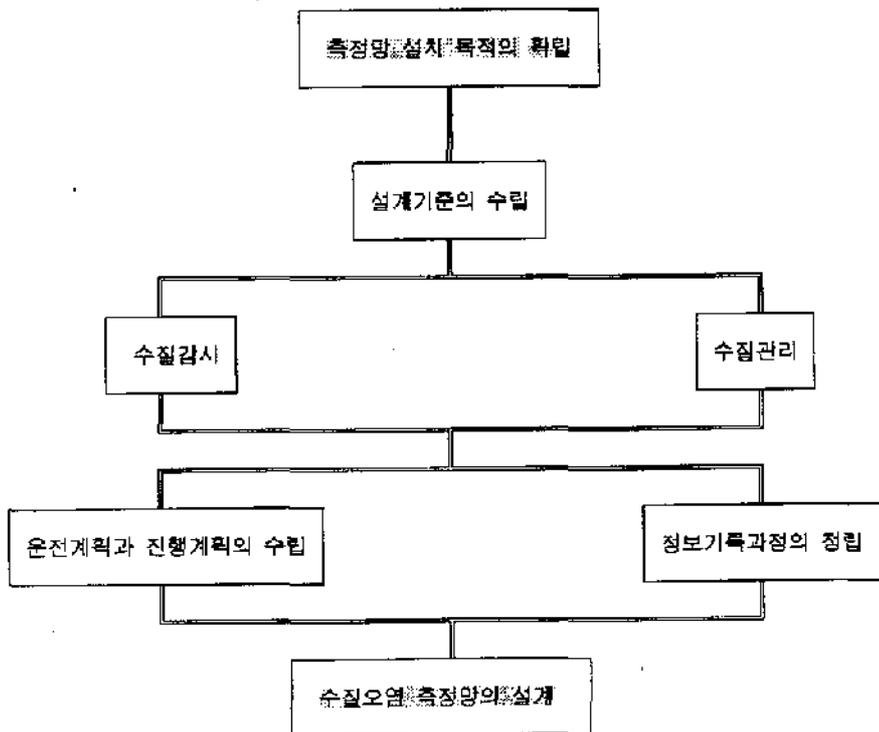
구 분	기 대 효 과
상수원 수역 (상시수질감시)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 종합적 수질오염사고의 피해발생방지 ▪ 정수처리공정의 적정성 검토 ▪ 상수원수에 대한 국민들의 심리적 불안해소
하천, 호소수역 (수질변동관리)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 사람의 건강 및 하천생태계 피해발생방지 ▪ 수질오염방지대책의 검토 및 효과 ▪ 수질보전정책의 참고자료확보
공단폐수역 (배출수 감시)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공단지역 배출시설의 정상가동 확인 ▪ 수질오염방지시설의 성능 및 효과평가

수질오염 측정망의 설계는 설계목적의 수립에서부터 정보의 관계를 결정짓는 데이터의 통계적 처리까지 매우 어려운 과제이다. 따라서 수질오염 측정망의 효율적인 선계를 위해서는 실험실에서 분석化學, 統計學的 자료관리 프로그램, 정보관리 시스템, 그리고 정보의 활용등에 관한 전반적인 검토가 이루어져야 한다. 즉 수질오염 측정망의 운전은 기계적인 공정인 반면, 설계공정은 과학적이고 경영적인 개념에 속하게 된다.

수질오염 측정망의 설계는 구체적인 설계에 앞서 사전작업을 필요로 한다. 측정망 설치이전의 사전작업은 대상수역의 목표에 따라 다양하다. 즉 대상수역의 수질오염 현황과 수질에 영향을 미칠 수 있는 주요한 인자(물리적 특성, 자연적 특성등)의 파악이 이루어져야 한다. 또한 그와 동시에 수질오염의 원인이 되는 인자에 대한 政策的 管理方案의 실행실태와 미래에 도모되어질 수 있는 여러 실행가능한 대안의 수립여부등도 검토되어야 한다.

또한 수질오염 측정망에서 測定位置의 選定(sampling point)이 매우 중요하다.

하나의 측정망에 의한 수질자료가 실제로 정확하게 그 범위의 수체를 대표하는 값이 될 수는 없겠지만 가급적 그 값에 근접할 수 있는 지점의 선정은 측정망을 구성하는 기본적인 원칙의 하나로 될 수 있다. 즉 오염물질의 영향이 미약하거나 농도가 다른 곳보다 顯著히 낮은 지점에 측정망을 설치하면 측정자료에 따르는 결과는 매우 安定的일 수 있으나, 이는 다른 곳에서의 예기치 못한 심각한 문제를 야기할 수도 있게 된다. 또한 오염도가 높은 곳에 수질오염 측정망을 설치하면 그에 대한 對處方案의 안전도가 높아질 수 있으나, 그에 따른 수체의 관리와 개선방안에 필요이상의 경제적 낭비가 이루어질 수 있다. 적절하고 합리적인 수질오염 측정망의 설치원칙이 이루어져야 됨은 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 따라서 수질오염 측정망을 적절히 구성하기 위해서는 관련된 여러 요소들을 고려하여 合理的으로 計劃되어야 한다.



<그림 2.2> 수질오염 측정망의 설계 프로세스

2.2.1 수질감시

수질감시는 수질오염 측정망의 가장 기본적인 구성원칙이다. 수질감시를 위한 수질오염 측정망의 구성은 돌발적인 불의의 사고로 인한 수질오염사고를 예방할 수 있다. 따라서 상수원 수역의 경우 수질오염에 대한 감시체계는 어느 수역보다도 필요할 것이다.

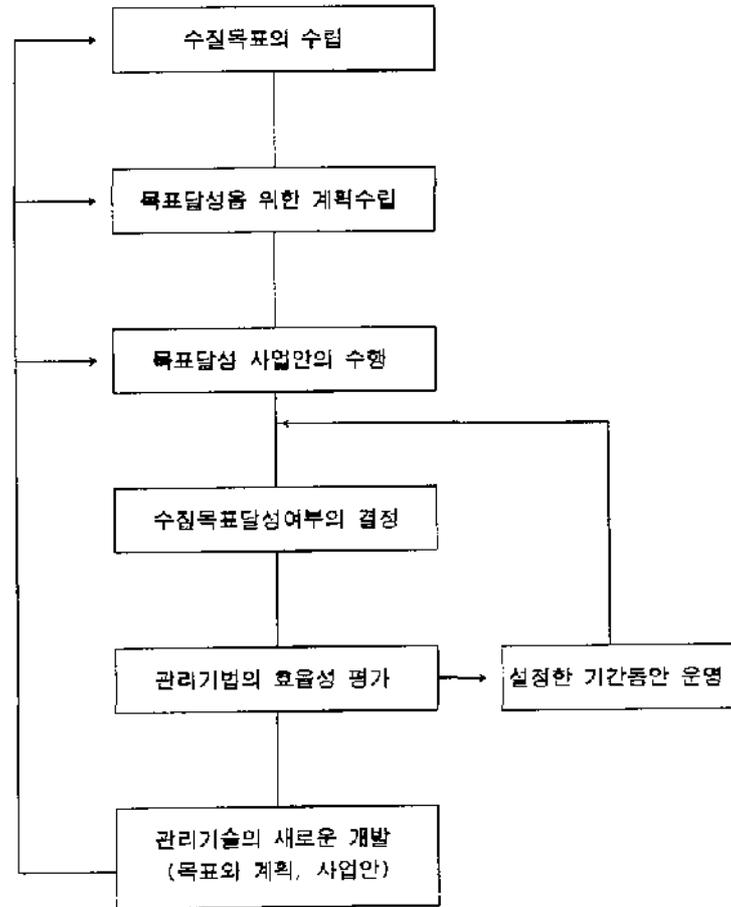
수질오염에 따르는 영향의 감시는 인간의 보건 및 건강을 보전한다는 環境保全法상의 목적에 상응하는 것으로 水系生物과 물을 이용하는 水系住民들에 대한 영향을 감시하는 것이다. 또한 인간의 건강과 생태계에 미치는 피해에 대하여 因果關係를 규명하고 그 정도를 파악하도록 하며, 그 영향이 감지되면 바로 즉시 이에 대처하도록 하는 것이다.

따라서 수질오염원의 감시는 주요 오염배출원(산업체, 공업단지, 폐수배출시설, 종말하수처리시설 및 분뇨처리시설등)들의 운영 및 가동상황, 오염물질 처리 및 배출수에 대한 오염도 감시장치가 설치되고, 지역별로 수계와 연계되어 중앙에서 모니터링할 수 있도록 계획한다.

2.2.2 수질관리

수질관리를 위한 수질오염 측정망은 대상수역의 오염도를 상시 평가하며, 그에 따른 수역의 개선정책을 수립하는데 도움이 되고자 하는데 있다. 즉 수질감시를 목적으로 하는 수질오염 측정망은 間歇的으로 나타날 수 있는 수질오염사고를 대비하는 감시체계인데 반하여 수질관리를 목적으로 하는 수질오염 측정망은 오염배출원과 지천 및 상류지점등에 따른 오염원의 관리를 효율적으로 수행하기 위하여 구성된다.

수질관리를 위한 측정망의 역할은 <그림 2.3>과 같은 흐름도로서 설명이 가능하다.



<그림 2.3> 수질관리 과정에서의 수질오염 측정망의 역할

이러한 과정에서 水質管理는 앞서 수립되어진 목표와 비교하여 일련의 관리사업이 제대로 수행되어졌는지를 판단하게 된다. 그 목표의 달성이 未達되었다고 판단되면 목표수립이후의 단계를 반복하여 실행하게 된다. 여기서 설정한 수질의 목표와 비교하여 사업의 성과여부를 비교평가하여야 할 근거는 곧 수질오염 측정망으로부터 얻어지는 수질자료이다.

위와 같은 과정에 의해 수질오염 측정망의 효과분석이 측정망 운영의 중간중간에 필요하게 된다. Schilperoot와 Groot(1983)등은 수질오염 측정망의 효과를 분석하기 위해 고려되어야 할 문제들을 다음과 같이 제시하였다.

- ◆ 수질오염 측정망의 목적 달성여부의 檢證
 - 이는 현수질의 상태, 경향예측, 기준위반의 頻度 및 모델연구에 의한다.
- ◆ 자료분석등 指示的 방법에 의한 수질오염 측정망 관련 프로세스의 검증
 - 이 검증은 다양한 수질의 특성과 水系의 수 역학적 특성에 따른다.
- ◆ 유용한 정보의 획득을 위한 적절한 데이터의 분석
 - 이 분석은 統計的 概念으로 수질의 변화 및 기준초과 가능성등을 평가할 수 있다.
- ◆ 수질오염 측정망 프로그램의 비용 검토
- ◆ 비용-효과의 분석

2.3 합리적인 수질오염 측정망구성을 위한 인자분석

수질오염 측정망의 설계에서 결정되어야 할 사항은 시료채취지점의 선정, 측정횟수의 결정(수동 측정망인 경우), 측정대상유역의 물리, 화학적인 성질 등이 있다.

2.3.1 시료채취지점의 선정

시료채취지점은 그 설치목적에 만족하도록 다음과 같은 유의사항에 따라 선정할 필요가 있다.

- ① 그 수역의 수질을 대표하는 環境基準點, 또는 이에 준하는 지점.
- ② ①이 어려울 경우 수역의 중요한 지점이나 대표적인 지점을 선택할 것.
- ③ 他설치지점 및 수질오염원의 장래입시 가능성등도 고려할 것.
- ④ 그 수역의 오염 상태나 사회구조의 변화에 따른 산업계 발생원과 生活下水系 발생원을 고려할 것.
- ⑤ 측정기기 데이터의 신뢰성을 유지하고, 시료채취장치 및 수질자동측정 장치등 기기의 보수관리작업이 용이한 장소.

2.3.2 측정빈도의 결정

수동측정망의 경우 측정빈도(조사 빈도)의 標準設定은 매우 중요하다. 이는 일반적으로 대상수역의 수질조건에 결과치와 년간의 수질경향등을 기본으로 하여 가정한다. 조사의 빈도는 비용의 문제와 直結된다. 또한 도출된 자료의 신뢰도나 이용가치는 측정횟수의 빈도와 직접적인 관련이 있다. 따라서 측정횟수의 빈도는 경제적 영향과 기술방법의 차이 및 對象水域등에 따라 좌우되게 된다.

2.3.3 측정대상수체의 특성

수질오염 측정망은 대상수체의 물리, 화학적인 특성에 관련하여 그 수질의 차이가 상당할 수 있다. 즉 수체의 특성에 따라 측정망의 설계는 그 골격을 달리 할 수 있다. <표 2.2>에 수체의 특성과약을 위해 접근하여야 할 사항을 나열하였다.

<표 2.2> 수체의 특성과약을 위한 분류

구분	항목
물리적 조사	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 측정지점의 수심 ▪ 물의 색깔과 투명도, 하천하부의 조도 ▪ 수온, 전도도(또는 염도), 용존산소 ▪ 유속과 흐름의 방향 ▪ 하천의 기상상태(풍속 및 풍향, 기온, 습도, 기압, 일조량, 구름, 강우등) ▪ 지천의 유입과 유출음(수온과 수질을 포함하여) ▪ 파고와 수위
자연 지리학적 조사	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상의 지형학 : 다양한 지점에서의 수심, 해안의 지형학적 분류등. ▪ 하상의 환경 : 하상 구성물질의 분류 ▪ 하상의 표면물질 : 입자크기의 분포, 모래입경의 분류, 미네랄 성분등 ▪ 퇴적층 : 층두께의 분류, 퇴적물등
화학적 조사	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 용존 가스 (O₂, CO₂등) ▪ 영양염류 (N, P등) ▪ 유기물질 (C, COD등) ▪ 무기물질 (Fe, Mn등) ▪ 독성물질 (Cd, Pb등) ▪ 화학적 성분 (PCB, Orp-P, 트리클로로에틸렌등) ▪ 저니에 포함된 물질 (P, N, Mn등)

2.4 한강의 수자원 및 수질현황

2.4.1 한강의 개황

본 연구대상수역인 한강은 지리적으로 서울시를 관통하며 한반도 중심부에 위치하고 있고, 총 流路延長이 481.7km, 流域面積이 34,473.2km²로서 서울 및 수도권 전체의 상수원으로 중요한 역할을 하는 하천이다. 한강은 강원도 평창군 오대산에서 발원한 오대천 및 송천이 방신지역 부근에서 합류하여 서남류하면서 평장강, 제천천, 달천등이 합류하는 남한강과, 휴신선 이북에 위치하고 있는 단발령에서 발원하여 금천강, 영입천, 서양강, 홍천강등 크고 작은 지류들이 합류한 북한강으로 이루어진다. 또한 이들 남북한강이 팔당호에서 합류하여 수도 서울을 貫流하면서 서해로 흘러들어 간다. 서울시 구간에서는 총 34개의 중,소지천이 한강으로 유입하고 있으며, 총배수면적은 1,225.85km²로서 강북이 384.31km²이고 강남이 841.54km²에 이르고 있다. <표 2.3>에 서울시계내에서 한강본류로 유입되는 주요지천을 요약하였다.

<표 2.3> 한강본류로 유입되는 주요지천

하천명	유 입 지 점		하 천 현 황		유역내 행정구역
	위 치	안 별	유역면적 (Km ²)	유로연장 (Km)	
왕숙천	경기도 구리시 도평동	우	276.50	37.00	구리시, 남양주시
성내천	서울시 송파구 신천동	좌	33.56	9.77	강동구, 송파구, 강남시
단 천	서울시 강남구 삼성동	좌	300.95	35.62	강동구, 송파구, 성남시, 과천시
중랑천	서울시 성동구 성수동	우	299.60	34.80	성동구, 중구, 등대문구, 종로구, 중랑구, 성북구, 노원구, 강북구, 도봉구, 의정부시, 양주군
반포천	서울시 동작구 동작동	좌	29.10	7.00	관악구, 서초구, 강남구
홍제천	서울시 은평구 역촌동	우	39.76	12.30	마포구, 서대문구, 종로구, 은평구
안양천	서울시 영등포구 문래동	좌	266.00	32.50	강서구, 영등포구, 양천구, 구로구, 금천구, 동작구, 관악구, 강명시, 안양시, 의왕시, 군포시
창릉천	경기도 고양시 행주외동	우	75.10	22.00	고양시, 은평구

2.4.2 한강의 유역현황

수질오염 측정망의 설계는 구체적인 설계에 앞서 대상수역의 수체특성에 대한 고찰이 이루어져야 함은 앞서 논한 바 있다. <표 2.2>에 나타냈듯이 수체의 특성파악을 위해서는 다양한 항목의 고찰이 이루어져야 한다. 본 절에서는 한강의 수질오염 자동측정망의 구체적인 설계에 앞서 한강의 流域現況을 살펴보았다.

가) 自然環境

대상수역의 자연환경 특성파악은 수질오염 자동측정망을 구성하기 위한 가장 기본적인 사항이라 할 수 있다. 본 연구에서는 기온과 강수량에 대해 살펴보았으며, 이를 위해 과거 30년간의 중앙기상대 자료를 중심으로 분석하였다.

1) 氣溫

서울지역의 기온현황은 長期變動特性을 파악하기 위해 30년간(1954~1991)의 월평균기온을 비교 분석하였고, 단기간의 변동특성파악을 위해 10년간(1983~1992)의 월평균기온을 중심으로 분석하였다. <표 2.4>에서 보는 바와 같이 서울지역의 년평균 기온은 30년간 평균값이 11.5℃, 10년간 평균값이 12.1℃로 약간 상승한 것으로 나타났다. 특히 겨울철의 기온상승을 볼 수 있는데, 이러한 현상은 인구, 건축물의 밀도, 산업의 고도화로 인한 대기오염의 深化로 내기의 온난화현상이 작용하고 있다고 사료되며, 에너지소비량의 증가현상과도 밀접한 관계가 있는 것으로 보인다.

<표 2.4> 한강유역의 기온현황 (단위 : °C)

구분 월	30년간 기온현황(1954-1991년)			10년간 기온현황(1983-1992년)		
	평균	최고	최저	평균	최고	최저
1	-3.8	13.4	-20.2	-2.9	11.2	-19.2
2	-1.3	17.4	-18.6	-0.6	15.9	-15.1
3	4.2	22.0	-11.6	5.2	20.2	-8.2
4	11.3	29.0	-4.3	12.2	29.4	-3.4
5	17.1	32.2	1.8	17.5	31.7	5.8
6	21.2	37.2	8.8	21.9	34.2	10.8
7	24.4	35.1	12.9	24.4	35.4	15.4
8	25.2	36.6	14.6	25.6	36.6	15.7
9	20.3	31.7	-1.8	20.8	31.5	6.3
10	13.8	29.2	-1.8	14.3	27.3	-5.0
11	6.5	23.5	-11.9	5.8	21.9	-9.21
12	-0.4	15.3	-18.5	0.3	14.7	-13.6
평균	11.5	37.2	-20.2	12.1	35.6	-19.2

자료 : 한강하류수질보전 대책연구, 서울시 한강관리사업소, 1993. 12.

2) 降水量

우수는 流出하여 하천에 합류된다. 하천에 합류된 우수는 하천의 유량과 유속에 지대한 영향을 미치게 되며, 이는 하천의 수질환경에 변수로 작용할 수 있다. 특히 우수로 인해 씻겨 들어온 입자능은 하천의 SS(부유물질)농도에 변화를 가져온다. 따라서 대상수역인 한강에 영향을 미치는 서울지역의 30년과 10년 동안의 강수량변화를 살펴보면 <표 2.5>와 같다.

서울지역의 年平均 降水量은 30년간 평균값이 1,256.9mm, 10년간 평균값이 1,416.9mm로 나타나서, 강수량이 과기보다 다소 증가하는 현상으로 조사되었다. 또한 서울지역의 강수량을 보면 여름철인 6, 7, 8월간의 강수 집중도는 30년간의 평균값과 10년간의 평균값이 각각 59.1%, 57.8%로 나타났다. 이는 강우에 영향을 많이 받는 여름철에는 수동 및 자동측정망의 시료채취가 신중하고 합리적인 방법으로 이루어져야 한다는 것을 말해주고 있다.

<표 2.5> 월별 강수량 추세분석

기간 월	30년간		10년간	
	평균(mm)	구성비(%)	평균(mm)	구성비(%)
1	21.6	1.7	24.6	1.7
2	22.0	1.8	27.4	1.9
3	44.9	3.6	53.2	3.8
4	78.8	6.3	59.4	4.2
5	83.7	6.6	92.5	6.5
6	134.8	10.7	139.5	9.8
7	364.8	29.0	382.7	27.0
8	244.2	19.4	297.5	21.0
9	143.8	11.4	199.0	14.0
10	46.5	3.7	52.2	3.7
11	46.7	3.7	60.9	4.3
12	25.1	2.0	27.5	1.9
총량	1256.9	100	1416.5	100

자료 : 한강 생태계 조사연구, 서울특별시, 1994

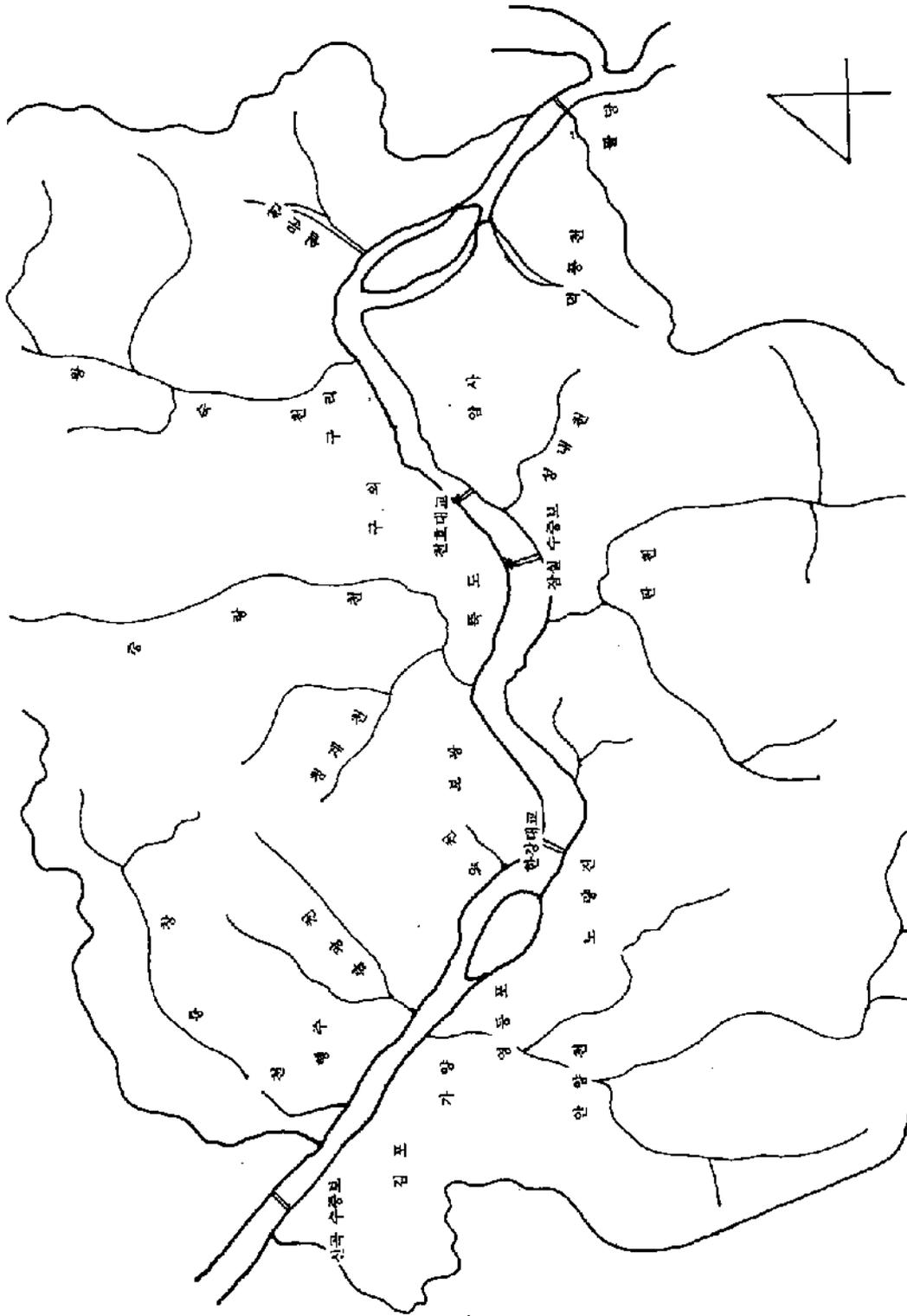
나) 사회환경

1) 배수구역면적

본 연구의 대상지역은 서울시계내 지역과 서울시계외 지역인 월문천유역(남양주시 와부읍), 왕숙천유역(남양주시, 구리시), 중랑천 상류유역(의정부시, 남양주시), 창릉천유역(경기도 고양시), 안양천 상류유역(광명시, 안양시 등), 탄천 상류유역(용인군, 성남시, 과천시 등), 덕풍천(하남시)유역 등을 포함한다<그림 2.4 참조>. 이 유역의 총 배수구역은 <표 2.6>처럼 서울지역의 605.45km²와 그 외 경기도 지역의 1,109.29km²로 총 1,714.74km²이다.

<표 2.6> 한강유역의 배수구역 면적

서울시계내 배수구역	처 리 구 역		면 적(km ²)
	구역명	면적(km ²)	
중랑처리구역	청계배수구역	58.31	
	중랑배수구역	114.60	
	뚝도배수구역	15.35	
	소 계	188.25	
한천처리구역	한천배수구역	73.82	
	성내천배수구역	41.88	
	소 계	115.7	
안양천처리구역	반포천배수구역	35.47	
	감서배수구역	38.09	
	안양천배수구역	102.53	
	노량진배수구역	15.35	
	소 계	191.44	
난지처리구역	창릉배수구역	13.00	
	남광배수구역	29.65	
	충제배수구역	20.74	
	망원배수구역	6.91	
	반포천배수구역	11.31	
	목천배수구역	12.24	
	등산배수구역	16.20	
소 계	110.05		
총 계		605.45	
서울시계외 배수구역	중랑처리 상류구역	경기도 의정부시	81.77
		양주군	28.21
		소 계	109.98
	한천처리 상류구역	경기도 과천시	32.25
		성남시	141.79
		용인군	57.31
		광주군	20.50
	소 계	251.85	
	안양천처리 상류구역	경기도 안양시	58.41
		광명시	38.88
		부천시	8.13
		과천시	3.54
		시흥시	72.98
	소 계	181.94	
	월문천	경기도 남양주시	93.96
덕풍천	경기도 하남시	57.24	
창릉천	경기도 고양군	89.97	
망속천	경기도 구리시	30.02	
	양주군	230.66	
	포천군	63.67	
	소 계	324.35	
총 계		1,109.29	



<그림 2.1> 한강수계 배수구역도

2) 유역별 인구산정

流域別 人口는 대상수역의 오염부하량을 산정하는데 필요하다. 또한 유역별 인구 밀집상태는 유역 오염원의 간접적인 발생량을 예측할 수 있게 한다. 이는 수계의 오염상태를 파악하여 합리적인 수질오염 측정망의 체계구성에 필요하며, 수질오염 측정망의 목적설정에도 중요한 因子가 된다.

유역별 인구 算定은 (식 2-1)에 의해서 산출하였다.

$$\text{유역별 인구} = \frac{\text{배수구역면적}}{\text{전체면적}} \times \text{전체인구} \dots\dots\dots (2-1)$$

유역별 인구는 <표 2.7>처럼 총 13,464,881명 이었으며 그중 안양천유역 인구가 4,910,260명으로 가장 많았고 중랑천유역 인구가 4,069,868명, 탄천유역 인구가 2,138,042명, 난지유역인구가 1,788,851명, 기타지역이 557,860명 이었다. <표 2.8>은 행정구역별 面積 및 人口現況을 나타내고 있다.

<표 2.7> 배수구역별 인구현황 (1993년말 기준) (단위:명)

처리 구역	배수구역	인구	비고 (행정구역명)
중랑천	정계	1,030,659	도봉구, 성북구, 종로구, 동대문구, 중구, 성동구, 노원구
	중랑	2,424,904	도봉구, 동대문구, 성동구, 성북구, 중랑구
	독도	351,139	성동구
	중랑천상류	263,166	경기도 의정부시, 양주군
	소계	4,069,868	
탄천	탄천	838,647	강동구, 송파구, 강남구, 서초구
	성내	536,867	강동구, 송파구
	탄천 상류	816,528	경기도 과천시, 성남시, 용인군, 광주군
	소계	2,138,042	
안양천	반포	831,075	동작구, 관악구, 강남구, 서초구
	강서	474,434	강서구
	안양천	2,185,352	영등포구, 동작구, 관악구, 구로구, 양천구
	노량진	323,253	동작구, 영등포구
	안양천상류	1,096,146	경기도 안양시, 광명시, 부천시, 과천시, 시흥시
소계	4,910,260		
난지	원경	696,479	마포구, 서대문구, 은평구
	홍제	317,814	종로구, 서대문구
	마포	197,437	용산구, 마포구
	육천	340,416	중구, 서대문구, 용산구
	용산	236,705	성동구, 용산구
소계	1,788,851		
기타	월문천	31,143	경기도 남양주시
	덕릉천	11,021	경기도 광주군
	영속천	213,341	경기도 구리시, 남양주시, 포천군
	창릉천	305,355	은평구, 경기도 고양시
	소계	557,860	
총 계		13,464,881	

자료 : '서울통계연보', 1994년, 서울특별시, '한국도시연감', 1993년, 내무부

<표 2.8> 행정구역별 면적 및 인구현황(1993년말 기준)

구분	행정구역명	총면적 (km ²)	배수구역면 적(km ²)	인구 (명)	배수구역인 구(명)	비고	
서울 시 계	종로구	24.01	전면적	222,423	전인구	서울 전지역과 의정부, 과천, 성남, 안양, 광명, 구리의 경우 총 인구, 총 면적이 배수구역 면적, 배수구역인구와 동일	
	중구	9.99		167,383			
	용산구	21.86		276,439			
	성동구	33.95		767,976			
	동대문구	14.77		459,000			
	중랑구	18.13		460,157			
	성북구	24.30		514,250			
	도봉구	44.55		780,472			
	노원구	35.63		588,188			
	은평구	29.67		512,196			
	서대문구	17.69		381,905			
	마포구	23.86		422,406			
	양천구	17.57		499,848			
	강서구	41.42		474,434			
	구로구	32.80		724,230			
	영등포구	24.44		445,221			
	동작구	15.37		440,361			
관악구	29.65	590,442					
서초구	47.35	410,719					
강남구	39.15	566,379					
송파구	33.78	685,261					
강동구	24.44	535,785					
	소계	605.38	605.38	10,925,465	10,925,465		
서울 시 계 외	의정부시	81.86	전면적	254,709	전인구	좌향의 시 ·군이 차 지하는 한 강유역 적비율(%)	
	과천시	35.82		71,216			
	성남시	141.76		730,715			
	안양시	58.40		589,002			
	광명시	38.87		341,588			
	구리시	30.10		127,414			
	부천시	52.17	8.13	724,580	112,885		15.58
	양주군	303.44	28.21	88,559	8,233		9.30
	용인군	591.90	57.31	182,806	17,700		9.68
	광주군	431.66	77.74	83,117	14,969		18.01
	시흥시	131.42	72.98	128,586	71,406		55.53
남양주시	419.35	324.42	139,293	107,757	77.36		
고양시	266.46	89.97	244,755	82,641	33.76		
포천군	808.45	63.67	119,028	9,374	7.88		
소계	3,391.63	1,109.24	3,825,168	2,539,609			
총 계	3,997.01	1,714.62	14,750,633	13,465,074			

자료 : 서울통계연보, 1994년, 서울특별시

한국도시연감, 1993년, 내무부

3) 유역별 가축사육현황

유역별 家畜飼育現況은 인구산정법과 동일한 방법으로 산정한 결과 1992년 말 기준으로 총 6,782,424마리로 나타났다. 이중 중랑천유역이 3,444,041마리로 가장 많았으며, 탄천유역이 1,240,779마리, 난지유역이 497,539마리, 안양천유역이 450,256마리로 나타났다. 가축사육현황을 나타내면 <표 2.9>와 같다.

<표 2.9> 배수구역별 가축사육현황

(단위:마리)

처리구역	배수구역	가 축			
		소	돼 지	닭	소 계
중랑천	청계	5,992	170,579	657,441	834,012
	중랑	5,017	142,826	550,477	698,320
	독도	12,284	349,733	1,347,928	1709,945
	중랑천상류	4,004	13,545	184,215	201,764
	소 계	27,297	676,683	2,740,061	3,444,041
탄천	탄천	18,508	244,213	-	252,721
	성내	23,110	663,309	-	686,419
	탄천상류	4,211	24,470	272,958	301,639
	소 계	35,829	931,992	272,958	1,240,779
안양천	반포	-	-	-	-
	감서	-	-	-	-
	안양천	6,942	399,767	-	406,709
	노량진	-	-	-	-
	안양천상류	8,096	10,341	25,110	43,547
소 계	15,038	410,108	25,110	4,502,56	
난지	불광	-	-	-	-
	홍제	-	-	-	-
	양원	-	-	-	-
	마포천	-	-	-	-
	홍천산	3,574	101,761	392,204	497,539
소 계	3,574	101,761	392,204	497,539	
기타	일문천	3,817	7,438	165,930	-
	덕동천	983	4,316	117,505	-
	왕숙천	12,363	29,961	670,230	-
	창동	3,234	20,509	113,523	-
	소 계	20,397	62,224	1,067,188	1,149,809
총 계		102,135	2,182,768	4,497,521	6,782,424

자료 : '전국농계연감', 1994년, 한국도시행정연구소

2.4.3 한강의 수자원 현황

수질오염 측정망의 구성에는 대상수역의 地理學的 調査가 선행되어야 함은 전술한 바 있다. 특히 수위, 수심 및 유속은 측정망의 구성에 큰 영향을 준다. 또한 유역의 용수현황과 주요 폐수배출업소 및 발생량의 산정은 장래 하천의 오염도를 예측할 수 있게 한다. 본 절에서는 한강의 河床構造 및 각종 용도의 용수현황을 살펴보았다. 한강종합개발후 한강의 水域特性現況은 <표 2.10>에 나타내었다.

<표 2.10> 한강종합개발후의 수역별 특성

수역별	구간 (km)	하상고 (m)	수허복 (m)	수위 (m)	* 수심 (m)	담수능 (10 ³ m ³)	유하 시간 (hr)	평균 유속 (m/s)
팔당호	0	-	-	-	6.7	244000	-	
팔당호 ~ 위키힐 전	18	-6.6 ~ -4.5	-	-	-	-	-	약 0.3
위키힐 전 ~ 잠실대교	2.25	-0.5 ~ -1.5 (0.5)	757	6.31	6.26	10,660	14.4	0.04
잠실대교 ~ 성수대교	5.25	-2.0 ~ -0.0 (-1.0)	569 ~ 695 (632)	2.82	3.82	12,670	17.1	0.09
성수대교 ~ 등호대교	3.75	-3.0 ~ -0.0 (-1.5)	519 ~ 755 (687)	2.71 ~ 2.73 (2.72)	4.22	10,870	14.7	0.07
등호대교 ~ 한강대교	3.00	-3.0 ~ -0.5 (-1.7)	592	2.56	4.26	7,570	10.2	0.08
한강대교 ~ 양화대교	6.25	-5.0 ~ 0.0 (-2.5)	752 ~ 955 (854)	2.66 ~ 2.68 (2.67)	5.17	27,600	37.2	0.05
양화대교 ~ 신곡수중보	12.50	-3.0 ~ 0.0 (-1.5)	1062	2.66	4.16	55,200	74.5	0.05
계	51	-	-	-	-	124570	106.0	0.05

주) * 성수대교하류 하상고를 불균일 상태를 고려 2m 올려 계산함.

** 팔당호의 담수능 제외

자료 : 한강생태계조사연구, 서울시, 1994

가) 生活用水現況

1) 給水現況

서울시내 급수대상 인구는 1992년말 기준으로 10,970천명이고 이중 급수인구는 10,964천명으로 급수보급율은 99.9%를 보이고 있다. 총 생산능력은 619만톤/일이고, 1일 1인당 급수량은 457L로 1986년의 390L에 비해 14.7% 증가하였다.

그러나 유수율은 1993년 기준 62.1%에 그치고 있어 생산량의 37.3%이상이 부수율로 나타나고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 연도별 급수현황은 <표 2.11>과 같다.

2) 淨水事業所別 生産現況

서울시의 상수공급을 위한 정수사업소는 1994년 말 현재 9개가 있으며 총 시설용량은 1일 평균 619만톤이며, 1년에 1,834백만톤을 생산하고 있다. 각 정수장의 평균 가동율은 80.97%, 1일 평균 생산량은 501만톤이었다. 각 정수장별 현황은 <표 2.12>와 같다.

3) 漢江木流區域의 取水現況 및 將來計劃

본 연구기간인 한강본류(팔당담하류) 구간내의 주요 취수현황 및 장래계획은 <표 2.13>과 같다. 1993년말 현재 팔당담 하류에서부터 잔실수증보까지의 취수량은 55.57 m³/sec 이었으며 2001년에는 93.75 m³/sec에 이를 것으로 계획되고 있다.

<표 2.11> 서울시의 급수현황

구분 년도	총인구 (천인)	급수인구 (인)	보급율	일생산능력 (만m ³ /일)	생산량 (만m ³ /일)	1인 1일 급수량(L)
1987	9,991	9,810	98.2	472	392	399
1988	10,287	10,169	98.8	397	422	415
1989	10,577	10,507	99.3	497	448	426
1990	10,628	10,586	99.6	522	434	457
1991	10,905	10,899	99.9	565	493	452
1992	10,970	10,964	99.9	619	-	457

자료 : 서울 통계연보, 1993

<표 2.12> 서울시 정수사업소별 시설현황

구분 사업소	시설용량		생산량		평균가동률		1일 평균생산량	
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
단위	천톤/일	천톤/일	백만톤	백만톤	%	%	천톤	천톤
계	5650	6190	1799	1834	87.24	80.97	4929	5012
광압	1000	1000	321	294	88.00	90.40	880	804
암사	1320	1320	387	425	80.30	88.03	1060	1162
구의	1130	1130	380	356	92.03	86.19	1040	974
죽도	500	1000	203	213	111.20	58.10	556	581
보광동	300	320	108	108	98.33	91.88	295	294
노량진	300	300	99	96	90.33	87.53	271	262
영등포	600	600	133	184	61.00	83.83	366	503
선유	400	400	133	123	91.00	84.25	364	337
신월	100	120	35	35	97.00	79.17	97	95

자료 : 서울시 상수도사업본부기초통계, 상수도사업본부, 1993

<표 2.13> 한강분류구간의 주요 취수현황

(단위 : m³/sec)

구분	1993	1996	2001	2011
강북취수장	-	5.76	17.36	23.15
암사취수장	15.28	18.75	30.09	30.09
구의취수장	13.08	13.08	10.42	10.42
성남취수장	-	3.47	3.47	3.47
인천취수장	-	8.10	8.10	8.10
일산취수장	1.74	1.74	1.74	1.74
품남취수장	8.10	8.10	8.10	8.10
자양취수장	15.05	15.05	12.15	12.15
청담취수장	1.16	1.16	1.16	1.16
영등포취수장	1.16	1.16	1.16	1.16
계	55.57	76.40	93.75	99.54

자료 : 서울시 상수도 기본계획 보고서 (1992.5 서울특별시)
 한강하천 유지유량 조사연구 보고서 (1990. 1 한국수자원공사)
 서울시 시정자료(1990)
 서울시, 인천시, 성남시 취수장 이설 보고서

나) 工業用水現況

한강에서의 공업용수 취수현황은 1994년 현재 27개 업체에 日取水量은 67,000m³/일로 이중 구로수출공단이 18,000톤/일로 가장 많이 취수하고 있으며, 그밖에 방림방적의 취수량이 16,000톤/일이고 기타 업체에서 100톤/일~5,300톤/일을 취수하고 있다. 자세한 현황은 <표 2.14>에 나타내었다.

<표 2.14>공업용수 취수현황 (1994년 기준)

업 소 명	소 재 지	계 약 량	제 품	비 고
정공사	영등포 3가 15	100	합 금	
쌍방울	양평 3가 47	100	섬유제조	
롯데삼강	문래 6가 2	1,500	제 과	
세강철강	문래 6가 16	100	철 단	
남영나일론	문래5가 10	100	의류제조	
대중화학	당산 2가 10	100	화공약품	
방림방적	당산 3가 54	12,000	방 직 업	
대선제분	당산 3가 9	300	소맥제조	
동양맥주	영등포1가 582	4,000	맥 주	
조선맥주	영등포1가 640	5,000	맥 주	
서울마원	도림동 629	2,500	사 료	
롯데칠성	양평5가 119	200	제 과 업	
롯데제과	양평4가 15	2,300	제 과 업	
세원플라스틱	양평3가 15	100	플라스틱	
양지산업	양평3가 59	100	도 금 업	
제일유니버설	문래5가 4-1	500	호모제조	
조흥화학	신도림동 306	5,300	화학약품	
한국타이어	신도림동 365	3,000	타 이 어	
삼영화학	신도림동370-1	1,300	플라스틱	
종근당	신도림동470	1,600	의 약 품	
제일제당	구로동 636	500		
수출공단	구로동 1825	18,000		
대한중기	신도림동 436	2,000	정수제조	
두산식품	독산동 310-12	3,000	음 료 수	
대한전선	독산동738	400	전 선	
백광화학	고척동 산 55	500	화공약품	
동부제강	오류동 123	2,000	철 제 조	팔당원수
계		67,000톤/일		

자료:서울시 상수도 사업본부, 1994

다) 農業用水 현황

본 대상구역내의 농업용수 取水量은 경기도내의 농업용수 공급량으로서 4월 중순에서 9월초까지 용수를 공급하고 있다. 이 중 상류경기도지역의 취수량은 전체의 5%에 불과하며 나머지 95%인 $42.3\text{m}^3/\text{sec}$ 은 한강하류지역인 행주대교에서 신곡수중보사이의 구간에서 취수하고 있다. 현재 한강변에서의 농업용수 취수현황은 <표 2.15>와 같다.

<표 2.15> 농업용수 취수현황

시설명	소재지			취수량 (m^3/sec)
	시·도	구·시·군	등·리	
참 우	경 기	하 남	참 우	1.6
도 곡	경 기	남양주	도 응	0.048
삼패 제1	경 기	남양주	삼 패	0.729
삼패 제2	경 기	남양주	삼 패	0.027
염 참	서 울	강 서	염 참	1.057
행 주	경 기	고 양	신주의	9.9
신 곡	경 기	김 포	신 용	33.33
계				46.691

자료 : 한강 하천 유지유량 조사연구 보고서, 1990, 한국수자원공사

라) 한강수계의 流入, 流出特性

수역의 지천유입과 하류 및 취수 등의 유출특성을 파악하는 것은 그 수역의 수질과 수리적 조건을 개괄적으로 표현해주는 정보이다. 이를 위해서는 수역 상류, 각 지천 및 처리장의 방류등으로 인한 유입량과 각 취수장과 하류로의 유출량 등을 한눈에 볼 수 있는 수역의 물收支 분석이 필요하다. 본 절에서는 합리적인 수질오염 측정망의 구성에 유용한 정보인 수역의 유입 유출특성을 관당담부터 신곡수중보 사이의 관당 방류량 및 지천등의 유입량을 물수지로 분석함으로써 파악하여 보았다.

1) 한강분류 물收支분석

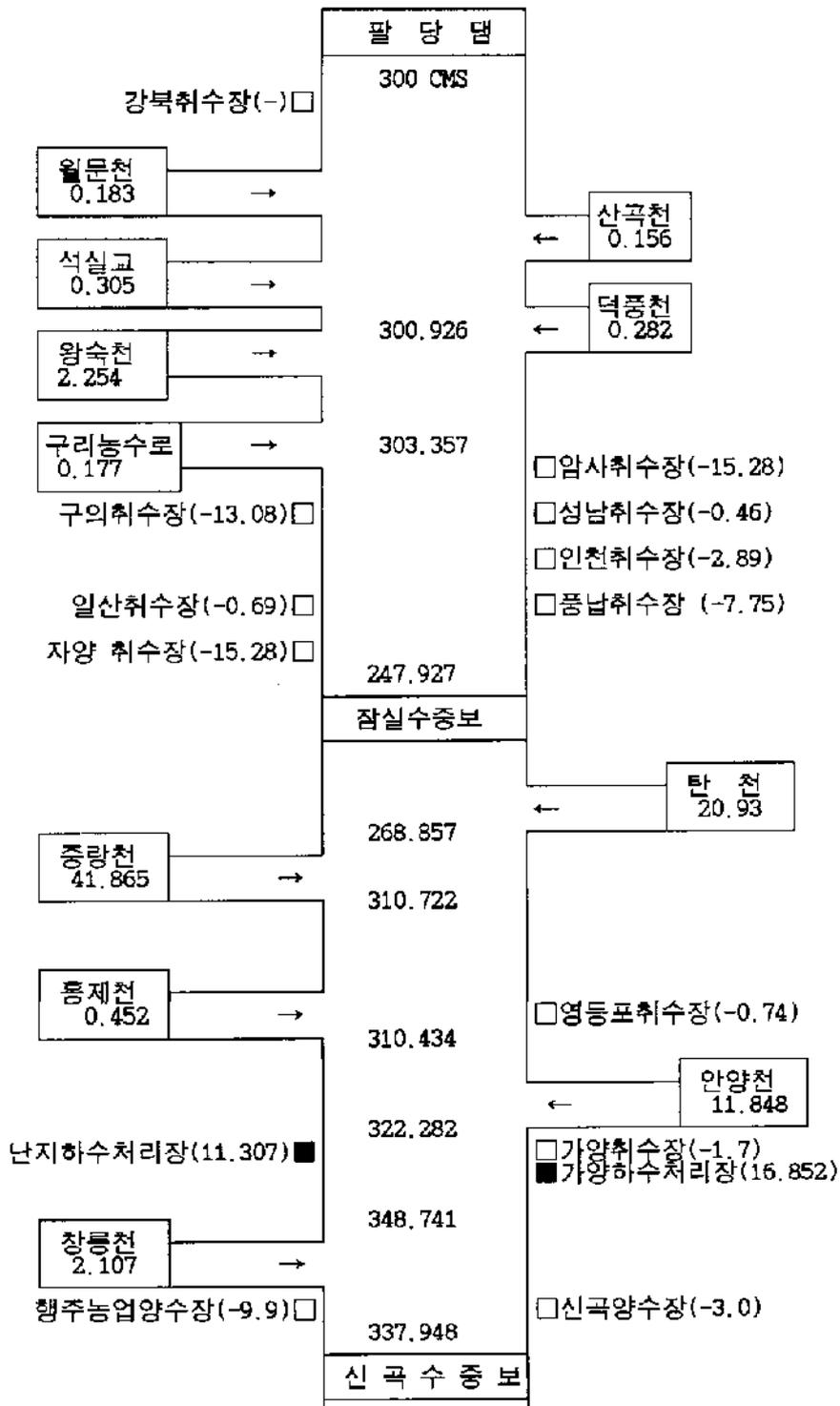
수질측정망의 설계시 대상수역의 수위, 유속 및 수량등은 기본적인 조사대상이다. 이 조사를 위해서는 각각의 접근이 이루어진 수 있지만 대상수역의 전체 물收支를 분석함으로써 광범위하고 타당성있는 水域의 특성을 파악할 수 있다. 본 연구대상수역인 한강의 수량은 주로 팔당방류량에 의하여 결정되며 또한 주요 유입지천의 유입량에 따라 유량이 약간의 영향을 받기 때문에 이들의 물收支를 고려하였다. 이러한 영향의 파악으로 합리적인 수질오염 측정망의 목적 및 지점이 선정될 수 있으며, 개략적인 長期方案도 검토될 수 있다. <그림 2.5>는 한강분류구간의 물收支에 관한 분석도이다.

2) 팔당방류량 분석

팔당방류량이 연중 한강수계에 미치는 효과를 분석하기 위해 1994년 1월 1일부터 10월 31일까지 시간별 자료를 분석하였다. 時間別 資料는 <표 2.16>에, 日平均資料는 <표 2.17>에 종합하였다.

팔당방류량이 수질에 미치는 영향은 방류량이 많아지면 편차는 있으나 대체적으로 보아 희석효과를 나타내어 오염물질함량을 다소 낮추는 효과를 나타내고 있다.

<표 2.16>에서 처럼 하루중 시간에 따른 변화는 일정한 경향을 보이지 않았으나, 방류량이 200CMS보다 낮은 2, 3, 4월에는 거의 일정하였다. 일평균 방류량중 최대방류량은 1994년 7월 1일에 3,581 CMS로, 최소방류량은 1994년 3월 14일에 148.2 CMS로 나타났다. 평균값은 7, 8월에 530~740 CMS 정도로 비교적 높게 나타났고 1, 2월에 150CMS로 가장 낮았으며 기타 월에는 180~300 CMS 정도였다.



<그림 2.5> 한강분류 물수지분석도

<표 2.16> 시간별 평균 관남방류량(1994년)

(단위: CMS)

\월 시간	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
1	151.4	153.7	180.6	212.8	205.1	685.5	434.0	272.8	345.6	289.5
2	150.8	151.1	179.7	200.0	204.9	680.2	403.7	258.3	349.1	281.0
3	150.7	150.3	179.2	199.5	201.4	666.2	364.7	241.8	351.1	271.5
4	150.8	150.5	179.8	203.7	200.3	654.7	354.9	239.7	347.2	269.0
5	149.7	150.7	180.0	237.2	196.9	647.4	388.3	257.6	355.6	278.3
6	150.9	150.7	180.0	244.7	206.8	649.6	434.0	258.1	363.6	286.9
7	151.2	150.7	181.0	249.3	214.8	699.0	473.2	257.5	367.6	299.9
8	150.0	149.9	179.4	249.0	224.9	719.7	500.8	254.9	365.6	306.5
9	148.6	148.9	179.8	272.8	234.9	731.1	556.8	255.1	377.5	319.2
10	149.6	159.8	181.4	285.3	238.0	779.6	623.4	257.7	388.8	338.0
11	150.9	163.6	196.6	291.5	235.8	841.3	651.8	267.2	389.8	353.8
12	150.0	162.0	197.2	300.4	225.8	869.1	644.0	263.8	376.6	355.5
13	149.8	149.6	197.6	272.0	228.0	842.6	603.0	261.2	375.1	341.7
14	149.3	148.2	196.0	300.0	217.2	833.3	621.6	274.3	366.0	346.3
15	149.0	151.0	190.0	305.5	234.9	867.9	661.8	270.6	362.8	357.9
16	149.3	149.0	180.3	305.5	245.1	811.5	669.3	265.1	362.5	350.8
17	148.5	148.7	180.7	278.4	241.5	771.8	656.8	260.1	366.2	339.5
18	149.1	153.5	180.8	251.1	214.8	749.2	609.0	253.4	390.6	323.5
19	149.7	157.0	178.2	228.6	214.2	731.2	591.0	264.2	424.2	317.5
20	150.0	167.4	179.5	228.5	217.1	729.3	561.2	272.5	417.4	316.3
21	149.8	157.6	180.2	234.8	210.1	719.4	530.4	272.0	389.6	309.8
22	150.1	154.0	180.6	224.5	213.6	709.0	518.5	270.7	369.4	305.5
23	150.3	153.3	181.4	219.1	215.0	685.9	494.9	268.3	354.4	298.8
24	150.1	156.3	183.2	220.2	218.0	674.0	491.6	264.7	356.5	297.5
평균	150.1	153.6	183.5	250.6	219.1	739.5	534.9	261.7	371.8	314.8
최대	151.4	167.4	197.6	305.5	245.1	869.1	669.3	274.3	424.2	355.5
최소	148.5	148.2	178.2	199.5	196.9	647.4	354.9	239.7	345.6	271.5

<표 2.17> 일별 평균 팔당방류량(1994년)

(단위: CMS)

\월 일	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
1	149.9	180.3	170.2	200.2	91.5	3581.3	340.7	683.3	140.3	674.7
2	150.1	180.0	170.2	200.3	250.0	2621.0	714.0	630.4	139.8	614.5
3	149.5	179.5	170.3	200.3	250.1	666.5	340.3	569.8	-	315.8
4	150.3	150.3	170.2	199.9	249.9	643.4	509.3	589.5	139.5	332.8
5	150.1	150.2	170.2	196.1	249.8	629.5	297.5	470.3	140.3	289.2
6	150.3	150.3	170.3	200.2	250.0	1129.0	184.5	316.3	140.0	318.9
7	149.7	154.4	170.4	185.4	246.5	1204.8	192.7	265.9	140.1	321.2
8	150.0	150.2	266.5	184.8	250.3	1315.2	334.2	200.5	140.4	356.5
9	150.0	150.3	170.2	185.3	250.4	795.9	249.6	267.7	140.1	277.4
10	150.1	170.0	170.4	185.3	250.1	897.3	390.8	200.4	140.3	301.8
11	150.4	149.8	169.7	184.9	199.8	792.7	356.4	198.7	176.6	275.3
12	150.2	149.6	173.5	184.9	201.3	812.9	332.0	200.3	837.7	275.6
13	150.1	149.8	169.7	185.4	200.3	656.2	444.4	200.3	840.5	269.5
14	150.0	150.1	170.2	185.0	200.1	595.5	252.8	180.0	483.0	235.5
15	149.5	150.2	170.0	243.4	199.7	647.0	183.8	179.6	335.6	240.4
16	149.6	149.7	190.3	300.3	201.0	650.1	213.3	179.8	652.6	254.3
17	150.3	150.0	189.7	300.3	200.4	596.3	388.4	180.4	1148.9	269.5
18	149.8	150.0	190.3	300.2	200.2	602.4	581.2	180.0	507.5	294.3
19	150.4	150.2	190.4	300.0	200.1	572.3	447.3	179.8	448.8	273.8
20	150.1	149.6	190.3	299.6	200.0	505.3	286.6	179.3	-	245.1
21	150.1	149.7	190.2	250.1	196.0	496.7	226.9	180.4	-	230.0
22	149.8	150.2	189.9	250.7	200.3	442.8	198.0	180.3	-	220.2
23	149.9	149.6	189.8	250.1	184.9	324.1	180.5	179.7	-	201.1
24	149.7	149.5	190.7	373.9	185.0	200.0	180.1	180.0	-	201.1
25	150.0	150.4	190.0	360.1	184.6	325.1	180.4	179.4	-	215.0
26	149.8	150.1	190.2	451.3	184.8	251.9	207.8	179.9	-	220.7
27	150.4	149.8	190.3	346.8	185.2	320.5	314.3	180.1	-	229.7
28	149.5	150.0	189.8	277.8	184.7	175.8	458.4	179.8	-	220.7
29		149.5	189.9	250.5	230.7	170.3	4247.0	180.2	-	774.0
30		149.5	190.4	274.8	496.2	149.9	2183.8	180.1	-	517.8
31		150.4		260.3		153.9	1167.0		-	432.9
평균	150.0	153.7	183.5	250.6	219.1	739.5	3534.9	261.7	-	319.2
최대	150.4	180.3	266.5	451.3	496.2	3581.3	4247	683.3	-	774.0
최소	149.5	149.5	169.7	184.8	91.5	149.9	180.1	179.3	-	201.1

주 : - 미측정 자료임

나) 토지이용 현황

토지이용 現況은 경작(전답)지, 공장용지, 임야, 주거, 기타(도로, 雜種地)등으로 구분하여 표시하면 <그림 2.6>과 같다.

유역이용 실태를 몇개의 수역으로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

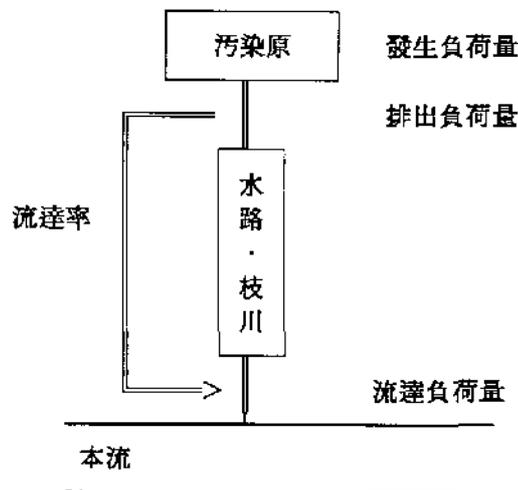
- ① 팔당호 流域 : 북한강 및 남한강 수로를 중심으로 좌우에 농경지 및 주거지가 넓게 분포하며 대부분은 임야지이다.
- ② 팔당호~잠실 수중보 流域 : 구리, 미금, 하남, 의정부 등 주거지와 임야 및 생산공장이 산재해 있기는 하나 면적은 넓지 않고, 대부분의 토지는 농경지로 이용되고 있다. 이 유역은 90년도와 비교해보면 가장 변화가 많은 지역이다. 즉, 구리시, 하남시의 주거인구가 늘어감에 따라 많은 농경지가 주거지로 전환되었다.
- ③ 잠실 수중보~성산대교 流域 : 수로변에 연하여 공장이 산재하고 있는 인구밀집지이며 외곽은 임야 농경지로 활용되고 있다.
- ④ 성산대교~신곡수중보 流域 : 공장지대, 주거지, 임야가 부분적으로 산재하고 있기는 하나 대부분의 면적은 농경지로 이용되고 있다. 특히 이 유역에는 배림이 완료된 난지도 쓰레기 매립지가 있어 수질 및 생태계 저해요인이 되고 있다. 또한 일산 신도시 건설 및 고양시의 擴充으로 많은 농경지가 주거지로 개발, 이용되고 있다. 대체적으로 보아 잠실 수중보에서 성산대교간 유역은 주거·공장지로 이용되고 있으며 상류는 임야가, 하류역은 농경지가 절대 우세한 이용현황을 나타내고 있다. 90년과 비교하면 상하류역의 農耕地가 다소 줄고 주거지로 개발되는 변화가 나타나고 있다고 보여진다. 앞으로 농경지 감소 및 주거지 증가현상은 계속될 것으로 예상된다.



<그림 2.6> 토지이용현황

2.4.4 한강수계 오염부하량 평가

汚染負荷量의 산정은 수역의 수질상태와 장래 계획에 있어 필수적인 요소이다. 오염부하량의 평가에 따라 수질오염 측정망의 목적이 합리적으로 수립될 수 있으며, 장기적인 수질개선책을 수립하는데도 중요한 정보로 활용된다. 본 연구에서 오염부하량은 주요 오염원이 되고있는 生活下水, 工場廢水, 畜産廢水의 점오염원과 토지이용에 따라 발생하는 비점오염원으로 구분하여 각 汚染源에 대한 현재 및 장래 부하량을 기 분현을 이용하여 측정망의 설계에 유용한 자료로 제공하였다. 점오염원별 발생오염부하량은 정화조, 하수처리장, 공장의 처리시설, 축산폐수처리장과 같은 처리시설에서 처리를 받아 감소되어 수로 지천에 배출된다. 이렇게 처리시설을 거쳐 감소된 부하량은 排出負荷量이라 부르는데, 현재 및 장래의 배출부하량은 하·폐수처리시설과 장래의 增設計劃에 따라 산정하였다. 부하량간의 관계를 도식화하면 <그림 2.7>과 같다.



<그림 2.7> 부하량의 발생개념도

가) 하·폐수발생량

1) 生活下水

생활하수는 가정하수와 영업하수 및 지하수등으로 구분되는데 생활하수의 전
과 양은 그 지 역의 생활수준, 토지이용, 가옥형태 등에 따라 달라질 수 있다.
가정하수량은 '서울市 下水道 基本計劃 再整備'를 이용하여 각 계획구역별, 배
수구역별 현재 및 장래의 생활하수발생량을 <표 2.18>에 수록하였다.

• 하수발생량 = 계획인구 × 생활하수량 원단위

<표 2.18> 한강수계 생활하수발생량 (단위 : m³/일)

배수구역		1993년	1996년	2001년
월문천		5,566	6,300	7,088
덕풍천		20,010	25,600	38,220
망속천		687,230	82,496	106,750
성내천		261,470	290,310	318,496
탄천	탄천분구	308,070	374,774	444,714
	탄천상류	189,750	275,040	354,510
	계	497,810	649,804	799,224
중랑천	청계, 중랑, 독도	1,128,200	1,310,592	144,855
	중랑천 상류	640,360	85,505	120,400
	계	1,192,200	1,396,097	1,568,455
반포천		211,720	278,280	348,786
육천		103,160	113,950	119,333
봉원천		170,300	167,168	222,490
망원천		394,490	43,877	50,240
북평천		216,260	239,010	271,150
안양천	안양천, 노량진	868,010	975,664	1,089,946
	안양천 상류	248,210	313,927	449,400
	계	1,116,200	1,289,591	1,539,346
마곡천		106,950	146,444	186,340
창릉천	구파발, 진관	10,080	10,125	13,056
	경기도 고양시	13,108	17,680	24,150
	계	23,188	27,805	37,206
합 계		4,033,100	4,776,742	5,613,124

2) 工場廢水

국내 폐수배출시설 실태를 보면 폐수배출시설을 설치한 업체수가 1980년 3,894업소에서 '88년에는 9,522업소로 9년동안 약 2.9배가 증가하였다. 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 보여 수질환경의 개선을 위해서는 폐수배출시설관리의 효율적 방안이 요구되고 있다.

본 연구에서는 환경부에서 발간한 「'93 廢水排出業所 명단」을 이용하여 한강에 부하를 주는 폐수배출업소의 수와 배출량을 조사해 보았는데 그 결과는 <표 2.19>와 같다. 한강의 상수원에 비교적 큰 영향을 주는 왕숙천으로 배출되는 폐수배출업소수는 64개 업소로 나타났고 실질적인 업소수는 이보다 많은 것으로 추정된다.

3) 畜産廢水

축사로부터 발생하는 축산폐기물은 대부분이 야적 또는 간이저장시설에 보관되어 있고 처리장이 있는 곳도 제대로 가동되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 야적물질이 자연유하되거나 土壤浸透되어 하천 및 지하수의 오염원이 되고 있다. 더구나 축산폐수는 오염물질의 농도가 높기 때문에 인근 하천 및 수자원을 크게 오염시킨다. 1993년의 가축에 의한 축산폐수량을 조사해 보면 <표 2.20>과 같다.

1993년 현재 가축폐수 부하량이 가장 많은 구역은 왕숙천으로 가축에 의한 폐수발생량이 1,680m³/일이고 또한 한강 전체 排水區域의 축산폐수발생량은 4,521m³/일이다.

<표 2.19> 왕숙천 및 한강으로 배출되는 폐수의 량 및 업소수

업종별	왕숙천			서울	
	업소수 (개)	폐수발생량 (m ³ /a)	방류량 (m ³ /a)	업소수 (개)	폐수발생량 (m ³ /a)
계	64	7,613	6,728	2,575	112,685
산업용화학제품	2	11	3	14	2,104
기타화학제조제품	6	113	75	18	2,207
고무제품·프라스틱	4	12	10	8	2,162
제1차금속제조업	0	0	0	16	3,995
가공금속·기계장비	7	158	156	97	3,689
석유정제업	*	*	*	0	0
가죽·모피제품제조	3	260	262	0	0
식품제조업	8	734	706	35	45,335
해산물판매장	*	*	*	2	1,208
음료제조업	2	915	925	8	11,232
섬유제조업	10	1,994	1,687	41	19,104
종이·담배제조업	2	2,709	2,745	5	3,504
비금속광물제품	18	551	3	28	1,122
운수시설·장비수선	*	*	*	8/7	4,779
세탁업	1	12	12	28	2,389
석탄광업	*	*	*	0	0
금속광업	*	*	*	0	0
기타광업	*	*	*	1	40
인쇄·출판업	*	*	*	451	493
사진처리업	*	*	*	810	679
사회서비스업	0	0	0	123	7,942
전기업	0	0	0	2	673
폐수처리업	*	*	*	0	0
기타	1	144	144	1	28

자료 : '93 폐수배출업소 명단, 환경부, 1994

* 주로 지천의 상류나 하류, 구로공단등에 밀집되어 있다.

<표 2.20> 가축에 의한 폐수발생량(1993년)

폐수구역		가축류(두)			폐수발생량 (g/일)
		소	돼지	닭	
월문천		5576	2493	19318	254
덕풍천		3747	4491	217380	206
왕숙천		33698	26580	816474	1680
성내천		218	-	433	9
판 천	판천본류	491	335	1785	24
	판천상류	9579	12502	708790	539
	계	10070	12837	710575	563
중랑천	청계, 중랑, 독도	87	-	32761	3
	중랑천상류	7305	14846	664897	481
	계	7482	14846	697658	484
반포천		167	140	797	8
육 천		-	-	40	0
봉원천		-	-	207	0
양원천		-	-	86	0
불광천		-	65	159	1
안양천	안양천, 노량진	502	1250	12543	36
	안양천상류	18513	18995	144421	978
	계	19015	20245	156964	1014
마곡천		381	508	12066	22
창릉천	구파발, 진관	-	43	-	1
	경기도 고양시	4195	8818	73456	278
	계	4195	8861	73456	279
합 계		84549	91066	2705613	4521

자료 : '한강수질관리 효율화 방안 연구', 서울시정개발연구원, 1994. 12

나) 한강수계 排出汚染負荷量 산정

폐수구역에 따른 오염부하량을 하수처리하지 않은 경우, 하수를 현상태로 처리한 경우, 하수처리장을增设한 경우로 구분하여 <표 2.21~22>에 나타내었다.

<표 2.21> 배출오염부하량 총산정(하수 미처리시)

(단위 : kg/일)

배수구역	1993년			1996년			2001년			
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	
서울시 상류	월문천	3,191	888	137	3,341	967	151	3,807	1,152	177
	덕동천	6,926	1,319	242	8,465	1,542	290	10,617	1,908	360
	왕숙천	2,2860	3,854	795	2,7839	4,635	890	33,586	5,638	1,080
	소 계	34,995	6,381	1,175	39,645	8,144	1,331	48,010	8,698	1,617
서울시 본류 구간	탄 천	145,620	18,188	4,360	179,216	21,400	5,143	213,628	24,123	5,790
	중랑천	226,551	29,622	6,682	255,581	33,309	7,544	290,407	36,902	8,284
	만양천	291,030	42,838	9,180	328,451	47,456	10,201	392,055	54,765	11,670
	불광천	92,341	11,091	2,709	98,777	11,618	2,839	108,802	12,104	2,956
	소 계	755,540	101,740	22,932	862,025	113,783	25,727	1,004,892	127,894	28,700
기타	창릉천	8,011	1,060	233	8,896	1,166	257	10,507	1,357	299
총 계	798,540	109,180	24,342	910,566	122,093	27,315	1,063,409	137,949	30,616	

<표 2.22> 배출오염부하량 총산정(현상태 처리시)

(단위 : kg/일)

배수구역	1993년			1996년			2001년				
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P		
서울시 상류	월문천	3,191	888	137	3,341	967	151	3,807	1,152	177	
	덕동천	5,522	1,248	225	7,061	1,471	275	9,213	1,837	310	
	왕숙천	19,331	3,694	694	22,293	4,156	789	28,040	5,159	979	
	소 계	28,045	5,831	1,058	32,695	6,594	1,215	41,060	8,148	1,466	
서울시 본류 구간	탄 천	87,254	14,042	3,371	120,730	17,241	4,295	155,387	19,978	4,917	
	중랑천	119,310	21,916	5,060	148,836	25,603	5,922	183,861	29,196	6,661	
	만양천	159,030	18,517	3,186	181,872	21,487	3,800	216,211	25,936	4,552	
	불광천	19,194	1,894	442	19,444	1,995	465	19,098	2,106	488	
	난지 하수처리장	46,388	8,271	2,039	51,566	8,641	2,137	58,308	8,998	2,222	
	가양 하수처리장	94,349	21,788	5,371	104,832	23,283	5,739	122,304	25,844	6,381	
	소 계	525,520	86,429	19,472	627,280	98,250	22,358	755,069	112,058	25,221	
	기타	창릉천	8,011	1,060	188	8,896	1,166	257	10,507	1,357	299
	총 계	561,580	93,322	20,719	668,871	106,010	23,830	806,636	121,563	26,986	

<표 2.23> 배출오염부하량 총산정(하수처리개선사)

(단위 : kg/일)

배수구역		1993년			1996년			2001년		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
서울시 상류	월문천	3,191	888	137	3,341	967	151	3,807	1,152	177
	덕풍천	5,522	1,248	226	4,469	1,332	246	5,109	1,647	305
	왕숙천	19,331	3,694	694	12,106	3,985	754	12,053	4,838	911
	소 계	28,045	5,831	1,058	19,916	6,284	1,151	20,969	7,637	1,393
서울시 분류 구간	탄천	87,254	14,042	3,371	50,093	14,375	3,680	42,045	16,568	4,195
	중랑천	119,310	21,916	5,060	79,522	23,805	5,537	59,996	26,626	6,111
	안양천	159,030	18,517	3,186	89,232	19,405	3,327	69,007	24,283	4,203
	불광천	19,134	1,894	442	15,430	1,487	340	11,445	1,055	229
	난지하수 처리장	46,368	8,271	2,039	10,324	6,585	1,749	11,961	7,182	1,909
	가양하수 처리장	94,349	21,788	5,371	24,848	17,319	4,603	30,278	18,665	4,963
	소 계	525,520	86,429	19,472	269,419	82,976	19,236	224,732	94,379	21,610
	기타	창릉천	8,011	1,066	188	5,672	843	217	7,283	1,182
총 계		561,580	93,322	20,719	295,007	90,103	20,604	252,984	103,198	23,255

위의 <표 2.21~23>에서 보여주고 있는 汚染負荷量 산정결과는 인구, 공장, 가축, 토지이용 등이 고려되었다. 공장에서 배출된 오염물질 중 일부는 하수와 함께 하수관거로 유입되어 분류식 하수관을 통하여 처리구역내 하수처리장으로 이송, 처리되는 것으로 추정되지만 실제의 경우에는 하수관거의 미설치, 관거의 파손, 지하수, 우수에 의한 방출등 여러 요인에 의해 유실되고 있어 오염부하량 추정이 어렵기 때문에 발생하수량의 신량이 배출되는 것으로 가정하였다.

다) 한강수계 유달부하량 算定

일반적으로 유역에서 오염물질이 발생, 유출되어 지천을 통해 하천에 유입된 때 대상지천의 유입부에서 실측된 오염부하량을 유달부하량이라고 하는데 오염

원에서 발생, 배출되는 排出負荷量에 비해 감소되어 나타난다. 이때 유달부하량과 배출오염부하량과의 비를 유달률이라 한다. 배수구역을 흐르는 각 지천들의 한강분류 유입부에서 실측된 오염물질농도와 유량자료로부터 각 지천의 유달부하량을 산정하여 <표 2.24>에 나타내었다. 이때 지천별 生物化學的 酸素要求量(BOD), 총질소(T-N), 총인(T-P)에 대한 오염부하량을 각각 지천으로부터 조사된 수질조사 및 유량조사 결과를 이용하여 산정하였다.

<표 2.24>에 나타낸 바와 같이 有機物(BOD)의 부하량이 많은 하천은 중랑천, 탄천, 안양천, 왕숙천의 순이며 각각 1일 77370.5, 29704.1, 15508.2, 4390.3 kg이 한강에 유입되는 것으로 추산되었다. 하천별로 유입되는 T-N, T-P등의 오염부하량도 BOD부하량과 비슷한 경향을 보여준다.

<표 2.24>와 같이 산정한 유달부하량과 1993년도를 기준으로 추산한 배출부하량으로부터 구한 유달률은 <표 2.25>와 같다. 각 지천의 장래 유달부하량은 현재의 유달률이 장래에도 변화하지 않는다는 가정하에 각 지천의 배출오염부하량과 유달률로부터 산정하여 <표 2.26>과 <표 2.27>에 나타내었다. 이때 산출된 각 지천의 유달부하량은 한강에 유입되는 오염물질 流入負荷量이 된다.

<표 2.24> 각 지천의 유달 부하량

지 천	유 량 (m ³ /s)	농도(측정값)(mg/L)			유달부하량(kg/일)		
		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
월문천	0.183	17.42	12.92	4.23	274.7	203.7	66.7
덕풍천	0.305	20.01	14.41	6.26	488.4	351.7	152.8
왕숙천	2.254	22.54	16.07	3.72	4,390.3	3,130.1	724.6
탄 천	20.925	16.43	15.46	5.20	29,704.1	27,950.4	9,401.2
중랑천	41.865	21.39	15.15	4.58	77,370.5	54,799.6	16,602.7
안양천	11.848	15.15	12.54	6.04	15,508.2	12,529.4	6,182.8
흥재천	0.452	15.63	11.57	11.57	610.7	452.1	452.1
창동천	2.107	10.67	6.78	2.67	1,942.4	1,234.3	486.1

<표 2.25> 지천별 유달률

구분	배출부하량(kg/일)			유달부하량(kg/일)			유 달 률(%)		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
월문천	3,191	888	137	274.7	203.7	66.7	8.6	22.9	48.7
덕릉천	5,522	1,248	226	488.4	351.7	152.8	8.8	28.2	67.6
왕숙천	19,331	3,694	694	4,390.3	3,130.1	724.6	22.7	84.7	104.4
탄 천	87,254	14,042	3,371	29,704.1	27,950.4	9,401.2	34.0	199.0	278.9
중랑천	119,310	21,916	5,060	77,370.5	54,799.6	16,602.7	64.8	250.0	328.1
안양천	159,030	18,517	3,186	15,580.2	452.1	6,182.4	9.8	67.7	194.1
흥제천	19,194	1,894	442	610.7	12,529.4	143.4	3.2	23.9	32.4
창릉천	8,011	1,060	188	1,942.4	1,234.3	486.1	24.2	116.1	258.5

<표 2.26> 유달부하량 총산정(현재상태처리시)

(단위 : kg/일)

배수구역	1993년			1996년			2001년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
월문천	274.7	203.7	66.7	287.6	221.8	73.5	327.7	264.3	86.2
덕릉천	488.4	351.7	152.8	624.6	414.5	118.3	814.9	517.7	209.6
왕숙천	4390.3	3130.1	724.6	5063.1	3521.5	823.8	6368.3	4317.5	1022.1
탄 천	29704.1	27950.4	9401.2	41100.5	34318.0	11978.1	52854.8	39766.0	13712.7
중랑천	77370.5	54799.6	16602.7	96517.7	64018.7	19431.0	119230.8	73002.8	21855.8
안양천	15508.2	12529.4	6182.8	17735.7	14539.1	16107.2	21084.4	17549.4	8833.7
흥제천	610.7	452.1	143.4	618.7	476.2	150.9	607.7	502.7	158.3
창릉천	1942.4	1234.3	486.1	12503.1	10061.6	5525.0	14137.9	10477.3	5744.8
난지하수 처리장	46388	8271	2039	23094.0	5129.1	1264.3	26943.0	5693.3	1405.7
가양하수 처리장	94349	21788	5371	1959.7	266.9	56.6	2314.6	298.9	65.9

<표 2.27> 유달부하량(하수처리개천시)

(단위 : kg/일)

배수구역	1993년			1996년			2001년		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
월문천	274.7	203.7	66.7	287.6	221.8	73.5	327.7	254.3	86.2
덕풍천	488.4	351.7	152.8	395.3	375.4	166.3	451.9	464.2	206.2
왕숙천	4390.3	3130.1	724.6	2749.4	3376.7	787.2	2737.4	4099.5	951.1
탄천	29704.1	27950.4	9401.2	17053.3	28613.3	10252.9	14313.5	32978.4	11699.2
중랑천	77370.5	54799.6	16602.7	51568.7	59522.9	18167.8	38906.4	66576.7	20051.2
안양천	15508.2	12529.4	6182.8	8698.8	13130.3	6456.4	6729.4	16701.6	8156.4
흥제천	610.7	452.1	143.4	491.0	354.9	110.3	364.2	251.8	74.3
창릉천	1942.4	1234.3	486.1	2503.2	7667.6	4521.9	2900.2	8362.7	4935.6
난지하수 처리장	46388	8271	2039	5473.9	3815.3	1014.0	6670.1	4111.8	1093.3
가양하수 처리장	94349	21788	5371	1249.3	185.7	47.8	1604.4	260.4	57.7

2.5 외국의 수질오염 자동측정망 현황

수질오염 자동측정망은 하천 및 호수의 수질을 관리, 감시하는 목적으로 구미 선진국에서는 1960년대부터 설치, 운영되어 왔다. 수질오염 자동측정장치를 개발하여 오염이 심한 하천에 운용하는 일본 및 유럽지역의 현황을 중심으로 살펴보고자 한다.

각국의 수질자동측정장치의 설치시기를 살펴보면 다음과 같다.

- 미국
 - 1960년대 - 일반측정항목
 - 1980년대 - 공해물질(유기물질등)
 - 1990년대 -揮發性 有機化合物(미량)
- 유럽
 - 1960년대 - 일반측정항목
 - 1970년대 - 유체 중금속
 - 1980년대 - 有機性 公害物質
- 일본
 - 1960년대 - 일반측정항목
 - 1970년대 - 重金屬類

2.5.1 오오사카부의 수질 자동측정망

오오사카부의 수질자동측정망은 1970년에 처음으로 淀川등에 설치되었고, 현재는 측정지점이 총 23개지점으로 증가되면서 오오사카府(우리나라의 도에 해당)와 오오사카市, 近畿地方建設局(우리나라의 건설교통부)으로 이원화되어 관리하고 있다. 즉 오오사카부는 淀川(津市-津屋)등 6개지점과 堺市관리하의 1지점에 수질자동측정망을 설치·운영하고 있고, 오오사카시는 神崎川(出來島)등 10지점에, 그리고 近畿地方建設局은 淀川의 校方大橋 左岸과 校方大橋 右岸등 6지점에 설치·운영하고 있다. 수질자동측정소에서 분석하는 수질항목은 수온, pH, DO, 탁도, 전도율, COD, 시안, ORP, NH₄ 등 주로 생활환경항목이다<표 2.28, 그림 2.8 참조>. 오오사카부의 수질자동측정망 현황을 살펴보면 淀川의 校方大橋지점에는 하천을 左岸, 右岸등으로 나누어서 수질을 자동측정하고 있다. 또한 수질자동측정항목이 수온등 생활보호항목을 위주로 설정되어 있고 수질관리의 목적으로 설치운영되고 있다.

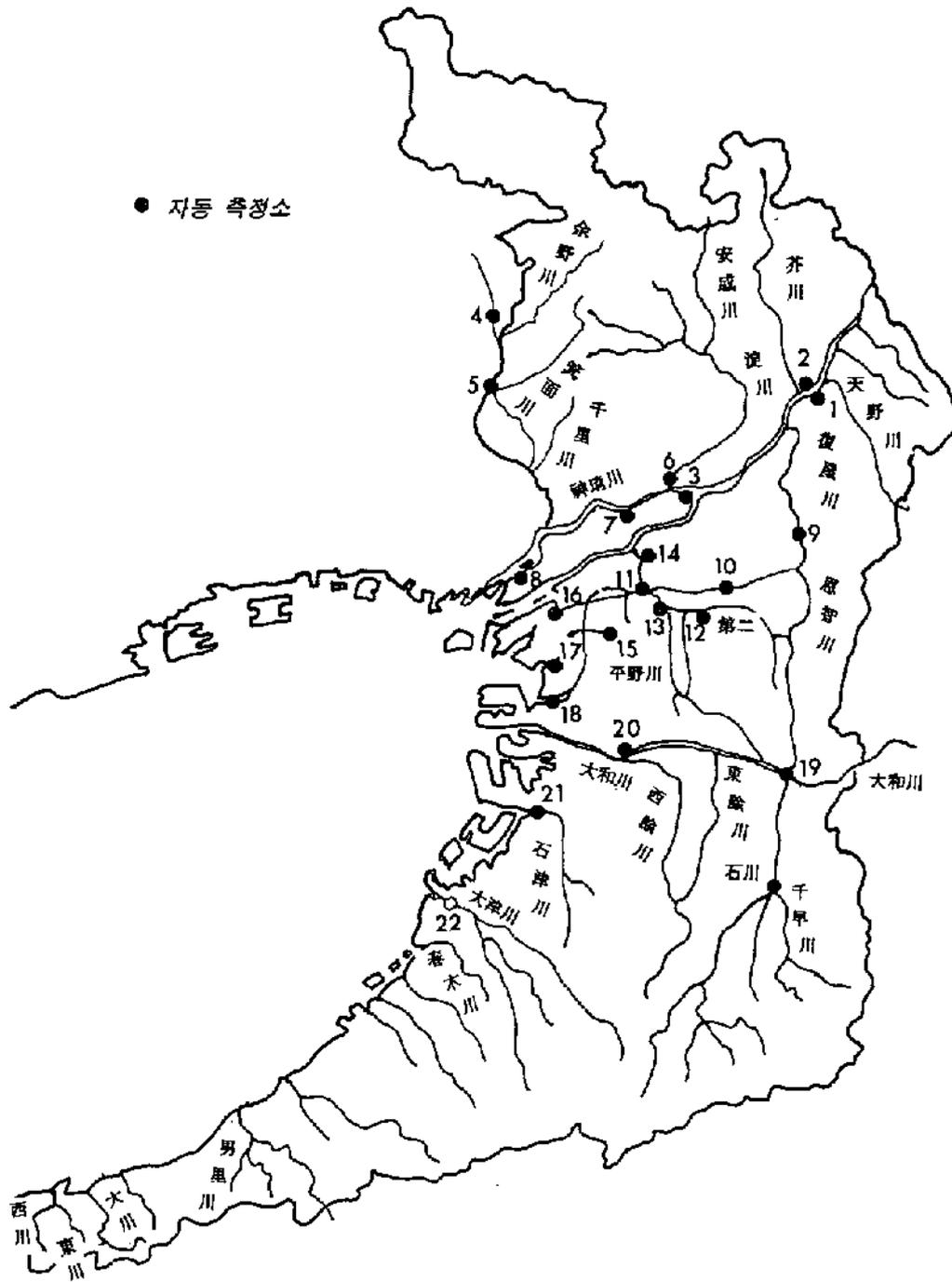
2.5.2 Biwa호의 수질자동 측정시설

시가현에 위치한 Biwa호는 평균수심이 남호는 4.6m 북호가 60m로서 일본에서 가장 큰 호수이며, 시가현 및 오오사카를 포함한 近畿地方의 주요 상수원으로 그 중요성이 부쩍 크다. 따라서 Biwa호의 수질은 일본에서도 관심의 대상이 되어왔고, 이에 1966년부터 1978년까지 집중적인 수질조사가 이루어지기도 하였다.

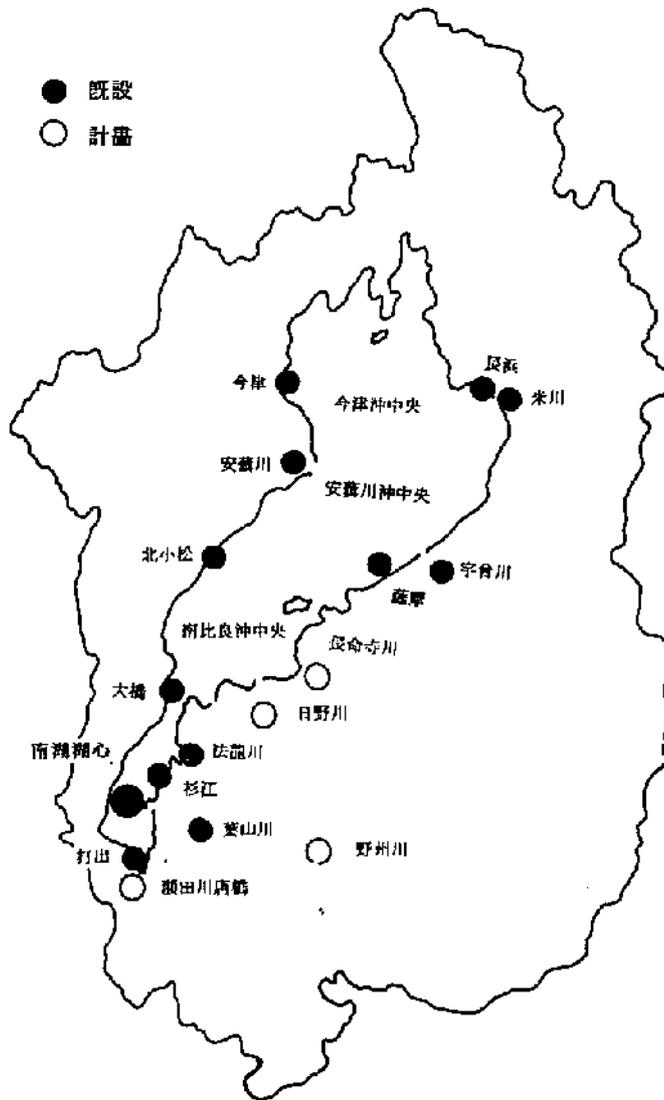
Biwa호의 수질자동측정망은 북호호심국과 남호호심국의 2개지점에 설치된 부표식 자동측정소를 포함한 총 13개지점이다. 즉 Biwa호수 주변의 수질자동측정소는 <그림 2.9>와 같이 長浜, 今津, 北小松, 大橋, 打出, 衫江지점의 6개 측정지점과 하천의 하류에 설치된 米川, 宇曾川, 葉山川등 5개의 지점이 있다. 또한 Biwa호수의 포괄적인 발전계획에 의해 Biwa호수의 중심부에 4지점과 Seta강의 1지점, 다른강에 3지점의 자동수질측정소가 설립될 예정이다.

<표 2.28> 수질자동관측국의 설치상황

番 號	河川名	測定地點	設置主體	設置 年 度	測 定 項 目								
					水溫	pH	DO	濁度	導電率	COD	시안	ORP	NH ₄ ⁺
1	淀川	枚方大橋左岸	近畿地方 建設局	45	○	○	○	○	○	○	○		○
2	"	" 右岸	"	"	○	○	○	○	○	○	○		○
3	"	淀川, 神崎川 分岐点右岸	大阪府	"	○	○	○	○	○	○	○		
4	猪名川	姫橋*	近畿地方 建設局	50	○	○	○	○	○				○
5	"	軍行橋*	"	46	○	○	○	○	○	○	○		○
6	安濃川	神崎川合流点 直前	大阪府	54	○	○	○	○	○	○	○		
7	神崎川	下新庄	大阪市	46	○	○	○	○	○	○			○
8	"	出來島	"	"	○	○	○	○		○			
9	復屋川	大東市三箇	大阪府	55	○	○	○	○	○	○	○		
10	"	今津橋	大阪市	45	○	○	○	○	○	○			
11	"	京橋	"	48	○	○	○	○	○	○		○	
12	第二窟屋 川	長瀬川合流点 直前	大阪府	56	○	○	○	○	○	○	○		
13	平野川	衛門橋	大阪市	47	○	○	○	○	○	○			○
14	大川	毛馬橋	"	50	○	○	○	○	○	○			
15	道頓堀川	大黒橋	"	45	○	○	○	○	○	○		○	
16	安治川	安治川大橋	"	47	○	○	○	○		○			
17	尻無川	河口	"	49	○	○	○	○		○			
18	木津川	千本松渡	"	48	○	○	○	○		○			
19	大和川	河内橋	近畿地方 建設局	46	○	○	○	○	○		○		
20	"	浅香	"	47	○	○	○	○	○	○			
21	石津川	浜寺石津	堺市	54	○	○	○	○	○	○			
22	大津川	上流左岸	大阪府	59	○	○	○	○	○	○	○		
23	石川	千早川合流直 後左岸	"	61	○	○	○	○	○	○	○		



<그림 2.8>오사카부의 수질오염 자동측정망 설치현황



<그림 2.9> Biwa호수의 수질오염 자동측정망의 현황

Biwa호수에 설치된 2개의 부표식 수질자동측정소는 호수의 수면위에 떠서 주요 수질항목을 자동 분석하고 있다. 부표식 수질자동측정소를 살펴보면 다음과 같다.

가) 설치위치

南湖湖心 : 唐崎-伊佐マ川中央部/草津川 河口에서 1.5km

北湖湖深 : 南比良-長命寺中央部/志賀町大谷川 河口에서 4km

나) 수심 : 평균수심 4.6m(남호)

60m(북호)

다) 설치방식 : 천근콘크리트에 의한 타워방식(남호)

한점으로 추를 매단 부표식(북호)

라) 시선면적 : 77.79 m²(연상면적), 156.25m²(총면적).(남호)

마) 시설의 높이 : 평균수위로부터 3.8~8.76m(남호)

바) 測定項目

◦ 수질측정항목

pH, DO, EC, 수온, 탁도, COD, T-N, T-P, 클로로핀-a(추정심 표층)

◦ 기상측정항목

온도, 습도, 풍향, 풍속, 일사량, 강우량

◦ 수상측정항목

수위, 유량, 유속(유량, 유속은 상층 및 하층에서 측정)

사) 측정빈도

◦ 氣象, 水象측정항목 : 연속측정

◦ pH, DO, EC, 수온, 탁도, 클로로핀-a : 1일 24회(1시간 간격)

◦ COD, T-N, T-P : 1일 12회(2시간 간격)

이 측정 자료는 공공의 건강을 다루는 環境科學研究所의 중앙부서로 전산망을 통하여 보내어지며, 따라서 수질은 중앙에서 모니터링할 수 있다.

2.5.3 프랑스 세느강의 수질자동 측정시설

프랑스 세느강은 중요 상수원으로서 상수원 보호를 위한 수질감시체계가 설립되어 있다. 세느강의 수질오염 자동측정망의 체계는 취수지점 상류부에 수질 자동측정장치를 설치하여 주요 수질항목을 연속적으로 분석하고 있다. 이상 수질의 感知時에는 즉시 제어신로 통보된다. 또한 오염물 이동시간 계산을 위해 유량을 측정하고 있다.

수질자동측정지점은 오염물질을 감지하였을 경우 取水地點까지 유하되기 전

에 충분히 대처가능한 시간을 확보할 수 있는 거리의 상류지점에 설치되었다. 또한 시료는 수심에 따른 自動채수기에 의해 채수되고 있으며, 자동측정소에서는 채수된 시료분석결과를 기록·보관하고 있다.

<그림 2.10>은 CHOISY-LE-ROI 정수장 상류 세노강에 설치된 수질오염 자동측정망의 현황이다. 측정소의 설치위차와 측정항목은 <표 2.29>와 같다.

<표 2.29> CHOISY-LE-ROI 정수장상류에 설치된 수질오염 자동측정망의 현황

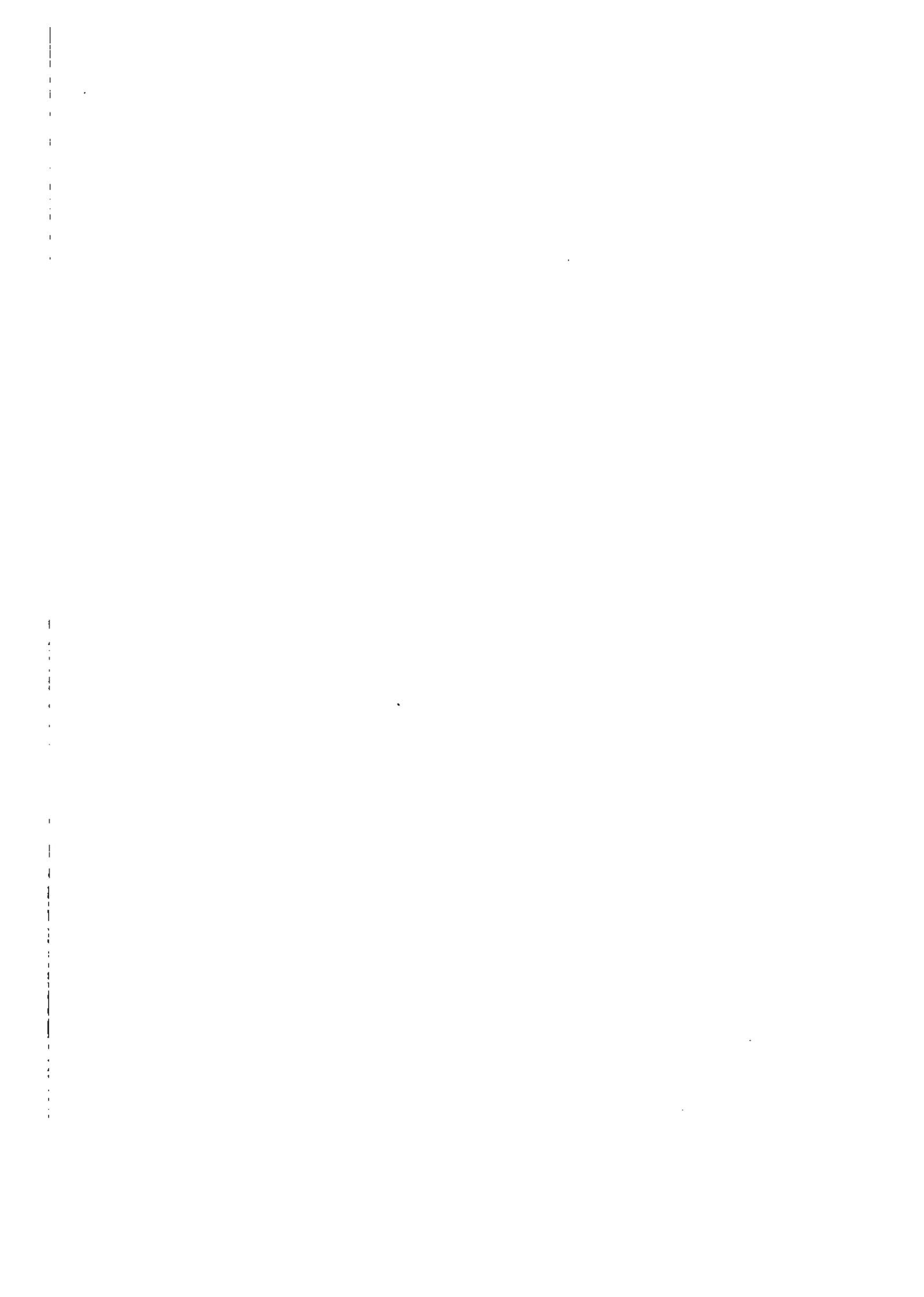
자동경보장치 설치장소	측정항목
<ul style="list-style-type: none"> ◦ ATHIS-MOS ◦ ABLON 	TOC, 탄화수소, NH ₄ , NO ₂ DO, 온도, PH, 전기전도도, NH ₄ , NO ₃ TOC, 탄화수소, CN, 중금속, 살충제 (PESTICIDES), 독성물(TOXICITY)

또한 원수의 수질을 감시하기 위한 自動測定施設은 취수장에 원수가 도달하기전 5시간이 소요되는 상류에 설치되어, 자동수질분석기 8대를 이용하여 11개 항목에 대하여 24시간 가동하면서 매시간마다 분석하고 있다. 분석된 자료는 전송되어 컴퓨터에 기록·보존되어지며 수질이상시를 대비하여 自動警報體系가 수립되어 있다. 또한 불의의 사고로 인한 수질이상시를 대비하여 취수장상류의 오염원(공장등)조사가 상세히 되어 있고 농도, 확산속도, 도달시간 등의 수질모형을 이용한 水質模擬發生(Simulation)研究도 병행하여 실시하고 있다. 세노강에서 실시하고 있는 수질오염 자동측정망에 설치된 분석기기의 종류는 다음과 같다.

- Para Meter Gemer -1Qucs : 온도, pH, 탁도, DO
- Metauy Lourda
- Nitrite NO₃
- Cuannuure - CN
- Aumonium - 암모니움
- Carbone Opganique Total - TOC 총유기탄소
- Pesticides
- Hudrolatbures



<그림 2.10> 세느강에 설치된 수질오염 자동측정망의 현황



제 3 장 수질오염 측정망의 현황 및 문제점

- 3.1 수질오염 측정망 현황
- 3.2 현 수질오염 자동측정망 운영 및 문제점
- 3.3 수질오염 자동측정망 운영의 개선방향

제 3 장 수질오염 측정망 현황 및 문제점

3.1 수질오염 측정망 현황

수질측정은 합리적인 水質保全을 위한 정책수립자료 및 수질관리를 위한 기초 자료를 확보하기 위하여 하천이나 호소 등을 대상으로 정기적인 측정이 이루어지고 있다. 수질오염 측정망은 현재 실험실 수질측정방법인 手動測定法과 자동 측정장치를 이용한 自動測定法으로 나눌 수 있다.

3.1.1 수동측정망 현황

가) 측정지점

서울시는 <표 3.1>에서와 같이 하천수와 상수원수에 대해 환경부 수질측정망 운영계획에 의거하여 정기적으로 수질을 측정하고 있다.

<표 3.1> 측정기관별 측정망 운영

측정기관 \ 측정망	하천수	호소수	상수원수	농업용수	공단배수
환경부	○	○	○		○
시·도	○	○	○		
한국수자원공사	○	○	○		
농어촌진흥공사				○	

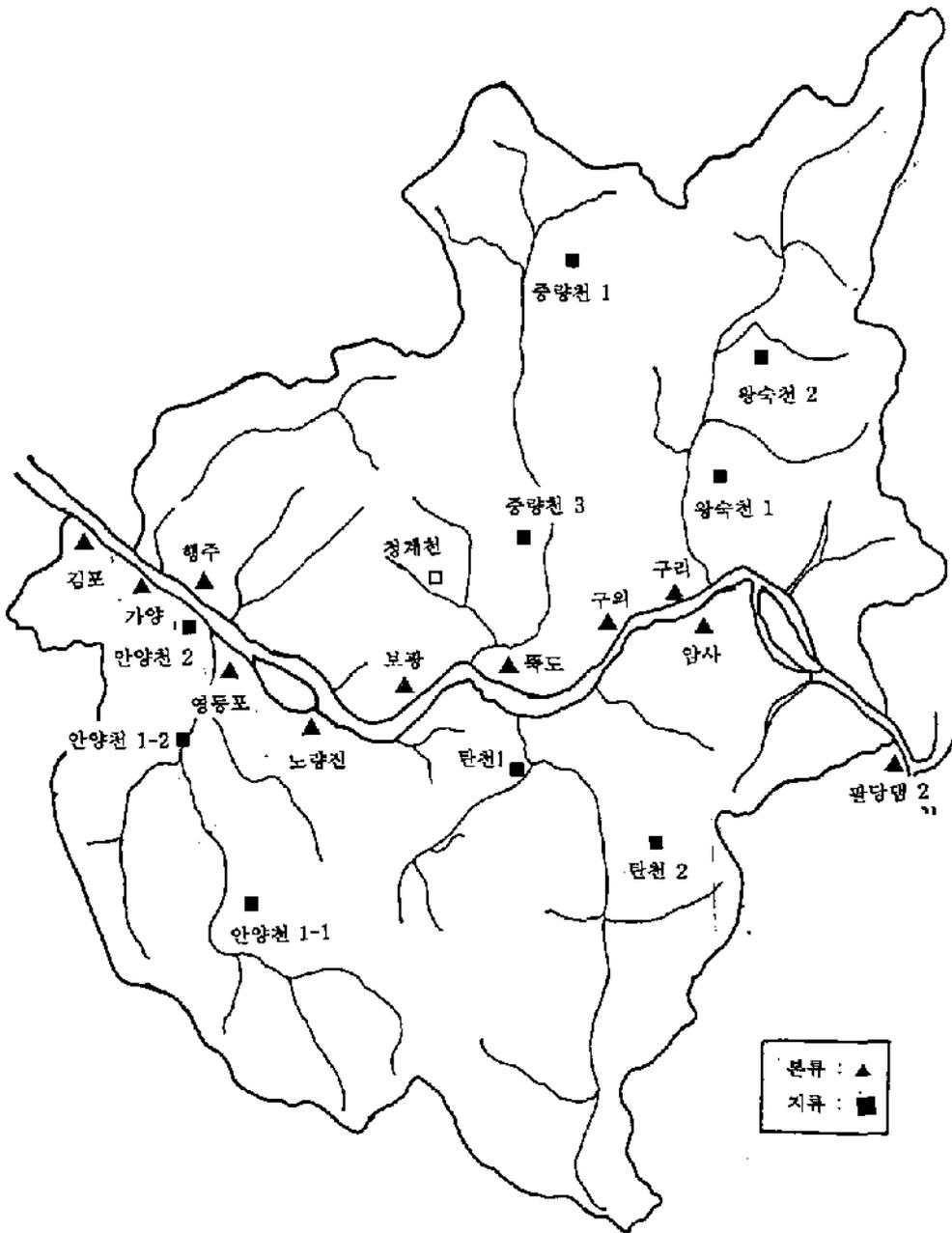
본 연구의 대상범위인 팔당호이하에서 신곡수중보사이의 수동측정지점은 <표 3.2> 및 <그림 3.1>과 같이 판담댐 2를 비롯하여 김포지점까지 11지점을 포함하고 있으며 대표지점은 노람진(서울 동작구 본동 제 1한강교)이다.

<표 3.2> 수질조사지점

수계	형칭	환경기준	제수지점	분류·지류	비고
한강	팔당댐 2	I	경기남양주시와부읍농내리 (담양)	분류	
	구리	I	경기구리시도평동	분류	
	암사	I	서울강동구암사동(암사취수장앞)	분류	
	구의	I	서울광진구광장동(천호대교)	분류	
	죽도	I	서울성동구성수동(성수대교)	분류	
	보광	II	서울용산구보광동(제3한강교)	분류	
	노량진	II	서울동작구노량동(제1한강교)	분류	
	영등포	II	서울영등포구영등동(삼산대교)	분류	
	가양	III	서울강서구가양동(미원공장뒤)	분류	
	행주	III	경기고양시지도면행주외리 (행주대교)	분류	
	김포	III	경기김포군고촌면신곡리	분류	
	왕숙천 1	II	경기남양주시수석동(왕산교)	지류	
	왕숙천 2	II	경기남양주시진건면신월리	지류	
	탄천 1	V	서울강남구삼성동(삼성교)	지류	
	탄천 2	V	경기성남시태평 2동	지류	
	종량천 1	V	경기의정부시신곡동 568(신곡교)	지류	
	종량천 3	V	서울성동구성수 1동(성동교)	지류	
	침계천	V	서울성동구사근동 126	지류	
	안양천1-1	V	경기안양시안양 7동(전파교)	지류	
	안양천1-2	V	서울시구로구교척동(교척교)	지류	
안양천 2	V	서울강서구목동(양화교)	지류		

나) 측정항목 및 측정횟수

水質測定項目과 측정횟수는 측정대상이 하천수나 상수원수에 따라 약간 달라진다. <표 3.3>에서 보는 바와 같이 주로 일반 대상항목은 월 1회이며 Cd 등 重金屬은 3개월에 1회 측정하고 있다. 그러나 하천의 유량이 적거나 계절적 변동이 심하다고 판단될 경우 또는 호소 등에 불의 전도현상이 발생하는 시기와 같이 수질 측정치의 변화가 심하다고 판단되는 경우에는 조사횟수가 증가될 수 있으며 주요지점에 대하여는 pH, DO, BOD, COD, SS, 大腸菌群數를 월 2회 조사하여 평균치를 보고하고 있다.



<그림 3.1> 수동측정망 위치도

<표 3.3> 측정망의 항목별 조사회수 및 조사시기

구분	측정분석항목	회수	시기(월)
하천수	pH, DO, BOD, COD, SS, 대장균군수, 총질소, 총인, 수위 또는 유량, 수온, 페놀류, 전기전도도	12회/년	매월
	Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, ABS, (Cu)	4회/년	3, 6, 9, 12
	PCB, 유기인	1회/년	7
상수원수	pH, DO, BOD, COD, SS, 대장균군수, 총질소, 총인, 페놀류, 전기전도도	4회/년 (월 2회)	3, 6, 9, 12
	Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, ABS, Cu	2회/년	6, 9

주) (Cu) : 하천수와 상수원수 중복지점에 한하여 년 2회 조사

급수인구 10만명이상 상수원수측정망지점중 30개 지점은 월 2회 조사

이상과 같이 측정된 결과는 서울시장이 관할구역내의 담당지점에 대한 수질조사 결과를 양식에 따라 선산입력하고 출력된 자료를 翌月 10일 까지 환경부장관에게 통보하고 있고 이러한 수질측정자료는 환경부장관이 통합발표하고 있다.

3.1.2 자동측정망 설치 현황

가) 수질자동측정기의 設置 沿革

수질자동측정기기는 1974년에 노량진 정수장에 처음 설치되었으며 그 후 주요 취수지점 및 정수장에 보급되었다. 그 후 수질자동측정은 수질오염의 주요지표인 BOD를 측정할 수 없는 단점등으로 크게 활용되지 못하였다. 그러나 최근 間歇적으로 나타나는 돌발적인 수역의 수질오염사건은 정확하고 신속하며 연속적으로 수질을 판단할 수 있는 자동측정의 필요성을 새롭게 인식하는 계기를 마련 해주었다.

나) 서울시의 수질오염 자동측정망

현재 서울시에서 설치 운영하고 있는 수질오염 자동측정망은 크게 두가지 북

적으로 설치·운영되고 있다. 첫째, 상수원수의 수질감시를 위하여 <표 3.4>와 같이 수도권광역측정소, 암사수질측정소, 구의측정소, 자양측정소, 풍납측정소가 설치되어 있다.

둘째, 한강의 생태계보호등 수질관리를 위하여 <표 3.5>와 같이 팔당측정소(광암정수장내에 위치함), 구의측정소, 잠실측정소, 노량진측정소, 영등포측정소, 탄천측정소, 안양천측정소, 중랑천측정소가 설치되어 있다. 또한 보광측정소 및 가양측정소가 있었으나 보광측정소는 강북강변도로 확장공사로 천기되었고, 가양측정소도 올림픽도로의 건설 및 부평정수장의 취수원상류 이전에 따른 취수장 폐쇄로 측정소가 폐쇄되었다.

이와 같이 상수원수의 수질감시와 生態界 保護를 위해 설치된 水質自動測定所는 <그림 3.2>와 같다.

<표 3.4> 상수원 수질감시를 위한 서울시의 수질자동측정망 (I)

NO	취수장명	측정항목	설치일자	설치장소
1	수도권광역	Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	92. 7	경기도 하남시 광암정수사업소내
2	암사	Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	92. 7	강동구 암사동 암사정수사업소내
3	구의	Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	92. 7	광진구 광장동 구의정수사업소내
4	자양	Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	95. 5	광진구 자양동 자양취수장내
5	풍납	Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	95. 5	송파구 풍납동 풍납취수장내

<표 3.5> 생태계보호등의 수질관리를 위한 서울시의 수질자동측정망 (II)

NO	측정소명	측정항목	시험가동	소재지
1	팔당(82)	Temp, pH, DO COD	'82.03 '82.03	하남시 평암동 174 (팔당정수사업소내)
2	구의(93)	Temp, pH, DO, Cond COD SS	'94.08 '94.12 '91.06	광창동 산 18번지 (구의정수사업소 취수장내)
3	잠실(93)	Temp, pH, DO, Cond, COD SS	'95예정 '94.12 '91.04	자양동 701번지 (자양취수장내)
4	노량진(75)	Temp, pH, DO, Cond, SS, COD T-N/T-P Cd, Pb, Hg, As, Phenol CN	'93.01 '93.01 '91.04 '93.06 '95예정	노량진 분동 산 3 (구취수장내)
5	영등포(75)	Temp, pH, DO, Cond COD SS T-N/T-P	'92.10 '94.12 '92.10 '91.06	양화동 1번지 (영등포정수사업소내)
6	탄천(93)	Temp, pH, DO, Cond, SS, COD CN Cd, Pb, Phenol	'94.08 '93.12 '95예정 '93.06	가락동 509번지 (탄천빛물펌프장)
7	안양천(93)	Temp, pH, DO, Cond, SS, COD CN Cd, Pb, Phenol	'94.08 '93.12 '95예정 '93.06	구로동 683-11 (신구로빛물펌프장)
8	중랑천(94)	Temp, pH, DO, Cond, SS COD CN Cd, Pb, Phenol	'94.08 '94.02 '95예정 '94.02	취경2동 7-17번지 (취경빛물펌프장)

다) 수질자동측정 항목

서울시에서 사용하고 있는 수질자동측정장치의 제조회사는 Kimoto, Yanaco, Chemtronics이며, 중금속등의 일부항목에서 약간의 차이가 있지만 수질자동측정 항목을 제조회사별로 예시하면 <표 3.6>과 같다.

<표 3.6> 항목별 및 제조회사별 측정법비교

항목 \ 회사명	KIMOTO	YANACO	CHEMTRONICS
Temp	저항변화법	백금저항식	
pH	비교전극법	Glass 저항법	
DO	격막법	격막산소전극법	
COD	산화환원법	산성 $KMnO_4$ 법	
T-N	흡광광도법		
T-P	흡광광도법		
Cond		교류이극법	
CN		이온전극법	
SS		여지중량법	
Cd, Pb, Hg, As, Phenol			Stripping Voltametry

3.2 현 수질오염 자동측정망의 운영 및 문제점

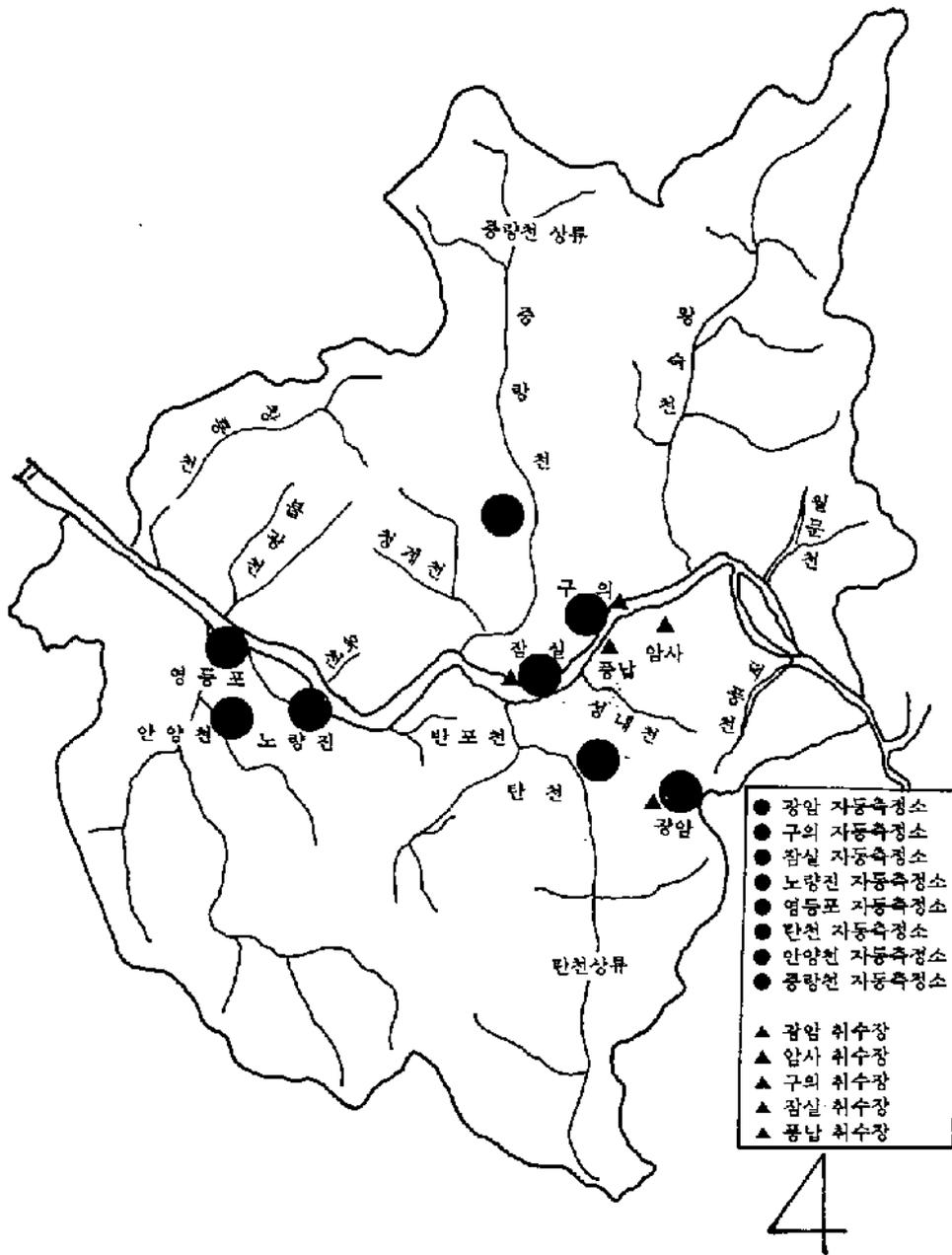
3.2.1 수질오염 자동측정망의 운영

수질오염 자동측정망을 보면 현재 상수원수의 수질감시를 위한 자동측정은 서울시 上水道事業本部에서 운영하고 있으며, 생태계보호등 수질관리를 위한 자동측정은 保健環境研究院에서 운영하고 있는 이원적인 체제이다. 상수도사업본부의 수질오염 자동측정망은 <표 3.5>와 같이 상수취수시 유입되는 健康保護項目인 Pb, Cr등 중금속류를 감시하고 있으며, 보건환경연구원에서 운영하고 있는 수질오염 자동측정망은 <표 3.4>와 같이 生活環境保護 項目인 온도, pH, COD도 측정하고 있다.

3.2.2 수질오염 자동측정망 운영의 문제점

가) 관리부서의 이원화로 인한 중복투자

수질오염 자동측정망은 현재 팔당측정소, 구의측정소, 잠실측정소등이 상수도사업본부와 보건환경연구원에서 같은 취수원수라인에서 채수하여 상수도사업본부에서는 중금속류를, 보건환경연구원은 일반항목을 측정하고 있다. 즉 측정망의 인력및 유지관리를 각기 시행하고 있어 重複投資의 문제점을 안고 있다.



<그림 3.2> 서울시내의 한강을 중심으로한 자동측정망 위치도

나) 취수원 이전에 따른 자동측정망의 중복설치

서울시의 수질오염 자동측정망은 한강본류에 설치되었던 정수장의 취수장에 따라 설치되어 왔으며, 최근 하류의 취수장이 잠실수중보 상류로 이전하였는데 이때 다시 자동측정소를 설치하여 중복 설치되었다.

다) 수질오염 자동측정망의 統合電算網 미구축

현재 생태계보호와 수질관리를 위한 수질자동측정자료는 보건환경연구원으로 온라인화하여 정보화하는 기초단계에 이르고 있으나 상수도사업본부에서 운영하고 있는 수질자동측정자료와는 통합운영되지 못하고 있다. 또한 서울시 수질감시를 담당하는 환경과등에는 한눈에 측정자료를 볼 수 있는 정보화시스템이 미구축되어 있다.

라) 자동측정망의 流量測定施設의 일부 보완

수질오염 자동측정망의 시설은 유량측정과 연계될 경우에만 비교적 효과적인 자료로서 사용될 수 있다. 한강본류중 하류는 조석간만의 영향으로 유속을 이용한 유량측정시설이 필요하다.

마) 자동측정자료의 분석을 위한 소프트웨어 시스템 未備

서울시 수질오염자동측정은 1차적으로 수질감시에 사용되고 있다. 자동측정자료는 기존의 수동측정망의 자료와 팔당방류량, 조석간만의 주기, 유량, 기상상황등을 잘 연계하여 분석하면 수질의 정책결정에 효과적으로 活用할 수 있다. 그러나, 현재 이러한 자동측정망의 자료를 분석할 수 있는 소프트웨어의 개발이 미비하다.

3.3 수질오염 자동측정망 운영의 개선 방향

수질오염 자동측정망의 운영개선 방향은 다음과 같다.

- 1)한강의 지리적특성을 고려하여 합리적인 자동측정망의 배치계획을 수립한

다.

- 2) 수질오염 자동측정망의 측정목적에 맞게 취수원 수역은 수질감시, 생태계 유지등을 위한 수역은 수질관리 측정망으로 운영한다.
- 3) 수질오염 자동측정망에 의한 수질감시는 한계가 있으므로 장기적으로 생물경보시스템이 도입되어야 한다.
- 4) 수질관리를 위하여는 온도, COD, T-P, T-N등 생활환경 항목을 위주로 측정하고, 또한 수질감시를 위한 측정항목도 한계가 있으므로 短期的으로는 현재 설치되어 있는 측정항목을 위주로 측정한다.
- 5) 수질자동측정소의 합리적인 유지관리를 위해서는 장기적으로 상수도 취수원수역에 자동측정망 및 생물경보시스템을 구비한 종합수질자동센타를 설치하여 상수도사업본부측에서 운영(측정 및 유지관리 포함)하도록 하고, 삼설수종보 하류지역 및 지천수역은 수질관리를 위하여 보건환경연구원에서 운영하도록 한다.
- 6) 수질은 수량과 不可分의 관계가 있으므로 한강분류의 주요지점(예를들면 행주대교지점)에는 유속을 이용한 유량측정장치를 설치하여 수질항목과 연계 분석되어야 한다.
- 7) 일부항목에서 자동측정기의 측정방법이 수분석방법과 다르므로 수질자동측정치는 수분석자료와 비교평가 관리되어야 한다.
- 8) 수질오염 자동측정망은 정확한 자료수집을 위해서 효율적인 유지관리가 실시되어야 한다.
- 9) 수질오염 자동측정망은 효율적인 수질감시를 위하여 종합적인 TMS체계가 구축되어야 한다.
- 10) 수질자동측정망의 수질정보를 효율적으로 관리하기 위하여는 여러가지 수질관련인자와의 연계·분석할 수 있는 소프트웨어시스템이 정비되어야 한다.

제 4 장 수질오염 자동측정 망의 측정지점 평가

- 4.1 수질오염 자동측정망의 측정지점 선정방법
- 4.2 합리적인 수질오염 자동측정망의 측정지점
선정 및 중단기 방향

제 4 장 수질오염 자동측정망의 측정지점 평가

4.1 수질오염 자동측정망의 測定地點 選定方法

수질오염 자동측정망의 측정지점은 수질자동측정의 목적에 따라 우선순위를 주어 선정할 수 있다. 즉 상수원의 돌발적인 水質汚染事故時 효과적으로 대처하고자 할 경우와 수역의 수질을 효과적으로 관리하고자 할 경우, 공장폐수의 방류를 효과적으로 감시하고자 할 경우에 따라 측정지점의 선정은 달라질 수 있다.

본 연구의 범위는 서울시를 중심으로 한 팔당호이하의 한강을 대상으로 하고 있다. 즉 1.2전에서 살펴본 바와 같이 상수원 수역과 중랑천, 탄천 및 공장 밀집 지역인 안양천을 중심으로 한 하류수역이 위치하고 있으므로, 본장에서는 상수원의 수질감시 및 하류 수역의 수질관리에 대한 측정지점 선정을 주 대상으로 하였다.

상수원의 水質監視 및 生態界保全을 위한 하류수역의 수질관리를 위한 측정지점 선정은 불의의 유해물질 유출사고에 대한 긴급대처, 수역의 점오염원과 비점오염원 및 오염부하량, 상수원의 취수량 및 給水人口, 하천의 유지용수량, 주요 지천의 합류로 인한 수질의 급격한 변환점등이 고려되어야 한다. 따라서 다음과 같은 방법으로 수질자동측정 지점을 1차적으로 평가, 선정하였다.

- 1) Qual2E모형에 의한 측정지점 선정
- 2) 평면 이차원 동적모형인 RMA모형에 의한 측정지점 선정
- 3) 수질감시 및 시료 채취의 기본원칙에 의한 측정지점 선정
- 4) Sanders방법에 의한 측정지점 선정

즉 생태계유지등 하류수계의 수질관리를 위하여 1), 2), 4)의 방법이 사용될 수 있고, 상수원의 수질감시를 위하여는 3)의 방법이 사용되었다.

1차적으로 선정된 측정지점과 현재 既設置된 수질자동측정지점 및 하천의 지형능 자연특성을 고려하여 합리적으로 측정지점을 선정하였다.

4.1.1 Qual2E 모형에 의한 선정방법

본 절에서는 한강의 점오염원과 비점오염원 및 오염부하량이 고려된 既報告된(본 서울市政開發研究院에서 수행한 漢江生態界 調查研究 참조) Qual2E 모형에 의한 한강의 수질변화 상태를 살펴보고, 이에 따라 한강의 수질자동측정지점을 선정하였다.

팔당호에서 신곡수중보까지의 수질변화를 보면 팔당방류량 125CMS, 300CMS 시 DO와 BOD는 <그림 4.1>, <그림 4.2>와 같다. 또한 팔당방류량 125CMS, 300CMS시 T-N과 T-P는 <그림 4.3>, <그림 4.4>와 같다. 즉 DO, BOD, T-P, T-N의 경우 팔당호에서 잠실수중보까지는 비교적 큰 변화가 없는 것으로 나타나고 있다. 그러나 탄천과 중랑천의 합류되면서 수질이 나빠지고 있으며, 중랑천 합류후 한강대교까지는 현상태를 유지하는 것으로 나타나고 있고, 한강대교에서 안양천이 합류되기전까지는 약간 개선되거나 현 수질을 유지하는 것으로 나타났다. 또한 안양천이 합류되면서 한강의 수질은 크게 惡化되고 있는 것으로 나타나고 있다.

따라서 Qual2E모형에 의해 현 수질상태와 2001년의 水質豫測을 살펴본 결과 수질관리 목적을 위한 수질자동 측정지점은 <그림 4.5>와 같이 네개 지점이 선정되었다.

- 첫째, 팔당호에서 잠실수중보까지의 구간
- 둘째, 잠실수중보에서 한강대교 구간
- 셋째, 한강대교에서 안양천 합류전 구간
- 넷째, 안양천 합류후 신곡수중보 구간

4.1.2 平面 二次元 動的模型인 RMA모형에 의한 측정지점 선정

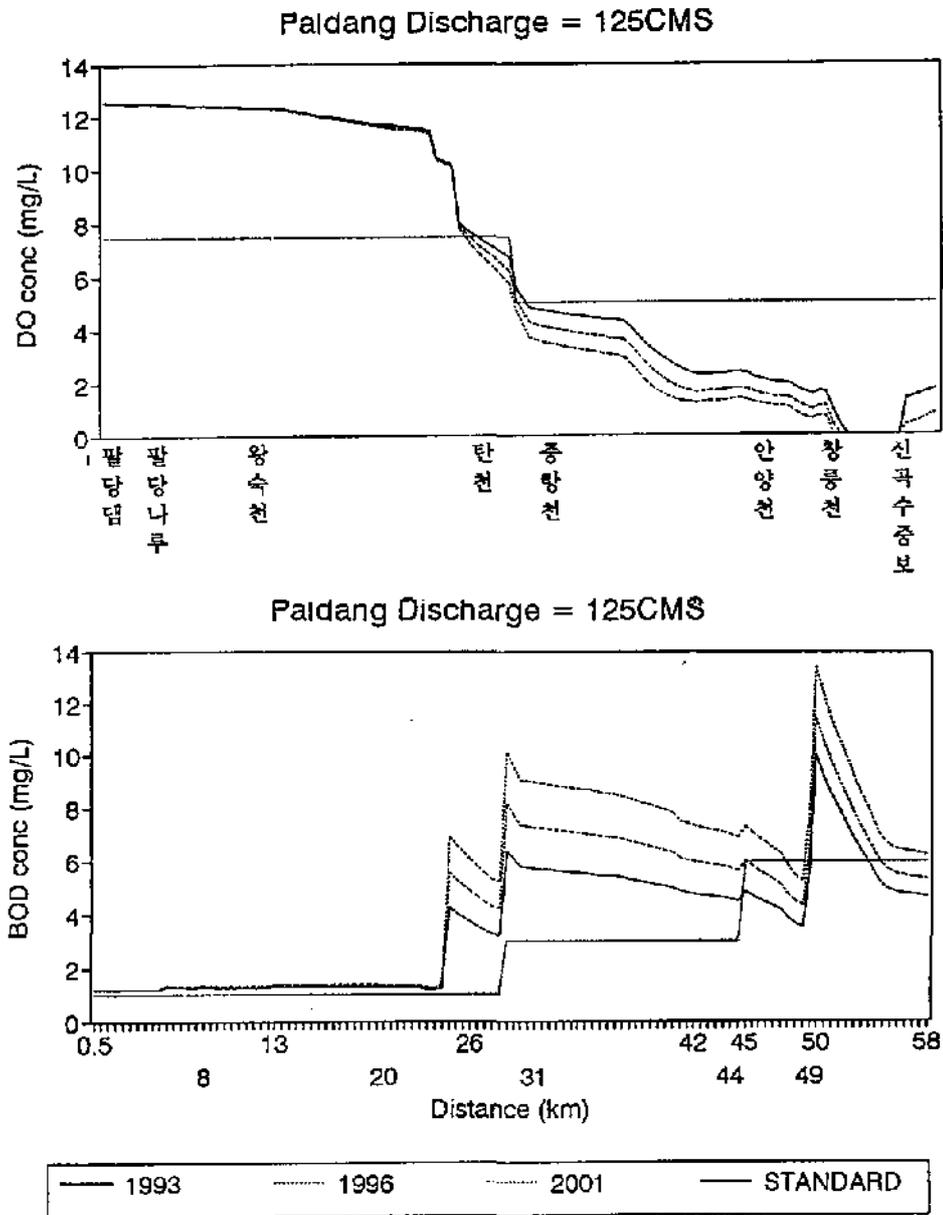
본 절에서는 한강의 본류에 합류되는 지천의 영향을 고려한 既報告된 연구(본 서울市政開發研究院의 漢江水質管理 效率化 方案 研究)의 RMA모형에 의해 한강의 수질변화의 상황을 살펴보고 이에따라 한강의 수질자동측정지점을 선정하

있다. 즉 Qual2E 모형에서는 각 계산요소의 수질이 完全混수되어 균일한 것으로 가정하여 계산하였기 때문에 오염된 支川의 합류수역에서는 실제 현상을 반영하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 지천이 합류되는 수역에서 실제 현상을 반영할 수 있는 RMA 모형을 이용한 수질상태를 고려하여 수질자동 측정지점을 선정하였다.

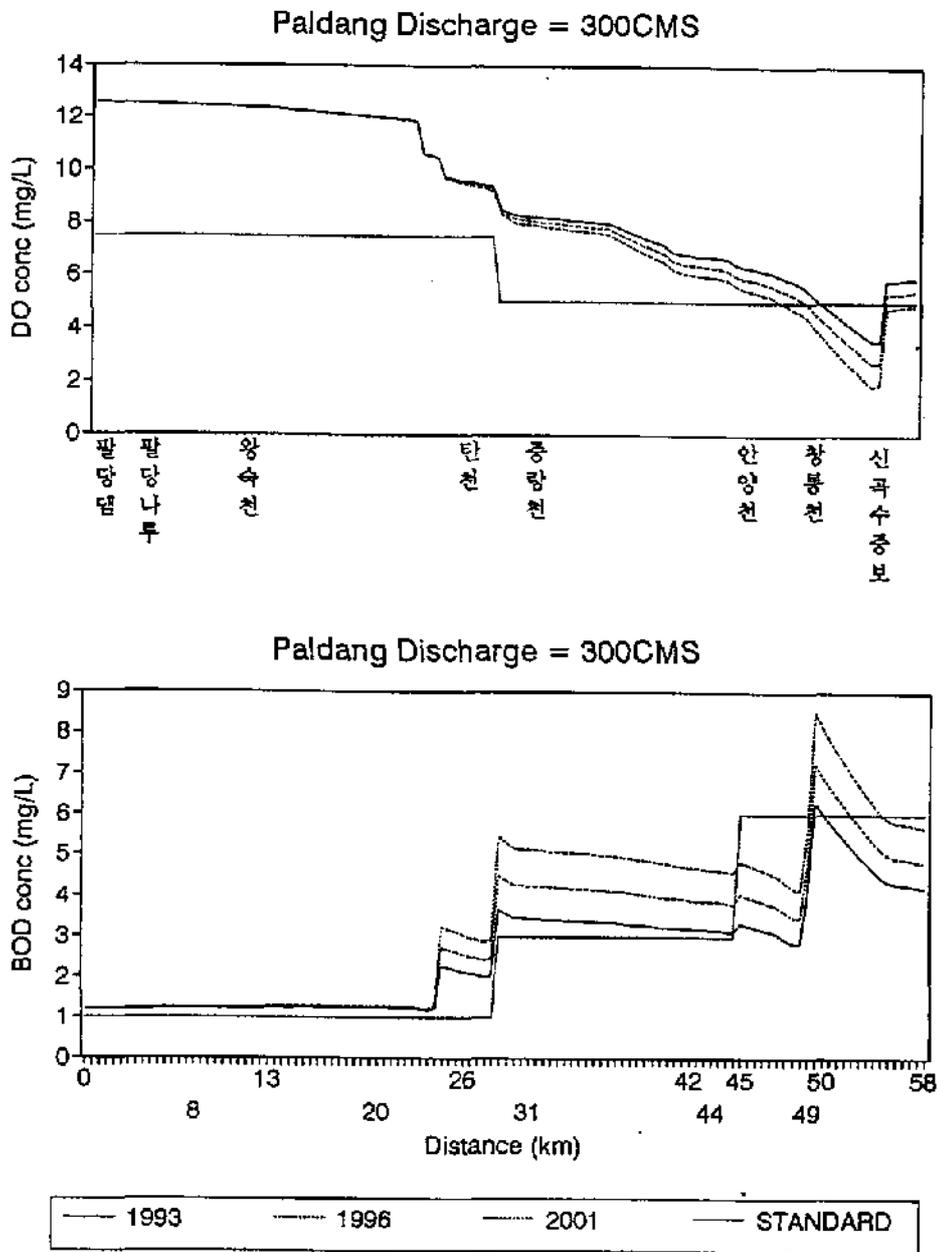
팔당방류량 125CMS, 300CMS시 RMA 모형을 이용한 중랑천 및 탄천의 합류부의 수질변화는 각각 <그림 4.6>, <그림 4.7>과 같다. 이와같이 지천의 영향이 한강분류 左岸 또는 右岸의 수질에 영향을 미친다. 따라서 지천이 합류되는 수역에서는 한강분류를 좌, 중, 우 지점으로 나누어서 수질을 측정하여야 할 것으로 판단하였다.

RMA 모형을 고려하여 선정된 한강의 수질자동 측정지점은 <그림 4.8>과 같다. 즉

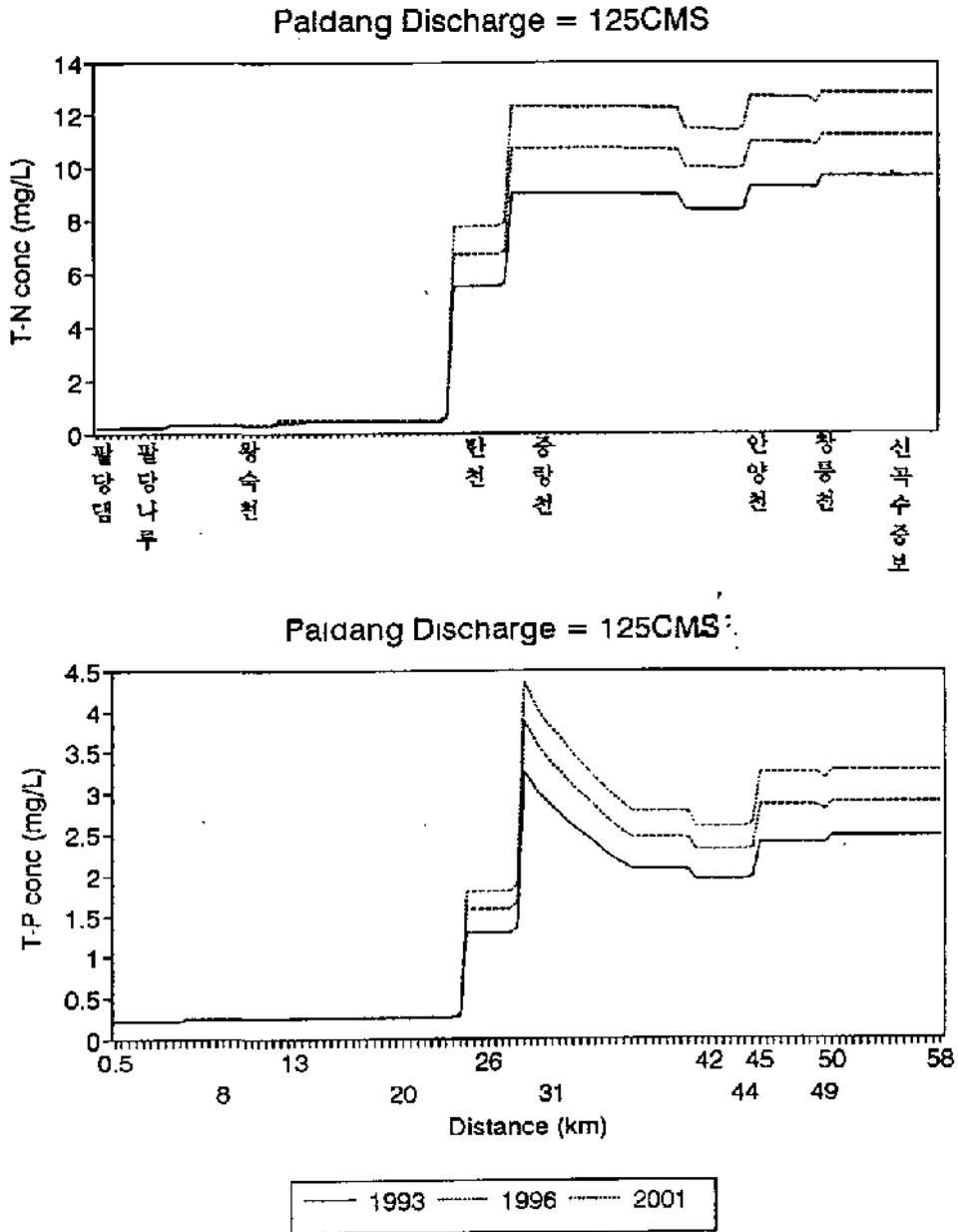
- 첫째, 왕숙천 합류수역에서 천호대교수역 사이의 구간중 좌, 중, 우지점,
- 둘째, 잠실수중보 하류수역에서 한강대교수역 사이의 구간중 좌, 중, 우지점,
- 셋째, 안양천이 합류되는 수역 구간중 좌, 중, 우 세지점이 수질오염 자동측정 지점으로 선정되었다.



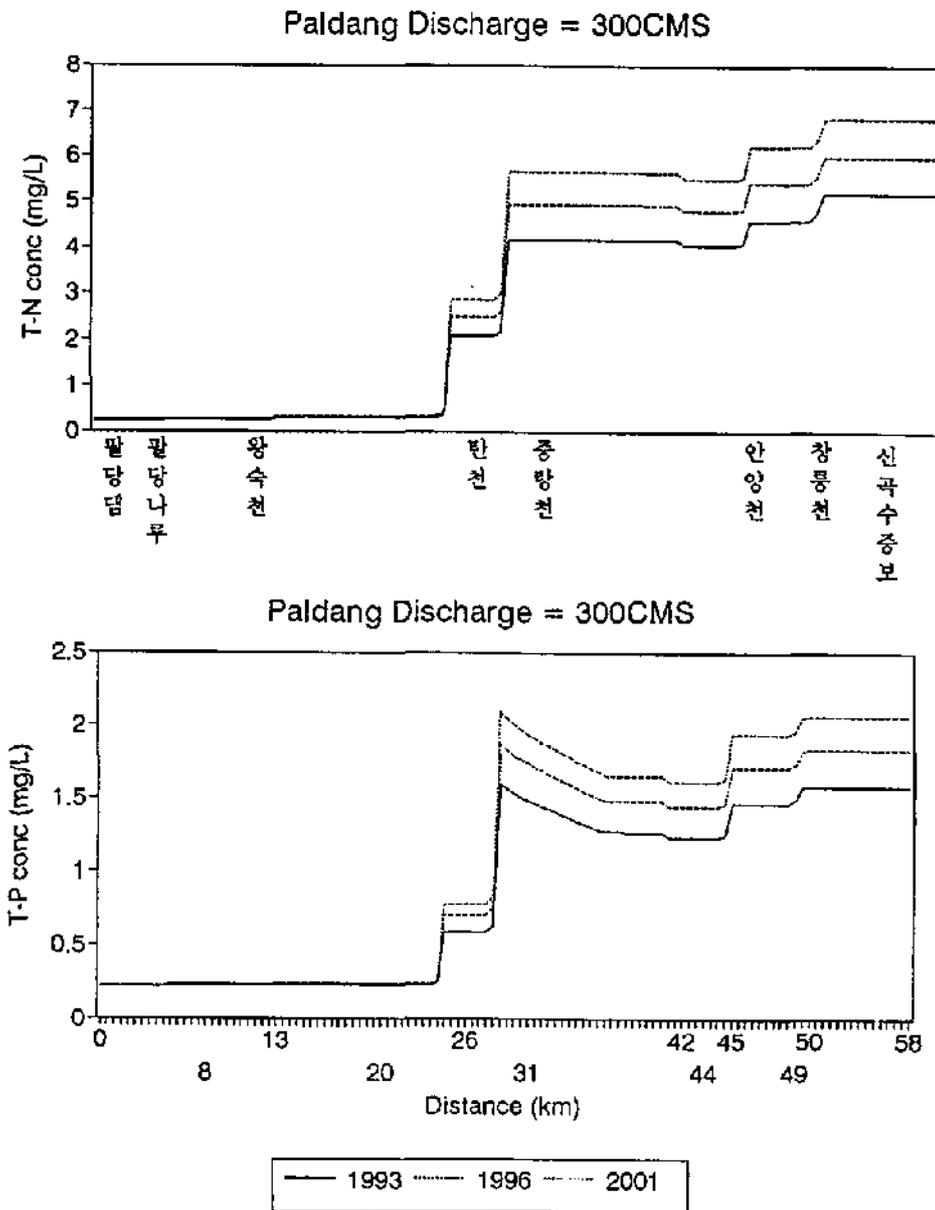
<그림 4.1> 현 상태로 하수처리시 년도별 DO, BOD변화
(필담댐 방류량=125CMS)



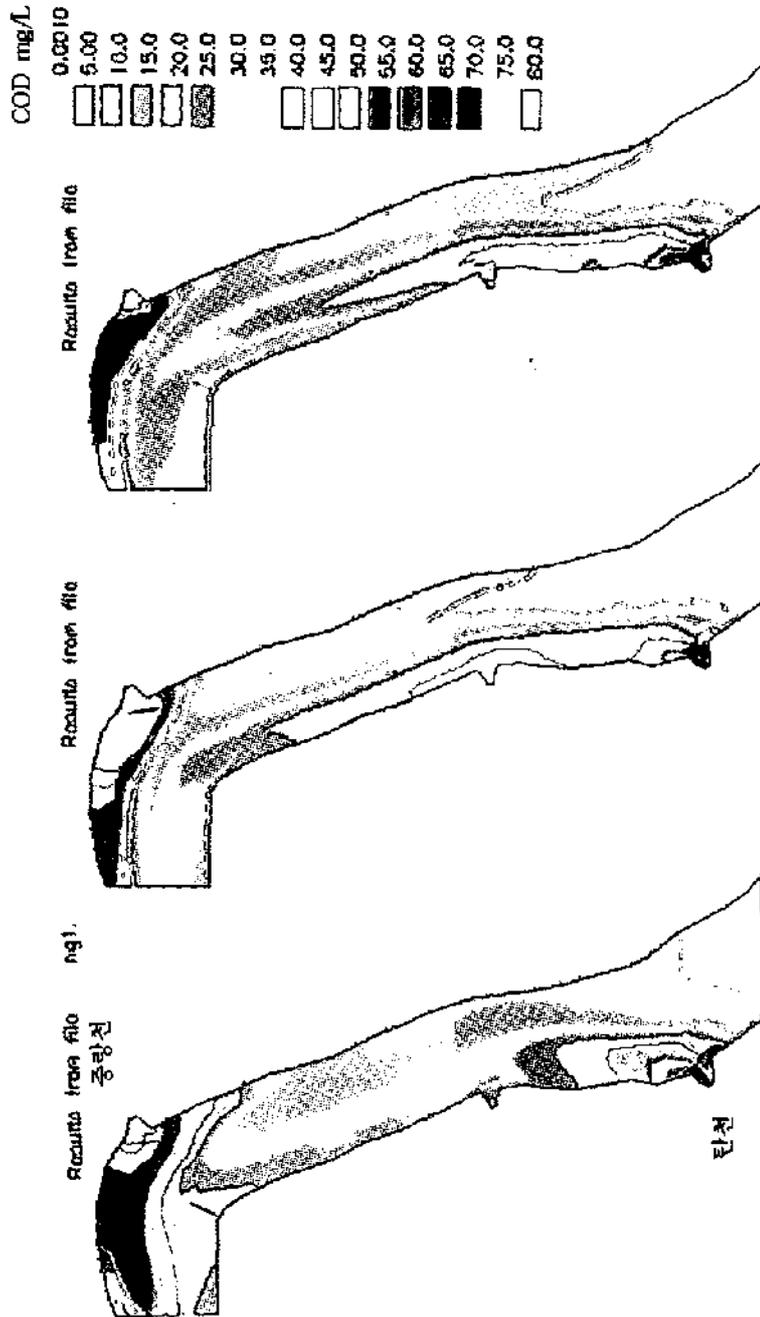
<그림 4.2> 현 상태로 하수처리시 년도별 DO, BOD변화
(팔당댐 방류량=300CMS)



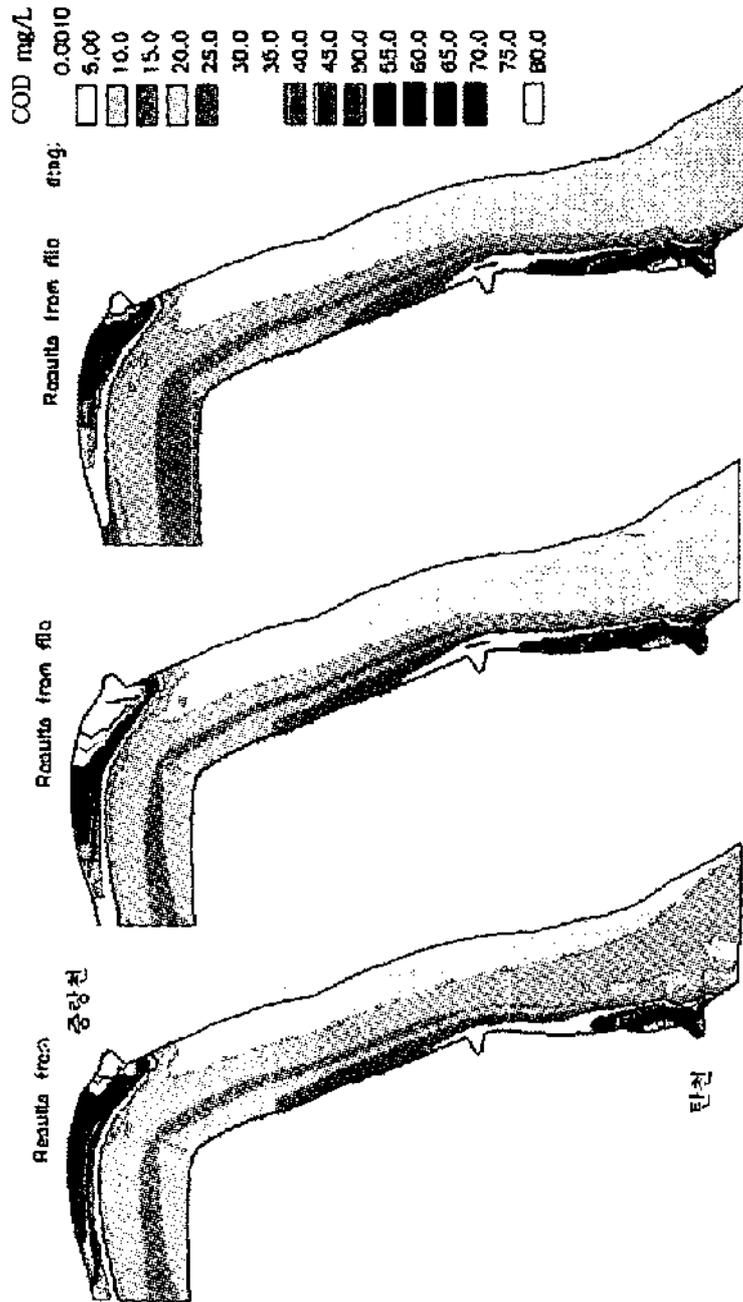
<그림 4.3> 현 상태로 하수처리시 년도별 T-N, T-P변화
(팔당댐 방류량=125CMS)



<그림 4.4> 현 상태로 하수처리시 년도별 T-N, T-P변화
(팔당댐 방류량=300CMS)



<그림 4.6> 갈수시 중랑천 및 탄천 하구에서 오염물질의 확산
 (관당방류량:125CMS, 좌포부터 13, 16, 21시간후)



<그림 4.7> 생수시 중량전 및 탄천 합류부에서 오염물질의 확산
(관당망류량:300CMS, 취수부터 13, 16, 21시간후)

4.1.3 試料採取 및 水質監視의 基本原則에 의한 測定地點 選定

하천수의 시료채취에 의한 측정지점의 선정에 대한 기본원칙은 다음과 같다.

- 1) 하천수의 성상, 계절에 따른 강우량, 유량, 유속의 시간적 변동을 고려하여 채수지점별 물의 성질을 대표할 수 있는 지점
- 2) 하천의 지류수가 합류하는 경우에는 합류전의 각 지점과 합류이후 충분히 혼합된 지점.
- 3) 하천상류에 대규모 도시하수의 방류구, 축산단지, 공업단지가 조성된 경우
- 4) 수질향상을 위하여 시급히 수질상태를 파악해야 할 필요가 있는 지점
- 5) 양호한 수질상태 유지를 위하여 보존해야 할 지점
- 6) 수질의 변화상태 및 오염추세를 파악하기 위한 지점
- 7) 수체에 유입되는 오염물질 및 그 영향을 파악하기 위한 시점
- 8) 담수와 해수의 혼합지점에서 담수의 오염부하량을 파악할 수 있는 지점
- 9) 본류수역의 수질에 영향을 미치는 지류천의 수
- 10) 상수원 수역의 수질감시를 위해 측정망을 설치할 지점은 突發水質汚染事故 등에 의한 급격한 수질변동상황을 확인한 후 상수원 오염으로의 확산을 차단하는데 필요한 대응시간이 확보되는 위치에 설치되어야 한다. 따라서 수질 감시를 위하여는 水質自動測定裝置를 상류방향으로 오염물질의 유하거리 이상의 지점에 설치하여야 한다.

오염물질의 유하거리란 오염물질의 검출후 오염물질이 취수장에 도달하기 전에 취수장 유입수를 차단할 수 있는 충분한 시간이 확보될 수 있는 거리를 말하며 다음식과 같이 오염물질 도달시간과 수역의 유속에 의하여 결정된다.

$$\text{오염물질의 유하거리} = \text{오염물질의 취수장 도달시간} \times \text{수역 최대유속}$$

여기서 오염물질의 취수장 到達時間은 자동측정시간과 오염상황통보 및 유입수차단시간에 의하여 결정되므로 약 3시간이 소요되는 것으로 판단하고 있다.

즉 既報告된 研究(본 서울시정개발연구원의 한강수질관리 효율화 방안 연구)에서 RMA모형을 이용하여 천호대교지점에서 불의의 유해물질사고시 模擬發生한 결과도 <그림 4.9>처럼 잠실수중보 상류의 취수원지점에 有害物質이 약 3시간 후에 도달하여 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 즉 본 연구에서는 汚染物質의 유하거리를 약 3시간후에 도달하는 거리로 판단하였다.

따라서 수질감시 및 시료채취의 기본원칙에 의하여 선정된 수질자동측정지점은 <표 4.1>과 <그림 4.10>과 같이 광당호의 방류직후 지점을 비롯한 9개지점이었다.

<표 4.1> 수질감시 및 시료채취의 기본 원칙에 의해 선정한 수질자동측정지점

선정된 측정지점	설치기준	비고
필담호 방류후의 지점	기본원칙의 (1), (5), (6)	
왕숙천 합류전의 지점	(2)	
천호대교지점	(2), (10)	
탄천 합류전의 지점	(2)	
중랑천 합류전의 지점	(2)	
중랑천 합류후의 지점	(2)	
노량진(한강대교)지점	(2)	
안양천 합류전의 지점	(2)	
안양천 합류후 신곡수중보사이의 지점	(2)	
계	9개지점	

4.1.4 Sanders방법에 의한 측정지점 선정

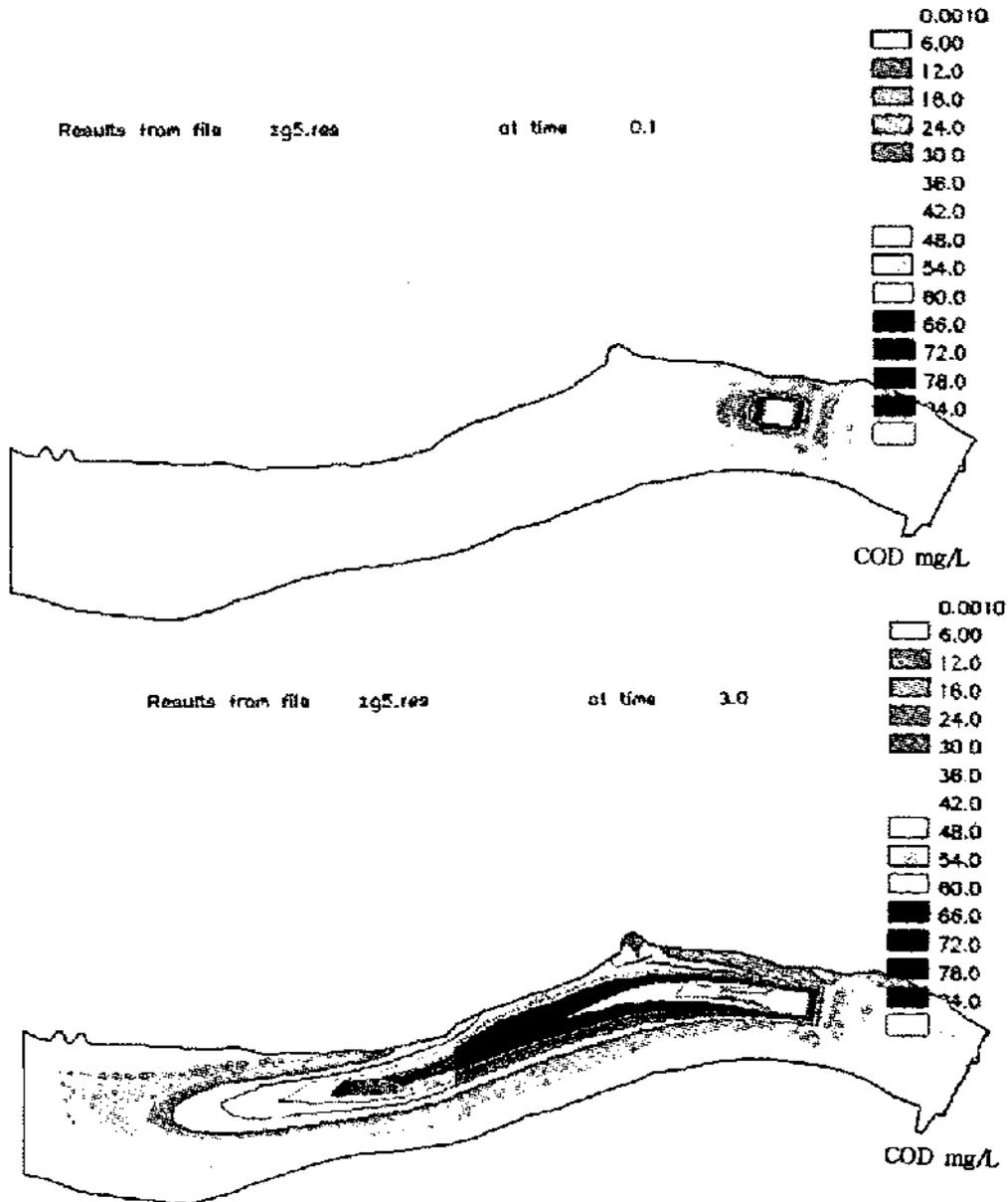
가) Sanders 방법

Sanders방법은 하천의 수질오염 측정망을 지류의 수에 의해 비례적으로 배분하는 방식으로 배치하는 방법이다. 이 방법은 상류의 지류수에 따라 하천의 차수를 정하고, 이를 이용해 우선순위를 정하여 순차적으로 측정지점을 결정해 나가는 방법이다. 여기서 지류는 모두 각각 하나의 점오염원의 의미를 갖는다. Sanders방법에 의한 측정지점 선정 예를 보면 <그림 4.11>과 같다.

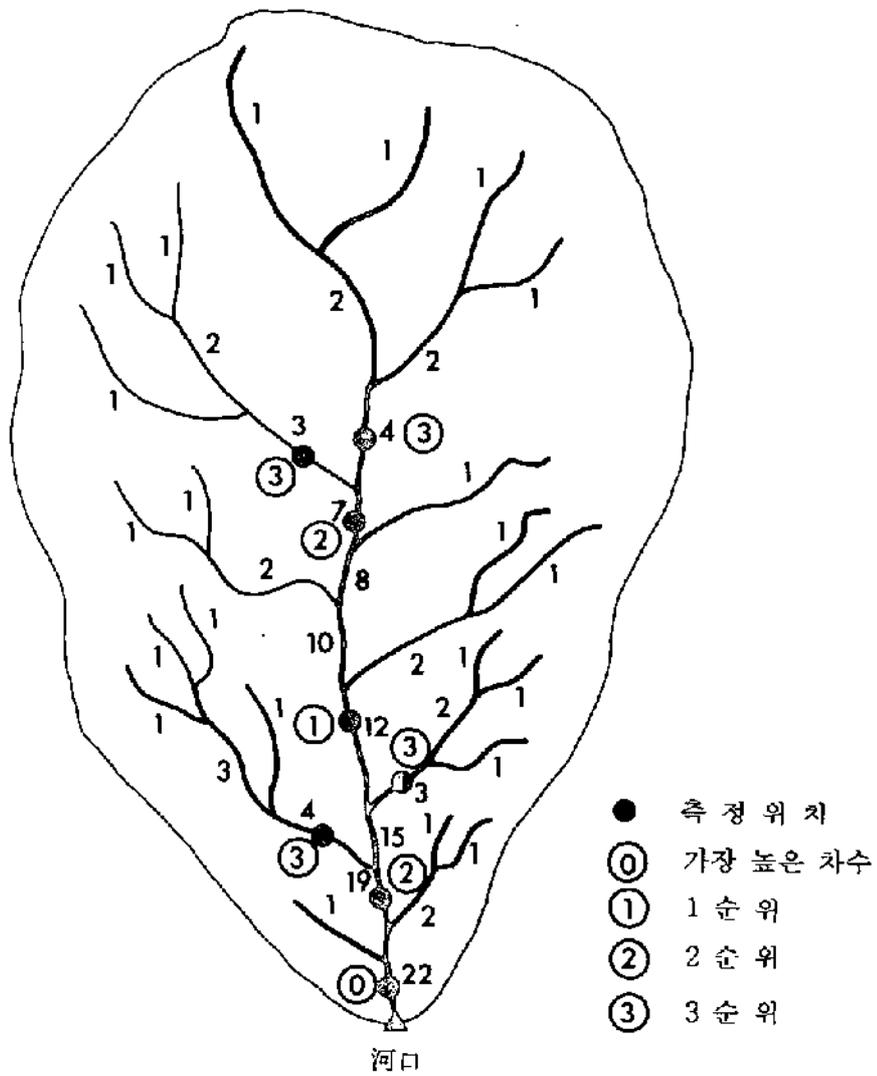
- (1) 어떤 유입지류도 갖지 않는 소하천은 차수 1의 값을 갖도록 한다.(만약 두개의 외부지류가 들어오는 하천은 차수 2의 값을 갖는다)
- (2) (1)의 방식으로 상류로부터 하류로 내려가면서 차수를 누적하여 나간 후 하구부분의 최대차수값(총 지류의 수)이 나온 부분에 최우선 측정망을 설치한다.
- (3) (2)의 방법으로 산출된 최대차수 값을 2로 나누어 산출된 숫자의 차수를 갖는 부분이 하구 다음으로 수질오염 측정망이 배치될 지점이다. 이 지점은 하천을 크게 2등분한 위치이다.
- (4) (3)의 방법으로서 나누어진 두 부분은 다시 각각 중간부를 갖게 된다. 이 중간부의 차수를 갖는 구간이 우선순위를 갖는다.
- (5) (1)-(4)의 방법을 반복하여 미리 정해둔 <측정지점수/총지류수>값으로서 정해지는 面積密度比率에 해당하는 값이 얻어질 때까지 측정지점의 위치를 결정해 나간다.

나) Sanders방법에 의한 측정지점 선정

Sanders방법으로 선정한 측정지점은 <그림 4.12>와 같이 최우선 측정지점으로 신곡수중보상류지점이며, 두번째 측정지점은 노량진지점, 세번째 우선순위 측정지점은 구의취수원지점과 안양천 습流후 지점이다.



<그림 4.9> 천호대교부근에서 불시의 사고로 인한 유해물질이 침실수중보
 취수원에 미치는 영향(1개 요소에서 100g/scc로 유출될 경우)



<그림 4.11> Sanders 방법에 의한 측정지점 선정예

여기서 하천의 갈수시 건천화되거나 하천의 폭이 극히 좁아지는 제약성 때문에 중랑천등의 상류지류등은 차수를 부여하지 않고 제외하였다. 즉 중랑천을 차수 1값을 갖는 것으로 보고 계산하였다.

4.2 합리적인 수질오염 자동측정망의 측정지점 선정 및 중단기 방향

4.2.1 合理的으로 선정된 측정지점

본 연구의 범위인 한강에 대한 수질오염 자동측정망 設置目的은 한강의 이용 목적에 따라 수질감시와 수질관리로 구분하여 전개하였다. 첫째, 잠실수중보 상류지역은 상수원수역이므로 수질오염 자동측정망은 수질감시의 목적을 가지고 설치·운영되어야 하며, 잠실수중보하류수역에서는 친수수역관리나 생태계보전 및 유지등을 위한 수질관리의 목적을 가지고 설치·운영되어야 한다.

본 연구에서 수질오염 자동측정망의 측정지점은 4.1절에서 선정한 측정지점과 3.1.2절에 설명된 현재 설치되어 있는 자동측정소의 지점을 도식화하면 <그림 4.13>과 같다. 4가지 방법으로 선정한 측정지점중 다수가 重複되는 측정지점과 하천의 지형등을 고려하여 합리적으로 선정한 수질오염 자동측정지점은 아래와 같이 팔당호 방류후 지점을 비롯한 8개지점이었다<그림 4.14참조>.

- 팔당호 放流後의 지점.
- 구의취수장 지점의 좌, 우 또는 구의취수장과 암사취수장 지점.
- 노량진지점(한강대교)의 좌, 우.
- 안양천 합류후 신곡수중보사이(행주대교)의 지점.
- 중랑천의 하류지점(현 수질자동 측정소 위치).
- 탄천의 하류지점(현 수질자동 측정소 위치).
- 안양천의 하류지점(현 수질자동 측정소 위치).
- 왕숙천의 하류지점.

가) 취수원 수역의 水質監視를 위한 測定地點 選定

취수원 수역의 수질감시를 위한 측정지점은 앞서 선정된 측정지점중

①팔당호의 직방류후 지점과

②구의 취수장지점의 좌, 우(또는 구의취수장지점과 암사취수장지점)

③왕숙천하류지점이다.

팔당호 직방류 지점의 측정망은 남양주시 와부읍에 건설될 강북정수장의 취수장에 그 위치를 정하면 합리적일 것으로 판단된다.

또한 既設置된 암사, 구의, 자양, 풍납 취수장의 수질자동측정소는 오염물질의 유하거리를 고려하여 구의정수장 취수원의 좌, 우지점(또는 구의취수장지점과 암사취수장지점)으로 통합되어야 하며, 또한 구의취수장의 수질자동측정소는 종합수질자동센타로 확대하여 생물모니터링 시스템을 도입하여야 할 것이다. 왜냐하면 현재 수질오염 자동측정망은 제한된 수질측정항목을 가지고 있으며, 앞으로 有害化學物質이나 發癌性物質, 農藥物質등이 더욱 광범위하게 이용될 것을 고려하면 생물모니터링시스템의 도입이 필수적이라고 판단된다. 현재 생물모니터링 시스템은 아직 연구단계에 머무르고 있으므로 수도기술연구소에 관련전문가를 확보하여 기술을 개발하고 효율적으로 운영하는 것이 바람직할 것이다. 왕숙천 하류지점의 수질자동측정소 설치의 설치지점이 서울시界外地域이다. 따라서 서울시는 왕숙천 수질자동측정소의 설치를 경기도에 건의해야 하며, 또한 가능하면 서울시의 장비 및 수질자동측정에 관한 기술 및 유지관리 업무를 지원하여야 할 것이다.

나) 생태계보전 및 친수수역관리를 위한 측정지점 선정

생태계보전 및 친수수역관리를 위한 측정지점 선정을 보면 앞서 선정된 측정지점중 漢江本流에는

①노량진지점(현 한강대교)의 좌, 우

②안양천 합류후 신곡수중보사이(행주대교지점)의 지점이며, 지천에는

③탄천의 하류지점(현 수질자동 측정소 위치)

④송량천의 하류지점(현 수질자동 측정소 위치)

⑤안양천의 하류지점(현 수질자동 측정소 위치)이다.

노량진의 좌, 우지점은 현재 한강대교에 설치되어 있는 수질자동측정소를 확대하여 설치하거나 현재 지점의 반대편 하안지점에 측정소위치를 확보하여 설치할 수 있을 것이다. 또는 현 한강대교사이에는 중지도가 있으므로 중지도에 측정소의 부지를 확보하여 좌, 우지점을 선택할 수도 있을 것이다. 試料採取는 교량밑으로 채수관을 설치하고 펌프를 이용하면 가능할 것이다.

행주대교의 지점은 한강의 최남단에 위치하는 측정소로서 한강의 총오염물질이 모이는 지점으로 중요한 의미를 가지고 있다. 또한 한강의 조석간만에 의한 수질의 停滯에 따른 현상이 나타나는 지점이다. 안양천합류후 신평수중보사이 수역에 수질오염 자동측정소는 그 설치위치를 확보하기가 비교적 어려운 현실을 감안할 경우 행주대교의 확장시 측정소의 위치를 확보하는 것이 최선의 방법이라 판단된다. 따라서 행주대교의 확장이 예정되어 있는 바 다리 중앙 또는 인근에 水質自動測定所를 설치하여야 할 것이다.

탄천 및 중량천, 안양천의 측정지점은 현재 비교적 잘 설치된 측정소가 있으므로 이를 이용하는 것이 바람직하다.

4.2.2 中長期 수질자동측정소 설치 및 통합 방향

가)統攝의 기본방향

1)수질자동측정소는 수역을 대표할 수 있는 곳에 설치한다.

2)취수원의 수질감시를 위해 수질자동측정과 함께 생물모니터링시스템을 병행하여야 한다.

3)취수원의 突發 有害物質事故時와 생태계유지 및 친수수역의 수질관리를 위해 수질모델링이 잘 개발되어 운용되어야 할 것이다.

수질자동측정소의 설치 및 통합방안은 앞서 살펴본 여러모형의 방법에 의하여 한강본류는 크게 상(팔당호 직방류 지점; 수질감시와 수질관리의 2가지 목적을 수행함), 중(노량진지점), 하(행주대교지점)와 수질감시를 위한 구의 취수장지점

등 4곳에 측정소를 설치하도록 하였다. 또한 지천의 수질감시 및 관리를 위한 측정소는 왕숙천, 중랑천, 탄천, 안양천등 4곳에 측정소를 설치하도록 하였다.

가)중기적 설치 및 통합방향

1)설치방향

合理的으로 선정된 측정지점중 기설치된 수질오염 자동측정망을 고려하면 2000년까지 중기적으로 설치해야 할 측정지점은 취수원의 수질감시를 위한 팔당호의 방류직후의 지점과 한강의 총 오염물질량이 모이는 수질관리를 위한 행주대교의 지점이다. 팔당호 放流水의 측정소는 강북취수장의 건설시 확보하는 것이 바람직하고, 또한 신곡수중보의 측정지점은 행주대교의 확장시 측정위치를 확보하는 방안이 강구되어야 할 것이다.

2)統合方向

수질감시를 위한 수질오염 자동측정망의 통합방향을 보면 현재 팔당호하류에서 삼실수중보사이의 서울시 保健環境研究院에서 운영하고 있는 수질오염 자동측정망중 광암정수장내에 있는 팔당수질자동측정소와 구의취수장내에 있는 구의 자동측정소, 자양 취수장내에 있는 잠실 자동측정소는 상수도사업본부에서 운영하고 있는 광암정수장의 자동측정소 및 구의 정수장의 자동측정소, 자양정수장의 자동측정소로 통합되어야 한다. 즉 서울시 保健環境研究院에서 운영하고 있는 3개 수질자동측정소는 중복운영되고 있으므로 상수도 사업본부로 이관하여 운영하도록 하는 것이 바람직하다. 5.4절에서 제시되어 있는 것처럼 수질자동측정소 1곳의 유지관리비는 연간 약 3천만원이 소요되는 것으로 나타나고 있으므로 3곳의 수질자동측정소의 통합으로 연간 9천만원 가까운 유지관리비를 절감할 수 있을 것으로 판단되었다(5.4절의 수질자동측정소의 유지관리비 참조).

한강하류에 위치한 영등포 수질자동측정소는 중기계획에 의해 설치하도록 제시된 행주대교의 수질측정망으로 통합하도록 한다. 행주대교 확장시 행주대교 옆 하안등에 부지를 확보하고, 試料는 다리밑에 관을 설치하여 채취하는 방안을

강구할 수 있을 것이다. 이때 영등포 수질측정소는 最下流인 행주대교의 수질측정소가 설치될 때까지 운영되어야 할 것이다. 왜냐하면 현재 한강의 최남단의 수질자동측정소가 영등포 수질자동측정소이기 때문이다. 또한 현재 가농중지상대인 보광측정소 및 가양측정소는 합리적인 측정지점에 포함되어 있지 않고, 측정소부지를 확보하기 어려우므로 閉鎖하고, 가양측정소의 역할은 선치하도록 제시된 행주측정소(행주대교 부근)로 代置하는 것이 바람직하다.

나) 장기적 설치 및 통합방향

1) 설치방향

합리적으로 선정된 측정지점중 既設置된 수질오염 자동측정망을 고려하면 2010년까지 장기적으로 설치해야 할 측정지점은 취수원의 수질감시를 위한 구의 측정소의 생물모니터링 운영과 한강대교의 右岸(한강의 본류를 3등분하여 우측지점)지점이다. 또한 지천의 수질오염 자동측정망은 장기적으로 측정소 설치의 부지를 확보할 수 있는 경우 하류지점으로 이전하여야 할 것이다.

장기적인 방향을 보면 한강대교(노량진지점)의 우안지점은 중지도 등에 부지를 확보하도록 한다.

2) 통합방향

취수원 수질감시를 위한 통합방향을 보면 구의 취수장에는 “종합수질자동센타”를 설치하여 생물모니터링시스템은 도입 운영하여야 하고, 구의취수장에서 잠신수중보사이의 유역을 잘 관리하여 취수원수역으로 유해물질의 유입을 차단시키면 암사, 자양, 풍납, 경기도 상수도 취수원(강남통합취수장)의 수질자동측정소의 DO, pH등 一般項目이 제외된 重金屬測定項目은 구의취수장의 “종합수질자동센타”로 통합시켜도 괜찮을 것이다.

종합수질자동센타에서는 생물모니터링에 의해 유해물질의 유입을 알리는 경보시스템을 운영하여야 하고, 警報信號가 울리면 곧바로 최신 분석장비인 GC/LC MASS Spectrometry, ICP(Inductively Coupled Plasma Atomic

Emission Spectrometer), AA(Atomic Analyzer)등을 이용하여 유해물질의 종류 및 농도를 확인하여 대처하는 시스템이 구축되어야 할 것이다. 이러한 精密裝備와 生物警報시스템을 잘 운영하기 위해서는 잘 훈련된 전문인력의 확보가 중요하다. 따라서 수도기술연구소에서 다수의 전문인력을 확보하여 종합수질자동센타를 운영하여야 할 것이다.

제 5 장 수질오염 자동측정 망의 측정항목평가

- 5.1 수질오염 자동측정망의 측정항목 평가
- 5.2 수질오염 자동측정망의 측정자료 분석
- 5.3 수질자동측정장치의 원리 및 특성
- 5.4 수질자동측정소의 유지관리 평가
- 5.5 합리적인 자동측정항목 선정

제 5 장 수질오염 자동측정망의 측정항목 평가

5.1 수분석결과와 자동측정결과와의 비교

본 연구에서는 수질자동측정장치의 正確性을 알아보기 위하여 일정기간('95년 2월 7일 ~ '95년 4월 25일)동안 수분석실험을 실시하여 자동분석결과와 비교·검토하였다. 수분석실험은 서울시 보건환경연구원에서 실시하였으며 對象地點은 팔당, 구의, 잠실, 노량진, 영등포, 중랑천, 탄천, 안양천 自動測定所이었다.

측정일시는 <표 5.1>과 같고 측정횟수는 각 지점별로 16회가 실시되었다.

<표 5.1> 수분석 실험 일시

횟수	실험일	횟수	실험일	횟수	실험일
1회	95년 2월 7일	2회	95년 2월 14일	3회	95년 2월 21일
4회	95년 2월 22일	5회	95년 3월 7일	6회	95년 3월 9일
7회	95년 3월 14일	8회	95년 3월 21일	9회	95년 3월 23일
10회	95년 3월 28일	11회	95년 4월 4일	12회	95년 4월 6일
13회	95년 4월 11일	14회	95년 4월 18일	15회	95년 4월 20일
16회	95년 4월 25일				

분석항목은 각 지점별로 6개 항목 즉 Temp, COD, DO, pH, T-N, T-P이었으며 수분석의 시료는 자동측정장치의 채수지점과 동일한 곳에서 채취하였으며 수분석방법은 공정시험법에 근거해서 실시하였다.

분석된 결과를 항목별로 살펴 보면 다음과 같다.

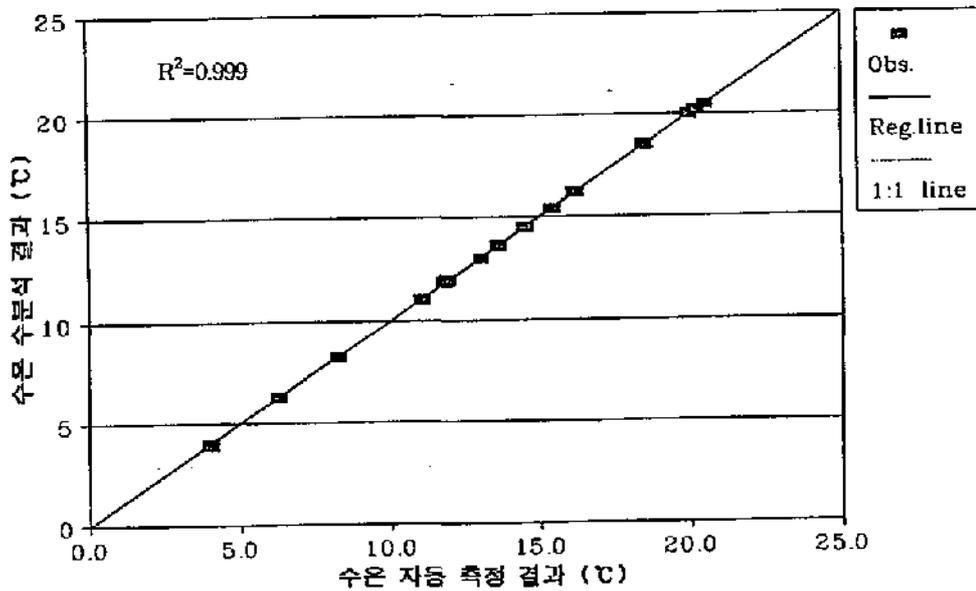
가) 水溫

<표 5.2> 각 지점별 수온의 측정치 비교

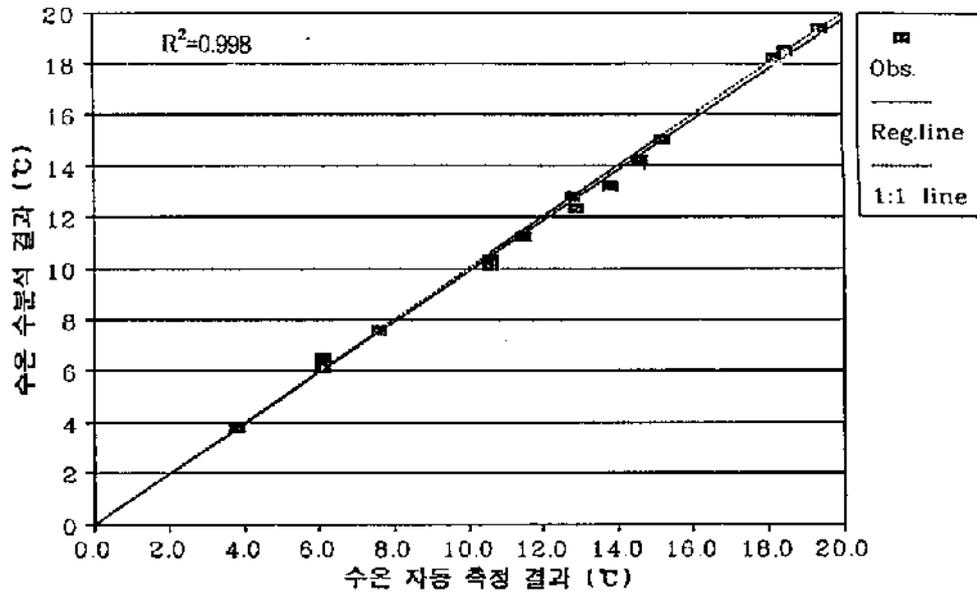
(단위 : ℃)

지점	팔당		구의		잠실		노량진		염동포		중랑천		탄천		안양천	
	자동	수동														
1	2.2	2.2	1.8	1.8	3.5	3.2	4.6	4.5	2.5	2.5	6.1	6.5	8.8	8.8	8.3	8.2
2	2.8	2.8	2.2	2.2	4.0	3.9	6.1	6.0	4.0	4.0	6.1	6.1	9.1	9.0	4.0	4.0
3	3.8	3.8	3.4	3.4	4.5	4.3	-	-	3.9	3.9	7.6	7.6	6.8	6.8	4.0	3.9
4	3.8	3.8	2.7	2.7	4.5	4.2	-	-	3.8	3.8	3.8	3.8	5.8	5.8	6.3	6.3
5	5.1	5.1	5.4	5.4	-	-	6.3	6.2	6.3	6.3	12.9	12.3	12.2	12.2	13.6	13.6
6	5.3	5.3	5.8	5.8	-	-	6.9	6.9	7.1	7.1	-	-	10.3	10.3	11.8	11.8
7	5.6	5.6	6.1	6.1	-	-	6.7	6.6	7.0	7.0	11.5	11.2	12.5	12.5	15.4	15.4
8	6.9	6.9	7.5	7.2	-	-	7.1	7.0	7.5	7.5	13.8	13.2	13.1	13.1	16.2	16.2
9	7.7	7.7	7.8	7.8	8.3	8.3	7.5	7.7	8.3	8.3	10.6	10.1	12.2	12.2	11.9	11.9
10	7.6	7.6	8.5	8.2	8.7	8.7	8.6	8.7	8.5	8.5	14.6	14.2	12.5	12.5	14.5	14.5
11	8.0	8.0	8.7	8.7	8.7	8.7	10.5	10.5	9.2	9.2	15.2	15.0	14.0	14.0	18.5	18.5
12	8.5	8.5	8.2	8.2	8.5	8.5	11.5	11.5	9.6	9.6	10.6	10.3	10.8	10.8	11.0	11.0
13	9.6	9.6	10.3	10.3	9.5	9.5	12.9	12.9	10.9	10.9	12.8	12.8	14.0	14.0	13.0	13.0
14	12.3	12.3	12.8	12.8	12.3	12.3	13.0	13.0	-	-	19.4	19.4	18.5	18.5	20.0	20.0
15	12.7	12.7	12.9	12.9	12.2	12.2	13.4	13.4	12.9	12.9	18.2	18.2	18.5	18.5	20.5	20.5
16	13.4	13.4	13.5	13.5	13.0	13.0	13.9	13.9	13.4	13.4	18.5	18.5	18.0	18.0	20.2	20.2

주) (-)는 결측치임.



<그림 5.1> 수온의 자동측정과 수분석결과의 회기분석(안양천)



<그림 5.2> 수온의 자동측정과 수분석결과의 회기분석(중량천)

水溫은 <표 5.2>와 같이 자동측정된 결과와 수분석된 결과가 거의 일치함을 알 수 있다. 회기분석결과는 <그림 5.1~2>와 <부록 1>처럼 상관계수값이 거의 1에 가깝게 나타나 수분석결과와 자동측정결과가 일치하는 것으로 나타나고 있다. 잠실과 노량진등 6개지점의 온도측정결과는 <부록 1>에 수록하였다.

결측치는 자동측정장치의 維持, 補修등으로 측정이 이루어지지 않은 경우이다.

나) pH

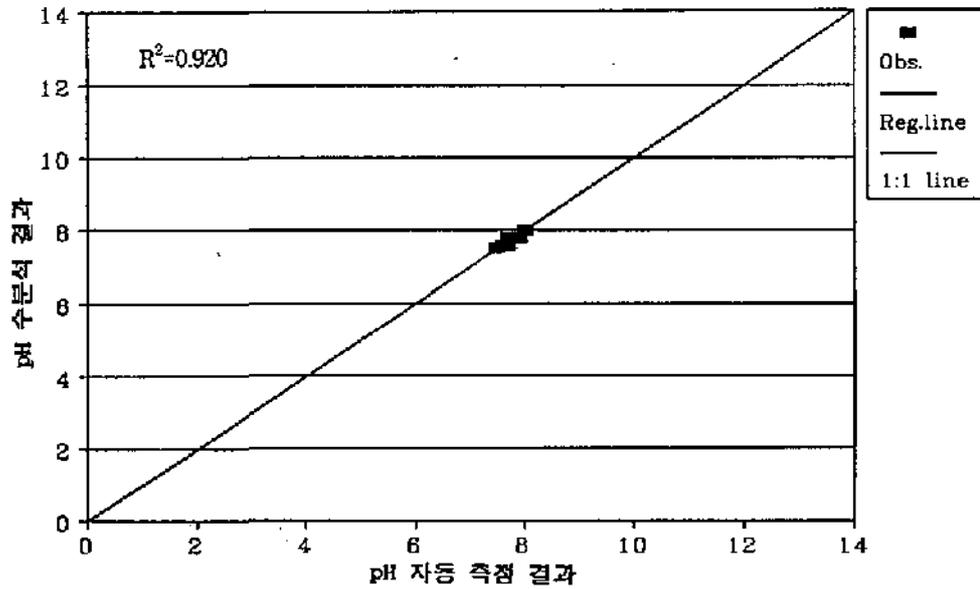
pH에 대한 자동측정결과와 수분석 결과는 <표 5.3>에 나타내었다. 회기분석 결과 상관계수값이 0.92~1로 비교적 높게 나타나고 있다. 즉 수분석 결과와 자동측정결과가 거의 一致하고 있음을 알수 있다.

<그림 5.3>은 잠실지점의 pH에 대한 결과를 나타낸 것이며, 다른 지점의 분석 결과는 <부록 1>에 나타내었다.

<표 5.3> 각 지점별 pH의 측정치 비교

지점	팔당		구의		잠실		노량진		염동포		중랑천		탄천		안양천	
	자동	수동														
1	8.6	8.6	8.3	8.3	7.7	7.8	7.1	7.1	7.3	7.3	7.7	7.6	7.5	7.5	7.5	7.5
2	8.3	8.3	8.4	8.4	7.6	7.6	7.1	7.1	7.1	7.1	7.8	7.8	7.3	7.3	7.5	7.5
3	8.2	8.2	8.3	8.3	7.9	7.8	7.1	7.1	7.1	7.1	7.8	7.8	7.4	7.4	7.4	7.4
4	8.2	8.2	8.2	8.2	7.7	7.7	7.1	7.1	7.1	7.1	7.5	7.5	7.3	7.3	7.4	7.4
5	8.9	8.9	9.0	9.0	-	-	7.3	7.3	7.3	7.3	8.0	8.0	7.2	7.2	7.5	7.5
6	8.9	8.9	8.9	8.9	-	-	7.2	7.2	7.5	7.5	-	-	7.2	7.2	7.3	7.3
7	8.7	8.7	8.9	8.9	-	-	7.1	7.1	7.4	7.4	7.8	7.8	7.2	7.2	7.3	7.3
8	8.1	8.1	8.3	8.3	-	-	7.2	7.2	7.4	7.4	7.7	7.7	7.1	7.1	7.3	7.3
9	8.1	8.1	8.0	8.0	7.7	7.7	7.1	7.1	7.3	7.3	7.3	7.3	7.1	7.1	7.3	7.3
10	7.9	7.9	8.6	8.6	7.7	7.7	7.2	7.2	7.3	7.3	8.1	8.1	7.2	7.2	7.3	7.3
11	7.9	7.9	8.4	8.4	8.0	8.0	7.3	7.3	7.4	7.4	8.0	8.0	7.1	7.0	7.3	7.3
12	8.1	8.1	8.4	8.4	7.6	7.6	7.3	7.3	7.4	7.4	7.3	7.3	7.0	7.0	7.3	7.2
13	8.5	8.5	8.5	8.5	7.8	7.8	7.3	7.3	7.4	7.4	7.9	7.8	7.1	7.0	7.4	7.4
14	8.7	8.7	8.4	8.4	7.7	7.6	7.3	7.3	-	-	7.8	7.7	7.2	7.2	7.4	7.4
15	8.6	8.5	8.2	8.2	7.7	7.7	7.2	7.2	7.1	7.0	7.9	7.9	7.0	7.1	7.4	7.4
16	8.2	8.1	8.1	8.0	7.5	7.5	7.1	7.1	7.0	7.0	7.6	7.7	6.9	7.0	7.1	7.1

주) (-)는 결측치임.



<그림 5.3> pH의 자동측정과 수분석결과의 회기분석(잠실)

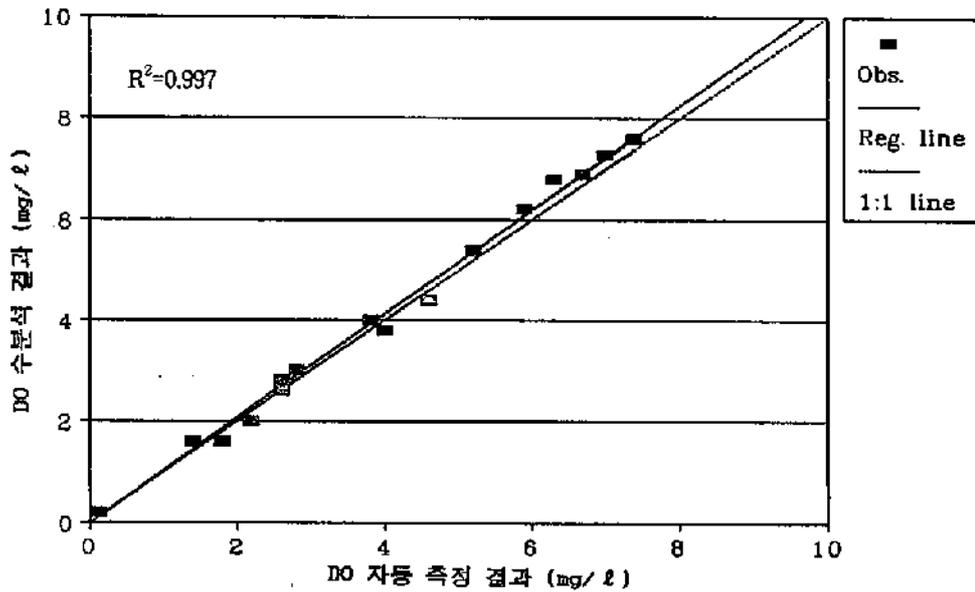
다) DO

<표 5.4> 각 지점별 DO의 측정치 비교

(단위 : mg/l)

지점 횟수	판남		구의		정실		노량진		염동포		중랑천		관천		안양천	
	자동	수동	자동	수동												
1	14.9	15.1	15.2	15.2	-	13.4	9.9	10.3	10.3	9.6	10.6	9.3	11.5	11.6	6.3	6.8
2	14.4	14.3	14.3	14.4	-	11.5	10.2	10.0	-	8.0	15.6	15.4	11.1	10.8	5.9	6.2
3	14.1	14.1	13.8	14.0	13.2	12.7	10.9	10.5	-	9.0	15.2	14.1	12.6	12.8	7.0	7.3
4	14.0	14.1	14.2	14.0	13.3	14.0	10.8	10.5	9.1	10.0	12.0	10.5	11.7	11.7	7.4	7.6
5	15.0	14.9	15.0	15.2	-	-	11.2	11.4	10.3	10.3	13.8	13.6	10.0	10.0	6.7	6.9
6	14.6	14.4	14.8	15.0	-	-	10.4	10.5	10.9	10.5	-	-	9.5	9.4	5.2	5.4
7	13.8	13.7	14.7	14.9	-	-	10.3	10.5	9.7	9.7	11.3	11.0	9.9	9.9	3.8	4.0
8	12.7	12.6	13.2	13.0	-	-	11.2	11.4	10.2	10.2	10.2	9.2	8.9	8.9	1.4	1.6
9	12.7	12.9	13.1	12.9	11.6	12.0	9.9	9.7	9.8	9.6	4.0	3.0	8.7	8.5	2.6	2.8
10	12.6	12.8	13.2	13.6	11.4	11.8	10.3	9.9	9.9	9.9	10.2	10.8	9.5	9.5	2.8	3.0
11	12.2	12.2	13.5	13.6	11.0	10.9	8.8	8.7	9.9	10.0	10.2	10.0	10.0	10.0	2.6	2.6
12	12.4	12.5	13.4	13.2	10.9	11.0	8.6	8.7	10.2	10.0	4.2	4.8	10.2	10.2	1.8	1.6
13	12.0	12.2	12.7	12.9	10.3	10.5	8.5	8.4	9.6	9.6	10.4	10.6	10.4	10.4	2.2	2.0
14	11.2	11.3	11.7	11.9	9.5	9.8	10.6	10.7	-	-	9.6	9.7	9.5	9.5	4.0	3.8
15	10.6	10.7	11.4	11.5	9.5	9.7	9.3	9.6	7.7	7.9	10.1	9.8	8.9	8.9	4.6	4.4
16	10.2	10.3	11.1	11.0	9.2	8.9	6.9	6.7	6.2	6.0	9.2	8.9	8.4	8.4	0.1	0.2

주) (-)는 결측치임.



<그림 5.4> DO의 자동측정과 수분석 결과의 회귀분석(안양천)

DO에 대한 자동측정결과와 수분석결과는 <표 5.4>와 같고, 회기분석결과는 <그림 5.4> 및 <부록 1>과 같이 상관계수가 0.954~0.999로 나타나서 자동측정 결과가 수분석결과와 비교적 일치하고 있음을 알 수 있었다. 자동측정결과와 수분석결과와의 약간의 誤差는 시료채취시에 나타날 수 있는 현상으로 생각된다. 따라서 자동측정결과는 수분석결과로 계속 보정하면서 측정하면 약간의 오차도 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

<그림 5.4>는 안양천에 대한 DO의 회기분석 결과이며 잠실, 노량진 등 7개 지점의 회기분석결과는 <부록 1>에 收錄하였다.

라) COD

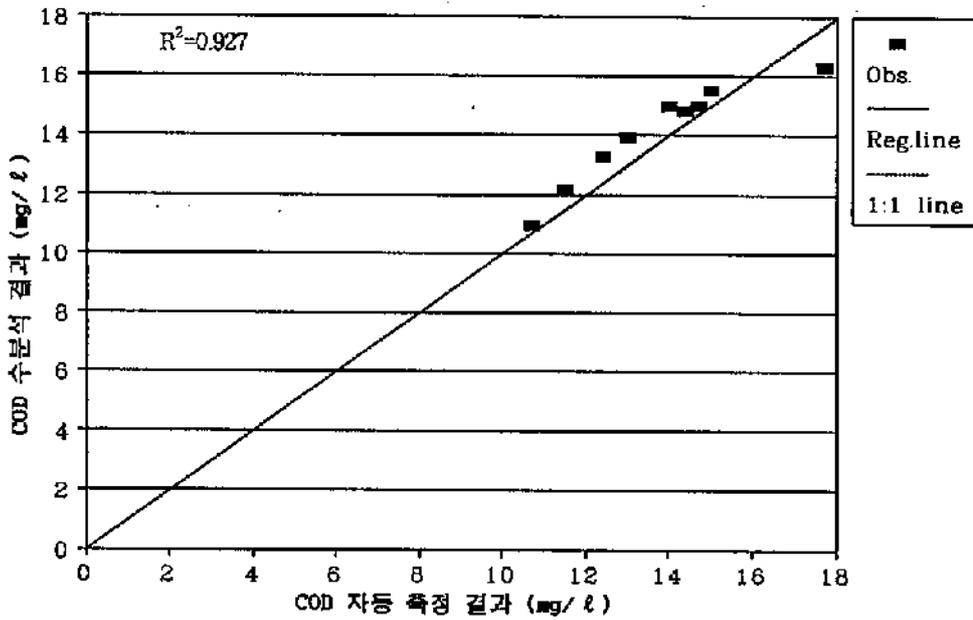
COD에 대한 자동측정결과와 수분석결과는 <표 5.5>에 나타내었으며, COD에 대한 회기분석결과는 <그림 5.5~5.6>과 <부록 1>과 같이 상관계수가 0.842~0.938로 나타났다. 즉, 자동측정결과와 信賴度가 높은 것을 알 수 있다.

<표 5.5> 각 지점별 COD의 측정치 비교

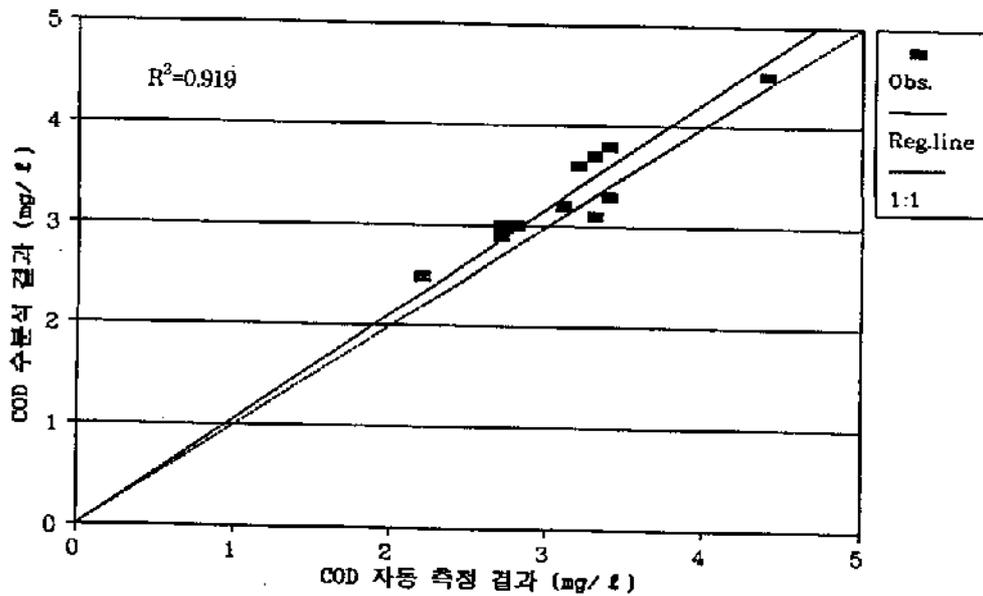
(단위 : mg/l)

지점 꺾수	필당		구의		잠실		노량진		영등포		중랑천		한천		안양천	
	자동	수동	자동	수동	자동	수동	자동	수동	자동	수동	자동	수동	자동	수동	자동	수동
1	-	-	2.2	2.5	2.7	3.0	3.8	3.3	4.3	4.2	11.6	12.8	10.4	11.2	18.0	19.1
2	-	-	2.3	2.2	2.8	3.0	4.0	3.8	5.1	4.7	16.0	16.2	10.7	11.0	14.0	15.0
3	-	-	2.0	2.1	2.2	2.5	4.2	3.8	4.6	4.1	15.0	15.5	7.5	6.8	-	12.6
4	-	-	2.0	2.2	2.7	3.0	3.4	4.3	4.9	5.4	15.7	16.0	8.8	9.0	13.0	13.9
5	-	-	5.3	4.3	-	-	5.8	5.2	5.3	5.0	-	15.6	9.3	10.2	18.5	19.1
6	-	-	3.5	3.3	-	-	-	3.9	5.7	6.2	-	-	9.3	10.8	23.8	20.8
7	-	-	-	3.5	-	-	-	3.9	4.4	4.4	13.7	14.2	8.9	9.9	18.2	18.2
8	-	-	3.8	3.6	-	-	3.7	3.9	3.4	3.7	-	16.2	8.7	8.0	17.7	16.3
9	-	-	4.2	4.4	3.4	3.8	-	4.0	4.4	4.8	13.6	14.2	8.6	9.0	20.2	-
10	-	-	3.5	4.0	4.4	4.5	2.6	3.0	3.6	4.6	-	14.4	8.3	8.7	11.5	-
11	-	-	3.7	3.7	3.2	3.6	3.7	3.7	10.0	9.2	13.6	14.8	8.1	8.5	14.7	-
12	-	-	3.0	2.8	2.7	2.9	3.3	3.7	4.6	4.8	13.7	13.9	7.5	7.9	12.4	-
13	-	-	3.3	3.6	3.3	3.7	3.9	3.0	4.5	5.3	14.8	15.8	7.7	8.2	10.7	-
14	-	-	2.7	2.9	3.3	3.1	5.1	5.0	5.0	5.1	13.9	14.2	8.0	8.2	-	-
15	-	-	2.9	3.0	3.4	3.3	5.9	6.0	6.3	6.1	14.1	14.4	6.0	6.2	14.4	-
16	-	-	3.1	3.4	3.1	3.2	-	3.5	4.3	4.6	13.4	14.0	10.9	11.2	15.0	-

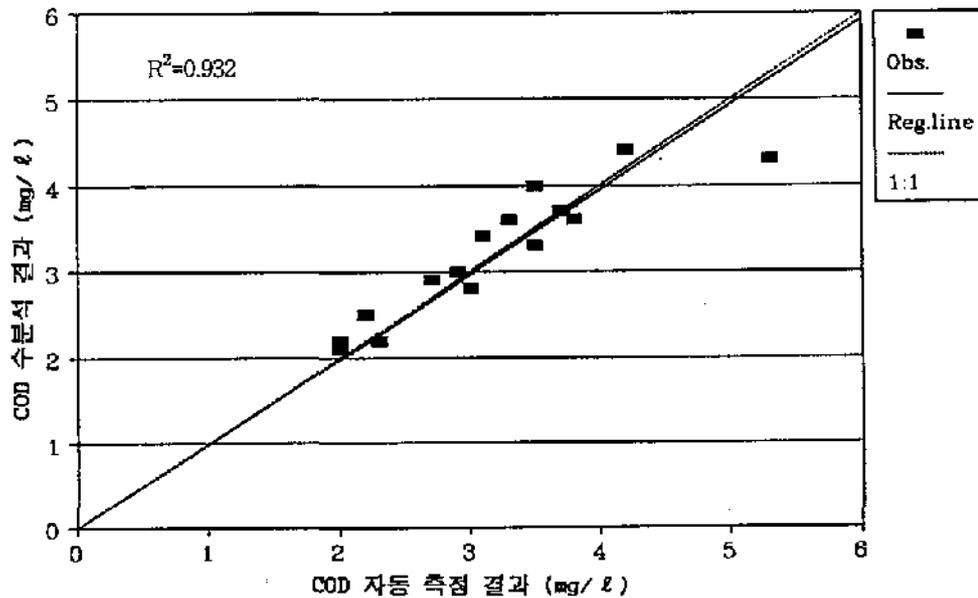
주) (-)는 결측치임.



<그림 5.5> COD의 자동측정과 수분석 결과의 회귀분석(안양천)



<그림 5.6> COD의 자동측정과 수분석 결과의 회귀분석(잠산)



<그림 5.7> COD의 자동측정과 수분석 결과의 회기분석(구의)

마) T-N 및 T-P

T-N 및 T-P의 자동測定裝置는 노량진과 영등포측정소에만 설치되어 있고 다른 지점에서는 자동측정된 결과가 없으므로 노량진과 영등포지점에서만 手分析測定을 실시하여 비교하였다.

노량진지점 및 영등포지점의 T-N, T-P에 대한 자동측정 및 수분석측정결과는 각각 <표 5.6>, <그림 5.8>과 <표 5.7>, <그림 5.9~5.10>에 나타내었다.

T-N의 경우 노량진지점에서는 자동측정 결과와 수분석 결과는 상관계수가 0.945로 나타나서 자동측정결과가 수분석결과와 一致하고 있음을 알 수 있다. 또한 영등포 T-N의 경우에도 상관계수가 0.838로 나타나 자동측정결과의 신뢰도가 比較的 높은 것으로 나타났다.

노량진지점의 T-P에 대한 자동측정결과와 수분석결과는 상관계수가 0.512로 나타나서 다른 항목에 비해 誤差가 크게 나타나고 있다. 따라서 T-P에 대한 자동측정결과는 수분석실험에 의해 持續的인 보정이 이루어져야 하며, 자동측정시 나타날 수 있는 오차를 계속 排除시켜 나가야 할 것이다.

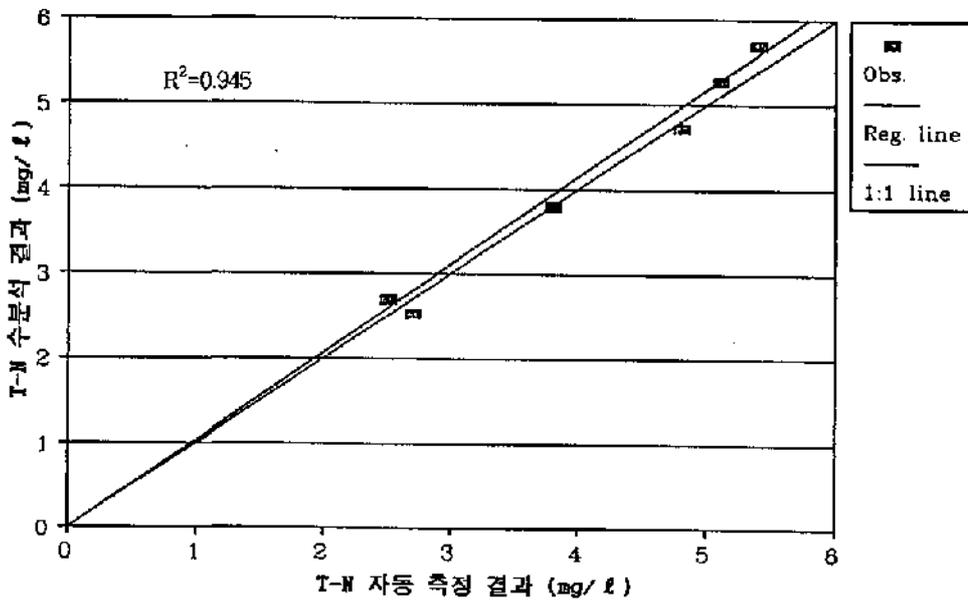
< 표 5.6 > T-N의 측정치비교
(단위:mg/l)

지점	노량진		영등포	
	자동	수분	자동	수분
1	0.2	0.3	0.2	0.2
2	0.1	0.1	0.3	0.2
3	0.2	0.1	0.3	0.2
4	-	0.2	0.3	0.2
5	-	0.2	-	0.3
6	-	0.2	-	0.3
7	-	0.2	-	0.2
8	-	0.1	-	0.2
9	0.2	0.2	-	0.2
10	-	0.2	-	0.2
11	0.2	0.20	-	0.2
12	0.2	0.2	-	0.3
13	0.3	0.2	-	0.3
14	0.3	0.2	-	0.2
15	0.4	0.2	0.3	0.2
16	0.3	0.2	0.3	0.2

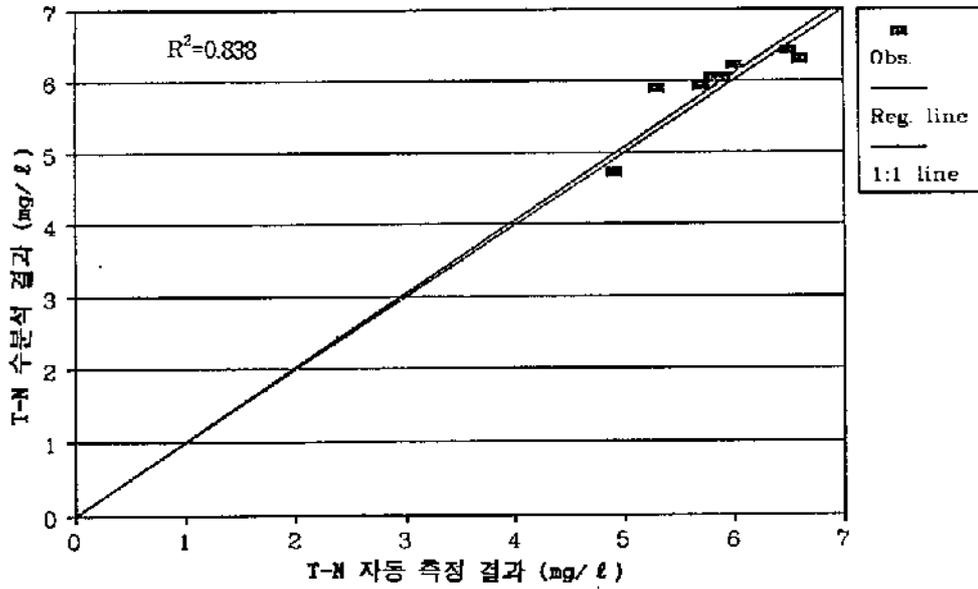
< 표 5.7 > T-P의 측정치비교
(단위:mg/l)

지점	노량진		영등포	
	자동	수분	자동	수분
1	-	4.7	6.5	6.4
2	-	4.6	6.6	6.3
3	-	3.7	6.0	6.2
4	-	4.3	5.3	5.9
5	-	3.5	-	2.8
6	-	3.7	-	5.8
7	-	3.3	-	4.8
8	-	2.9	-	4.8
9	-	-	4.9	4.7
10	-	-	-	4.6
11	2.7	2.7	-	3.9
12	2.5	2.5	-	4.4
13	3.8	3.8	-	4.5
14	4.8	4.8	5.8	6.0
15	5.4	5.4	5.7	5.9
16	5.1	5.1	5.9	6.0

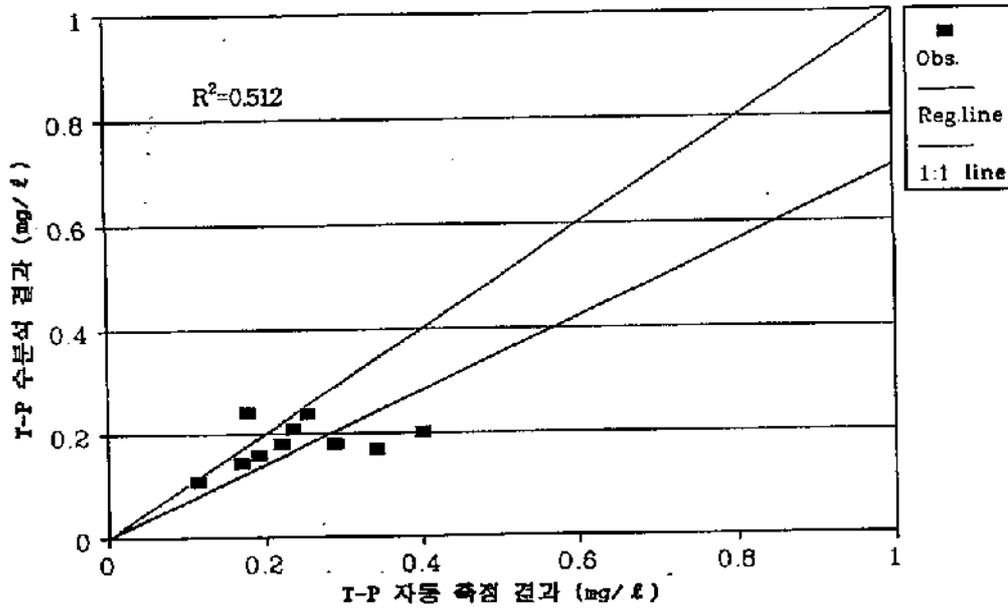
주) (-)는 결측치임.



<그림 5.8> T-N의 자동측정과 수분식 결과의 회기분석(노량진)



<그림 5.9> T-N의 자동측정과 수분석 결과의 회기분석(영등포)



5.2 수질오염 자동측정망의 측정자료 분석

5.2.1 수질오염 자동측정망의 월평균 농도변화

수질오염 자동측정망의 월평균 濃度變化는 한강수계에 설치된 8개 지점의 측정 자료를 중심으로 분석하였다. 현재 설치 운영되고 있는 수질오염 자동측정기는 자동으로 시료를 평균 1시간간격으로 채수하여 측정하고 있다. 따라서 월평균 수질농도는 시간별로 측정된 데이터를 각 日別平均値로 환산한 후, 다시 월별로 종합평균했던 것이다. 현재 운영되고 있는 수질오염 자동측정망은 보면 제 4장에서 밝힌 바와 같이 분석항목이 각 지점별로 동일하지는 않고 기기의 고장 및 수리와 기기세척 등의 관제로 인하여 결측치가 발생된 경우도 있으며, 중급속 등은 거의 검출되지 않고 있으므로, 자료분석은 이들을 제외한 분석 가능한 항목에 대하여 실시하였다. 月平均 分析結果는 <그림 5.11~17>에 나타냈다. 분석에 이용한 자료를 <부록 2>에 나타내었다.

가) COD의 농도변화

COD의 경우 안양천 지점에서는 <그림 5.11>처럼 봄, 여름에 걸쳐 높은 농도를 나타내고 있으며, 가을 및 겨울로 갈수록 점차 낮아지고 있다. 이는 안양천 주변에 밀집되어 있는 인구 및 공장으로 인한 생활하수와 공장폐수의 영향으로 사료되며, 여름에 특히 높은 농도를 나타내는 것은 하상에 퇴적되어 있는 저질이 수온이 높아짐에 따라 嫌氣性化 됨으로서 腐敗하여 오염도가 증가되었기 때문이라 사료된다. 잠신 및 구의지점등의 상류에서 노량진 지점의 하류로 갈수록 중랑천등 지천수 유입으로 인하여 오염도가 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 본류보다는 지천의 COD농도가 높음을 알 수 있다.

나) DO의 농도변화

유기물의 농도 및 수온과 밀접한 관련이 있는 溶存酸素는 <그림 5.12>와 같이 겨울에는 농도가 높으며, 여름에는 낮아지는 경향을 보이고 있다. 이와 같이 여름철에 용존산소의 농도가 낮은 것은 여름철의 높은 수온의 영향과 다른 계절에 비해 높은 COD影響 때문으로 사료된다. 또한 상류의 용존산소 농도는 하류

높은 농도를 나타내고 있다. 이는 COD와 聯關시킬 때 비교적 당연한 결과로 사료된다.

다) 수온

<그림 5.13>과 같이 수온은 전 지점에 걸쳐 겨울에 낮고, 여름에 높은 경향이 뚜렷하였다.

라) pH의 농도변화

pH는 <그림 5.14>처럼 전 수역에서 하천 수질기준의 生活環境 1~3등급수준인 6.5~8.5로 나타났다.

마) 전기전도도의 변화

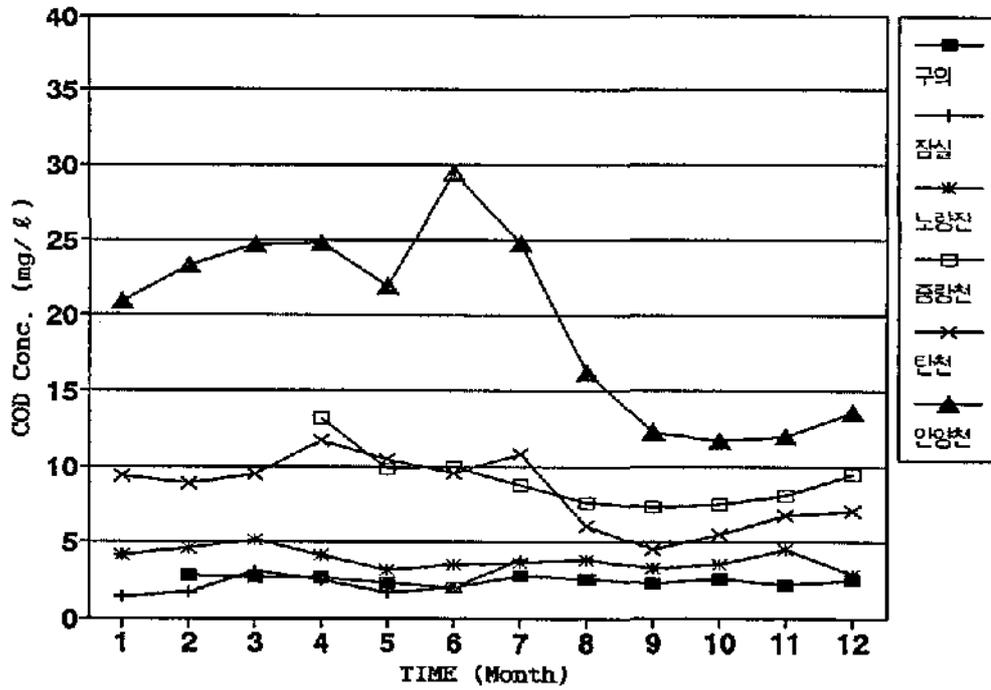
전기전도도는 <그림 5.15>처럼 하류나 지천으로 갈수록 높은 수치를 나타냈다. 이는 하류로 갈수록 높은 汚染負荷量에 의한 미립자의 증가 때문으로 생각된다. 또한 지천은 더 높은 전기전도도를 나타내고 있다.

바) SS의 농도변화

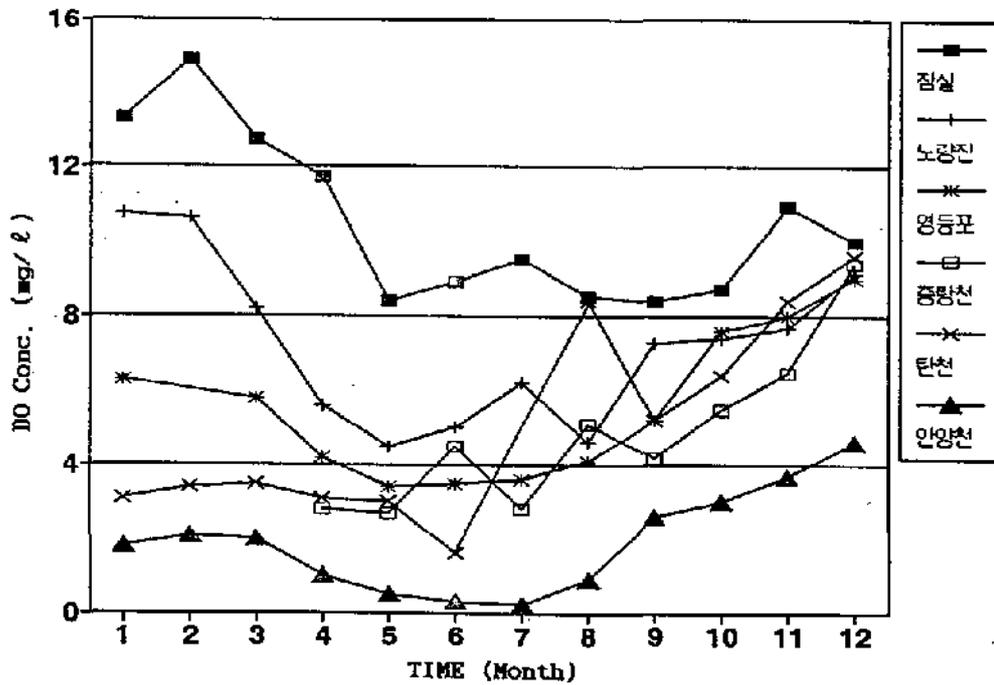
SS는 <그림 5.16>처럼 본류의 거의 전수역에서 약 10mg/L내외의 농도를 나타내고 있다. 노량진의 경우 8월에 70mg/L를 上廻하는 높은 농도를 나타내는 경우도 있다. 이는 하절기의 강우에 의한 유량 및 유속의 증가에 의해 지표에서 씻겨온 내려온 입자들의 影響에 기인하는 것으로 판단된다.

사) T-N 연간 농도변화

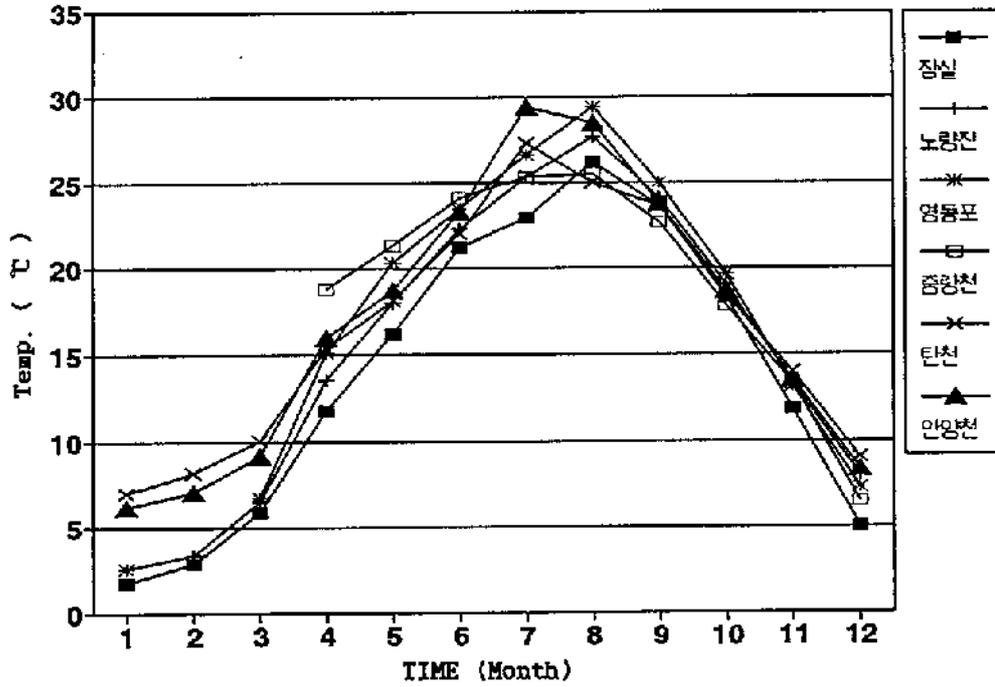
T-D의 농도는 <그림 5.17>처럼 측정기기가 노량진과 영등포에만 설치되어 있어 두 지점에 한해서 分析하였다. T-P는 0.2mg/L 내외로 나타나고 있다. 다만 8월에 T-P는 약간 상승된 것으로 나타나고 있다. 이는 노량진 지점의 SS가 8월에 높게 나타난 것과 관련되어 있다고 판단된다.



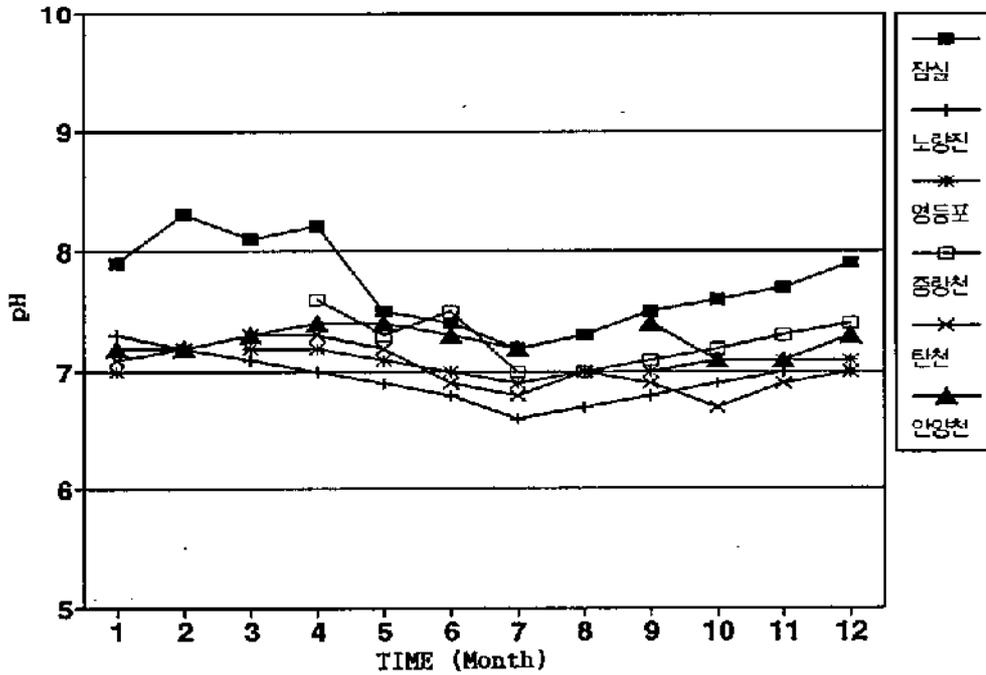
<그림 5.11> 각 지점별 COD 농도 변화(1994)



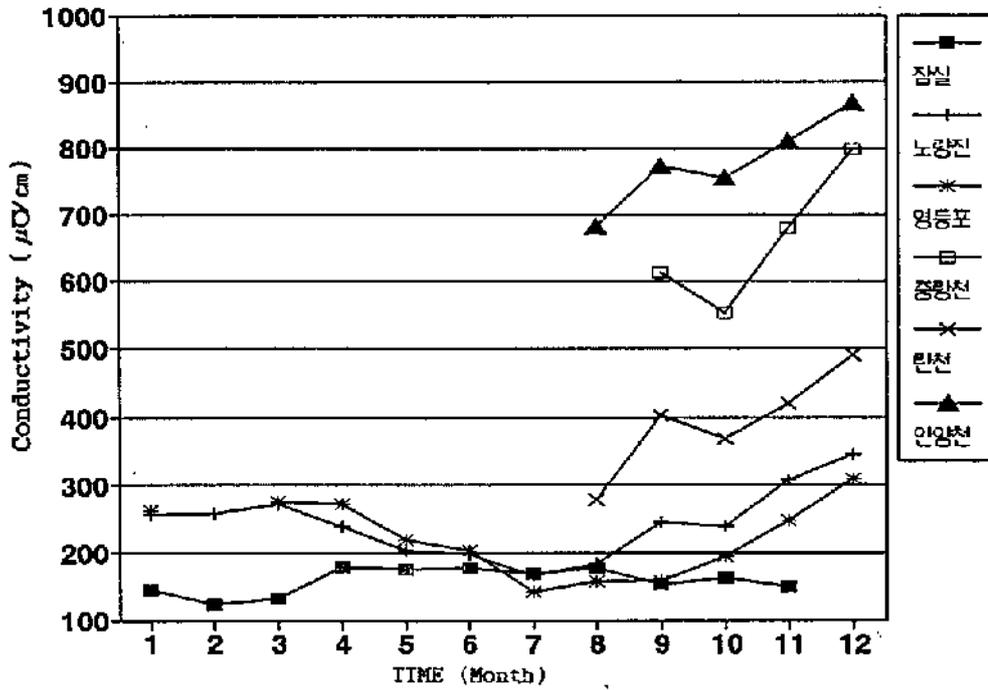
<그림 5.12> 각 지점별 DO 농도 변화(1994)



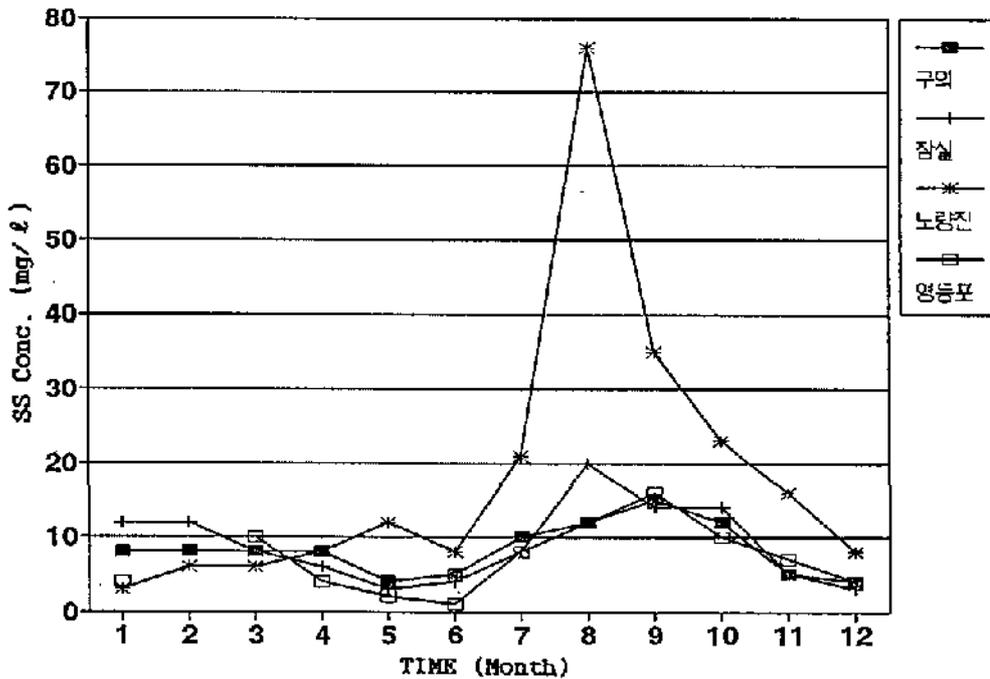
<그림 5.13> 각 지점별 수온 변화(1994)



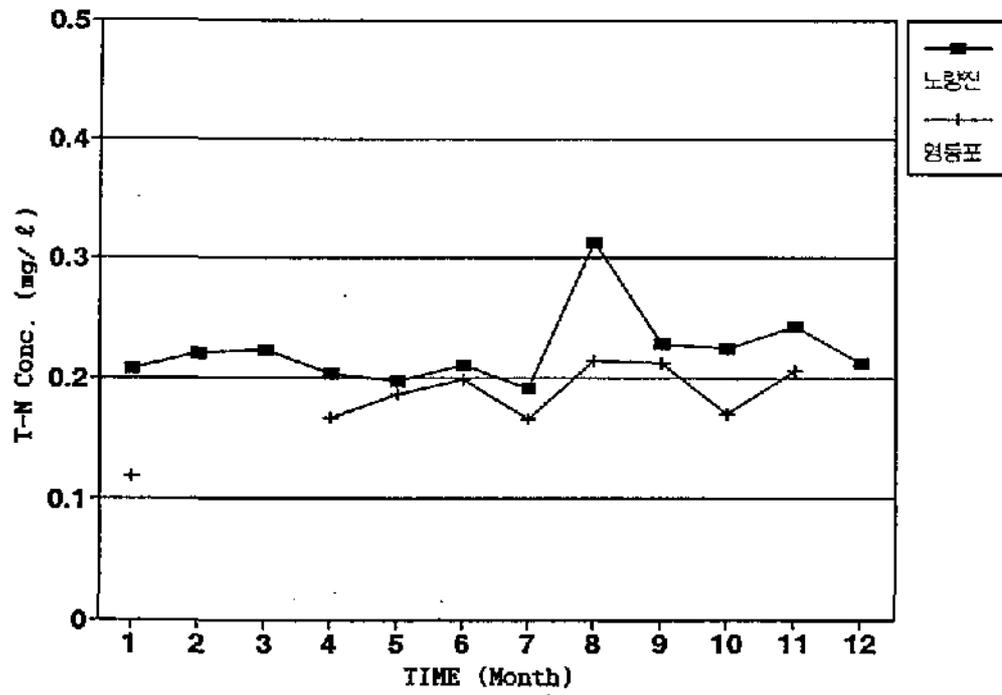
<그림 5.14> 각 지점별 pH 변화(1994)



<그림 5.15> 각 지점별 전기전도도 변화(1994)



<그림 5.16> 각 지점별 SS 농도 변화(1994)



<그림 5.17> 각 지점별 T-N 농도 변화(1994)

5.2.2 자동측정지점별 Box-and-whisker 그래프

1) 자동측정지점별 월별 Box-and-whisker 그래프

수질오염 자동측정망의 자료를 처리하는 많은 방법중에서 많은 정보 이용자들에게 광범위한 多樣性을 가진 정보를 전달하기 위한 가장 유용한 접근 방법은 도식적인 그래픽 표현이다. 일반적으로 도식적 표현은 서술적 표현보다 더 쉽게 구성되고 더 흥미로우며 더욱 이해하기 쉽다. 더우기 질적 정보 뿐 아니라 양적 정보도 도식적 표현이 가능하다. Box-and-whisker 그래프는 資料分布의 시각적 변화범위와 시간에 따라 어떻게 그 분포가 변화하는가를 보여준다.

Box-and-whisker 그래프는 매우 간단한 구조이다. Box내의 수평선에 의해 나타내어지는 중앙선이 전체 데이터의 중간값(50%에 해당하는 값)을 나타낸다. Box의 위아래로 뻗어 있는 선은 極限의 狀態 또는 分布의 후미를 나타낸다. 즉 수직선의 끝은 각각 자료의 最大, 最小값을 나타내준다. Box-and-whisker 그래프는 주로 월별, 계절적 변화 및 연간 자료의 시점분포를 나타내는데 많이 이용한다. 본 연구에서도 94년도 자료를 이용하여 각 월별로 자료의 분포를 표현하고자 Box-and-whisker 그래프를 사용하였다. 본 절에서는 Box-and-whisker 그래프를 이용하여 COD는 노량진, 인양천 및 구의지점을, DO는 영등포, 노량진, 잠실지점을 그리고 수온은 잠실, 노량진, 영등포지점을 대상으로 분석하였다. 또한 SS는 노량진과 영등포 및 잠실지점을 대상으로 분석하였고, 전기전도도는 노량진과 영등포 및 잠실지점을 대상으로 Box-and-whisker 그래프를 그려보았다. SS와 전기전도도의 경우 Box-and-whisker 그래프는 <부록 3>에 수록하였다.

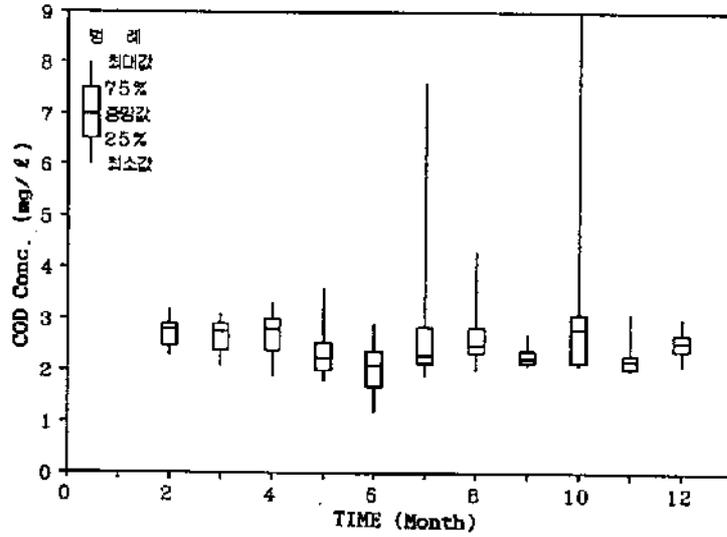
가) COD 변화특성

COD의 각 지점별 농도분포는 <표 5.8>과 <그림 5.18~20>에 나타내었다. 구의지점의 COD는 7월에 최대치인 7.6 mg/L를, 최소치는 비슷한 시기인 6월에 1.2 mg/L를 기록하였다. 구의지점의 경우, 연간 최대치의 평균이 4.16 mg/L이고 최소치의 평균이 1.99 mg/L로 나타나 비교적 편차가 큰 것을 알 수 있었다. 노량진 지점의 경우 최대값은 8월에 6.9 mg/L로, 최소값은 겨울철인 12월에 1.9

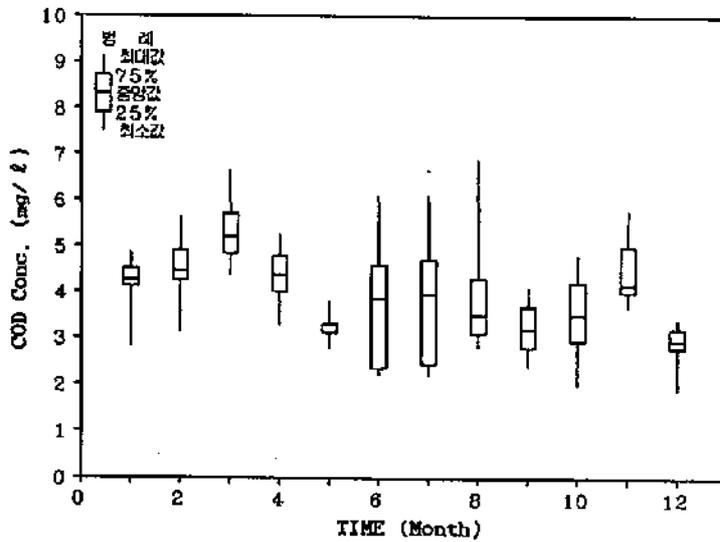
mg/L로 나타났다. 안양천의 COD는 다른 두 지점보다 상당히 높았다. 특히 여름철인 6월에는 최대치인 64.4 mg/L로 나타났고, 가을철인 10월에는 최소치인 8.0 mg/L로 나타났다. 중간값을 이용한 세 지점의 년평균치는 안양천 지점의 경우 18.5mg/L로 나타났고, 구의 및 노량진 지점은 2~4mg/L의 범위에 있었다.

<표 5.8> 지점별 COD농도의 최대, 최소 및 중간값

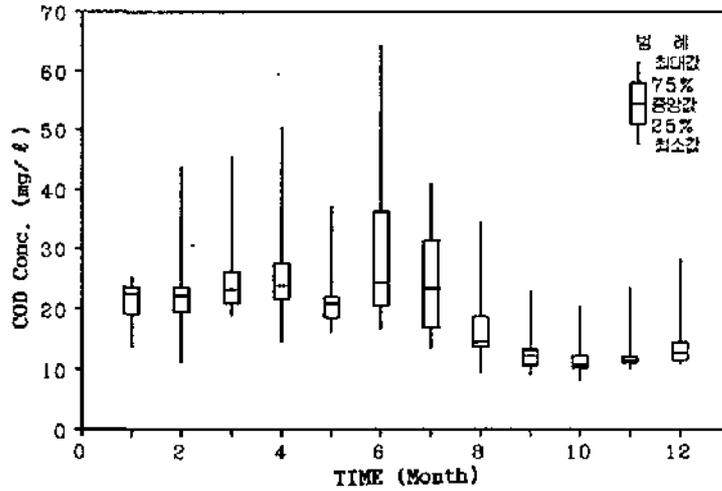
월별	구의					노량진					안양천				
	최대 값	최소 값	75x 값	25x 값	중간 값	최대 값	최소 값	75x 값	25x 값	중간 값	최대 값	최소 값	75x 값	25x 값	중간 값
1월	-	-	-	-	-	4.84	2.82	4.51	4.12	4.27	25.3	13.7	23.7	19.2	22.5
2월	3.2	2.3	2.9	2.5	2.8	5.65	4.90	4.24	3.13	4.48	43.9	19.6	23.6	11.35	22.25
3월	3.1	2.1	2.9	2.4	2.75	6.66	4.36	5.72	4.83	5.21	45.3	19.1	26.15	21.05	23.2
4월	3.3	2.3	3.0	2.4	2.8	5.28	3.29	4.78	4.02	4.37	50.4	14.6	27.6	21.7	23.75
5월	3.6	1.8	2.55	2.0	2.25	3.8	2.8	3.3	3.1	3.3	37.1	16.1	21.9	18.6	20.9
6월	2.9	1.2	2.4	1.7	2.1	6.1	2.2	4.6	2.35	3.85	64.4	16.6	36.2	20.6	24.35
7월	7.6	1.9	2.85	2.15	2.3	6.1	2.2	4.7	2.45	3.95	41.0	13.5	31.3	17.0	23.4
8월	4.3	2.0	2.85	2.35	2.5	6.9	2.8	4.3	3.1	3.5	34.7	9.4	18.8	13.8	14.6
9월	2.7	2.1	2.4	2.2	2.25	4.1	2.4	3.7	2.8	3.2	22.9	9.0	13.3	10.6	12.2
10월	9.0	2.1	3.1	2.15	2.8	4.8	2.0	4.2	2.95	3.5	20.4	8.0	12.2	10.3	10.7
11월	3.1	2.0	2.3	2.05	2.2	5.8	3.7	5.0	4	4.15	23.5	10.1	12.1	10.9	11.3
12월	3.0	2.1	2.7	2.4	2.55	3.4	1.9	3.2	2.8	2.95	28.3	10.8	14.1	11.55	12.75
평균	4.16	1.99	2.72	2.20	2.40	5.29	2.95	3.97	3.80	3.85	36.43	12.59	21.72	15.55	18.50



<그림 5.18> 구의지점의 Box-and-whisker 그래프



<그림 5.19> 노량진 지점의 Box-and-whisker 그래프



<그림 5.20> 안양천 지점의 Box-and-whisker 그래프

나) DO의 변화특성

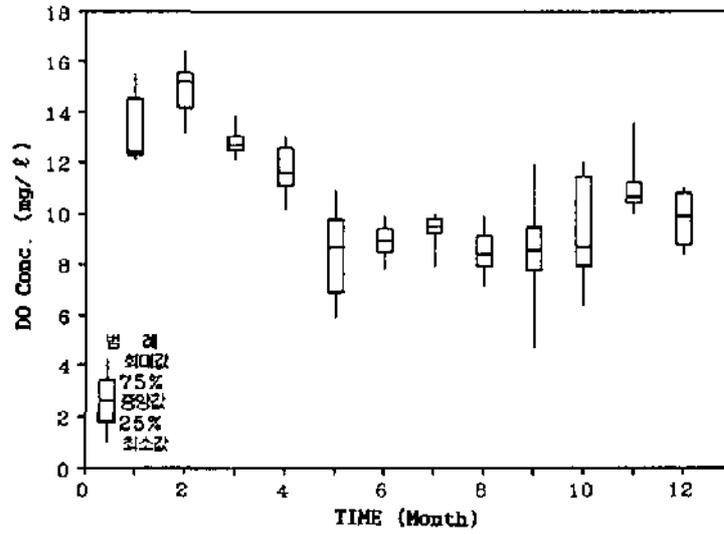
DO변화를 보면 대체적으로 겨울과 봄철에는 높은 농도를, 여름철에는 낮은 농도를 나타내고 있었다<표 5.9, 그림 5.21~23 참조>. 이는 앞서도 논한바와 같이 有機物의 영향보다는 수온의 영향이 높아져 나타난 현상으로 사료된다. 구체적으로 살펴보면 잠실지점의 DO는 연간 8~15mg/L로서 2월에 최대치인 16.4 mg/L를 나타내었고, 9월에 최소치인 4.7 mg/L를 기록하였다. 중간값의 년평균치는 10.43 mg/L로서 다른 두 지점에 비해 높은 농도를 유지하였다.

노량진 지점의 DO는 연간 4~11mg/L로서, 7월과 5월에 최대치와 최소치인 12.7 mg/L와 1.7 mg/L를 기록하였다. 중간값의 년평균치는 7.5mg/L로 나타났다.

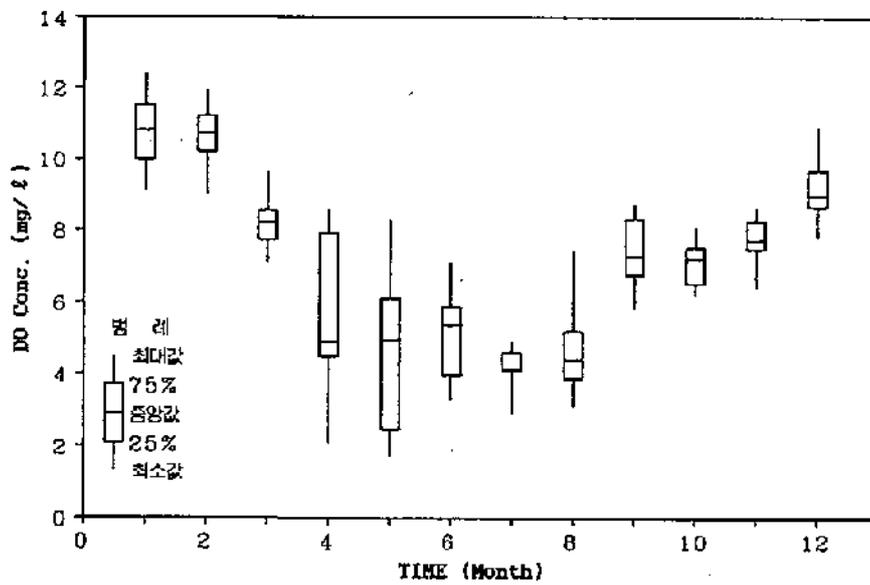
영등포 지점의 DO는 연간 3~8.5 mg/L로서 분석한 세지점들중 가장 낮은 농도를 나타내고 있어, 다른 지점에 비해 汚染度가 심한 것으로 나타났다. 최대값은 1월에 10.9 mg/L를, 최소값은 8월에 1.7 mg/L이었다.

<표 5.9> 지점별 DO 농도의 최대, 최소 및 중간값

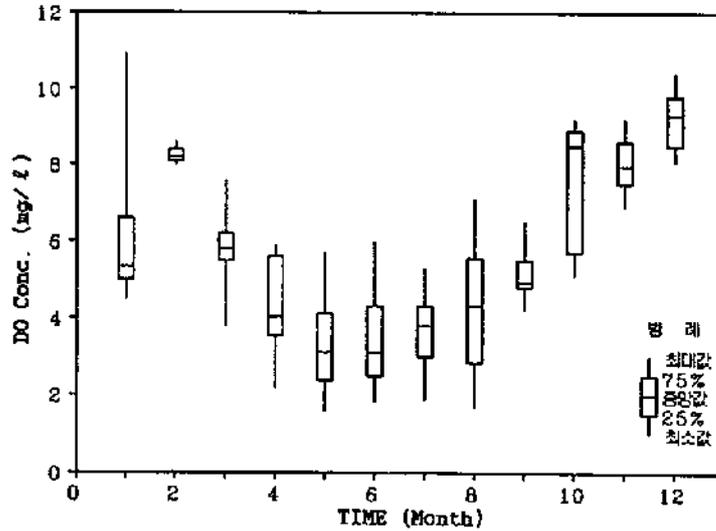
월별	잠실					노량진					영등포				
	최대 값	최소 값	75% 값	25% 값	중간 값	최대 값	최소 값	75% 값	25% 값	중간 값	최대 값	최소 값	75% 값	25% 값	중간 값
1월	15.5	12.1	14.5	12.3	12.4	12.4	9.1	11.45	10	10.6	10.9	4.5	6.6	5.0	5.35
2월	16.4	13.2	15.55	14.15	15.2	11.9	9.0	11.15	10.2	10.7	8.6	8.0	8.4	8.1	8.2
3월	13.8	12.1	13.0	12.5	12.7	9.6	7.1	8.55	7.8	8.2	7.6	3.8	6.2	5.5	5.8
4월	13.0	10.2	12.55	11.1	11.6	8.6	2.6	7.9	4.5	4.9	5.9	2.2	5.6	3.55	4.05
5월	10.9	5.9	9.75	6.9	8.7	8.3	1.7	6.2	2.5	5.0	5.7	1.6	4.1	2.4	3.1
6월	9.9	7.8	9.4	8.5	8.95	7.1	3.3	5.87	3.95	5.33	6.0	1.8	4.3	2.5	3.1
7월	10.0	7.9	9.8	9.25	9.5	4.9	2.9	4.6	4.1	4.15	5.3	1.9	4.3	3.0	3.8
8월	9.9	7.1	9.1	7.9	8.4	7.4	3.1	5.2	3.85	4.4	7.1	1.7	5.55	2.85	4.3
9월	11.9	4.7	9.45	7.75	8.55	8.7	5.8	8.3	6.75	7.25	6.5	4.2	5.5	4.8	4.9
10월	12.0	6.4	11.45	7.95	8.7	8.1	6.2	7.5	6.5	7.15	9.2	5.1	8.9	5.7	8.5
11월	11.0	10.0	11.2	10.25	10.65	8.6	6.4	8.25	7.45	7.7	9.2	6.9	8.6	7.5	7.95
12월	11.0	8.4	10.8	8.8	9.9	10.9	7.8	9.65	8.65	8.85	10.4	8.1	9.8	8.5	9.3
평균	12.10	13.24	10.48	9.77	10.43	9.52	5.41	12.26	6.35	7.05	7.70	4.15	6.48	4.95	5.69



<그림 5.21> 잠실지점의 Box-and-whisker 그래프 (DO)



<그림 5.22> 노량진 지점의 Box-and-whisker 그래프 (DO)



<그림 5.23> 영등포 지점의 Box-and-whisker 그래프 (DO)

다) 수온의 변화특성

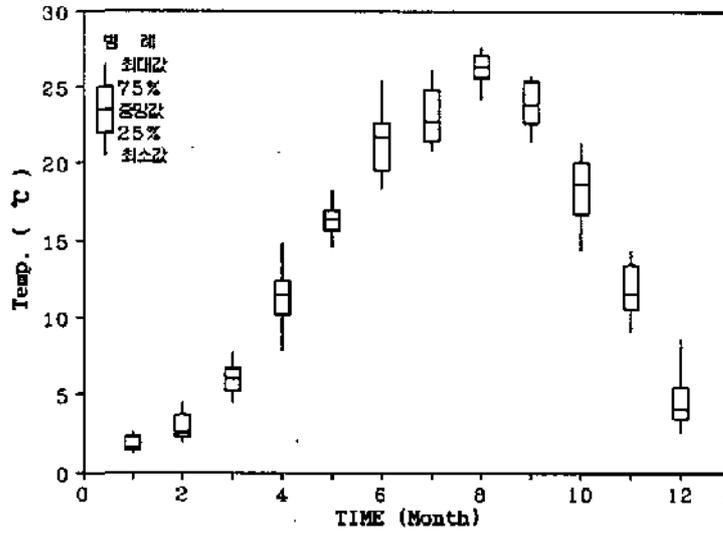
수온은 연간 1~30℃로 나타나서 여름철에 최고치를, 겨울철에 최저치를 나타냈다<표 5.10, 그림 5.24~26 참조>. 잠실지점은 8월에 27.6℃로 최고치로, 1월에 1.2℃의 최저치로 나타났다. 잠실지점의 年間 平均 水溫은 13.9℃이었다.

노량진 지점은 잠실지점과 동일하게 8월에 最高值인 29.0℃를 기록하였고 1월에 최저치인 1.3℃의 최저치를 기록하였다. 노량진의 年평균 수온은 15.22℃로 잠실지점의 年평균치보다 약간 높은 수치를 나타냈다.

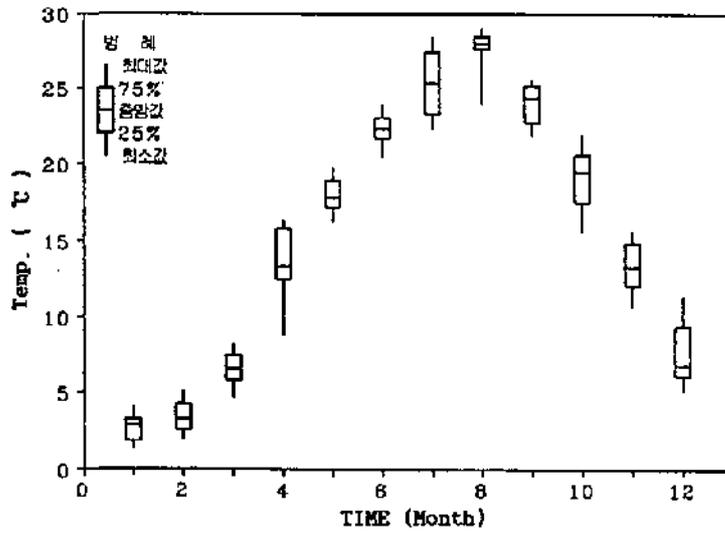
영등포 지점도 다른 두지점과 동일한 分布를 나타내었다 즉 8월에 최고치인 30.8℃를, 1월에 最低值인 1.0℃를 기록하였다. 영등포 지점의 年평균 수온은 15.40℃였다.

<표 5.10> 지점별 수온의 최대, 최소 및 중간값

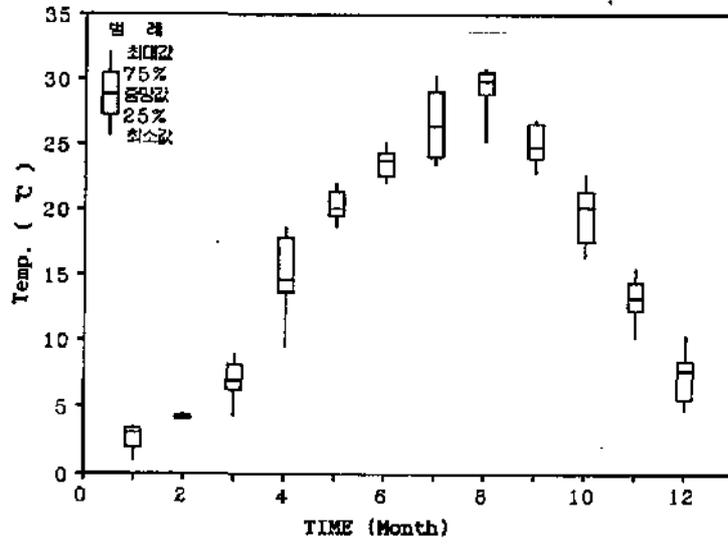
월별	잠실					노량진					영등포				
	최대 값	최소 값	75x 값	25x 값	중간 값	최대 값	최소 값	75x 값	25x 값	중간 값	최대 값	최소 값	75x 값	25x 값	중간 값
1월	2.6	1.2	2.3	1.45	1.6	4.1	1.3	3.25	1.85	2.9	3.6	1.0	3.4	1.9	3.05
2월	4.5	1.9	3.7	2.3	2.55	5.1	2.0	4.25	2.6	3.25	4.5	4.0	4.35	4.1	4.2
3월	7.7	4.5	6.7	5.2	6.1	8.2	4.7	7.45	5.8	6.6	9.0	4.4	8.2	6.2	6.9
4월	14.8	7.8	12.4	10.2	11.5	16.3	8.8	15.8	12.15	13.3	18.7	9.5	17.85	13.7	14.7
5월	18.2	14.6	16.9	15.6	16.3	19.8	16.2	19.0	17.8	17.2	22.0	18.7	21.4	19.5	20.05
6월	25.4	18.4	22.6	19.5	21.7	23.9	20.5	23.05	21.7	22.3	25.2	22.0	24.3	22.6	23.75
7월	26.1	20.8	24.8	21.4	22.7	28.5	22.3	27.45	23.3	25.3	30.3	23.4	29.05	24.05	26.4
8월	27.6	24.2	27.05	25.5	26.3	29.0	23.9	28.5	27.65	28	30.8	25.2	30.5	28.85	29.8
9월	25.7	21.4	25.3	22.6	23.8	25.6	21.9	25.2	22.7	24.3	26.8	22.8	26.55	23.9	24.8
10월	21.3	14.4	20.0	16.7	18.6	21.9	15.7	20.6	17.5	19.5	22.7	16.3	21.3	17.55	20.1
11월	14.4	9.1	13.4	10.6	11.55	15.6	10.7	14.85	12.05	13.3	15.6	10.2	14.45	12.2	13.25
12월	8.7	2.6	5.5	3.5	4.1	11.4	5.1	9.4	6.1	6.8	10.3	4.7	8.45	5.6	7.75
평균	16.41	11.74	15.05	12.88	13.90	17.45	12.75	16.56	14.26	15.22	18.29	13.51	15.01	15.01	15.40



<그림 5.24> 잠실지점의 Box-and-whisker 그래프 (수온)



<그림 5.25> 노량진 지점의 Box-and-whisker 그래프 (수온)



<그림 5.26> 영등포 지점의 Box-and-whisker 그래프 (수온)

2) 자동측정지점별 계절별 Box-and-whisker 그래프

본 절에서는 Box-and-whisker로 계절별 농도분포를 분석하였다.

季節別 濃度分布를 분석하기 위해 시간별로 측정된 수질자동측정망의 자료를 일평균 및 월평균으로 환산한 후, 봄에는 3월~5월, 여름은 6월~8월, 가을과 겨울은 각각 9월~11월 및 12월~2월의 데이터를 시간별로 평균한 자료를 이용하였다. 또한 지점과 항목은 월평균 농도변화에서 분석한 것과 동일하다. 분석에 이용된 자료는 <표 5.11>에 요약했다. 또한 이를 <그림 5.27~35>에 나타내었다.

<표 5.11> 지점별 COD, 수온, DO의 최대, 최소 및 중간값

지점	구분	COD(mg/L)				수온(℃)				DO(mg/L)			
		봄	여름	가을	겨울	봄	여름	가을	겨울	봄	여름	가을	겨울
COD:구의 수온, DO:잠실	최대	2.61	2.60	2.50	2.72	11.50	23.80	18.20	3.30	11.10	9.20	9.70	12.90
	최소	2.50	2.39	2.28	2.60	11.10	23.45	17.80	3.10	10.70	8.70	9.00	12.50
	75%	2.60	2.51	2.41	2.71	11.50	23.70	18.10	3.30	11.10	9.10	9.50	12.90
	25%	2.52	2.40	2.30	2.68	11.15	23.50	17.90	3.20	10.80	8.80	9.20	12.60
	중간	2.55	2.50	2.40	2.70	11.35	23.65	17.95	3.30	10.90	8.90	9.40	12.70
노량진	최대	4.70	3.90	4.30	4.20	13.00	25.30	19.10	4.80	6.60	5.90	7.50	10.30
	최소	4.00	3.30	3.30	3.70	12.40	24.80	18.50	4.50	5.60	5.00	7.20	10.00
	75%	4.50	3.80	4.15	4.00	12.90	25.20	19.00	4.80	6.30	5.40	7.40	10.20
	25%	4.10	3.40	3.40	3.80	12.50	24.90	18.60	4.50	5.80	5.10	7.40	10.10
	중간	4.30	3.50	3.80	3.90	12.65	25.10	18.80	4.60	6.10	5.20	7.40	10.20
COD:안양 수온, DO:영등포	최대	27.90	26.50	13.20	21.50	14.30	26.60	19.40	5.10	4.60	4.44	4.40	7.10
	최소	19.00	21.00	11.10	16.90	13.80	26.40	19.20	4.80	4.30	3.40	3.40	6.80
	75%	25.70	25.10	12.70	20.45	14.30	26.60	19.30	5.05	4.44	4.00	4.00	7.00
	25%	22.50	22.30	11.70	18.35	13.90	26.50	19.20	4.90	4.44	3.60	3.60	6.80
	중간	24.45	23.45	12.30	19.30	14.00	26.50	19.30	5.00	4.44	3.60	3.60	6.80

가) COD 농도변화

COD를 보면 노량진지점은 대체로 3~5 mg/L의 범위에서 변동하고 있다. 그 중에서 특히 봄철의 COD는 최고치인 4.7 mg/L로 나타나고 있다. 또한 여름과 가을철에는 최저치인 3.3 mg/L로 나타났다. 안양천지점에서는 다른지점에 비해 상당히 높은 COD가 나타나고 있다. 안양천지점에서도 봄철의 농도가 최대치인 27.90 mg/L를 기록하였고, 가을철에 최소치인 11.10 mg/L를 기록하였다. 안양천지점은 겨울철에 2.72 mg/L의 최대치를 나타냈고, 가을철에 2.28 mg/L로 최소치로 나타났다. 세 지점의 계절별 COD농도분포를 살펴보면 人體的으로 봄철이나 겨울철의 COD가 높은 것은 비교적 濁水期에 높은 농도를 나타내고 있는 것으로 판단된다.

나) 수온의 변화

수온은 여름철에 최고치를, 겨울철에 최저치를 나타내고 있다. 잠실지점은 여름철에 최고치인 23.8℃를, 겨울철에 최저치인 3.0℃를 기록하였다. 노량진도 여름과 겨울철에 각각 최소치와 최대치인 25.3℃와 4.8℃를 기록하고 있었다. 영등포의 경우도 비슷한 傾向을 나타내었다.

다) DO의 변화

용존산소는 수온이 낮은 겨울과 봄에 높은 농도로, 수온이 높은 여름철에 낮은 농도로 나타났다. COD 및 DO의 경우는 안양천지점이 높은 농도로 나타나 안양천의 오염도가 상대적으로 높은 것을 알 수 있었다.

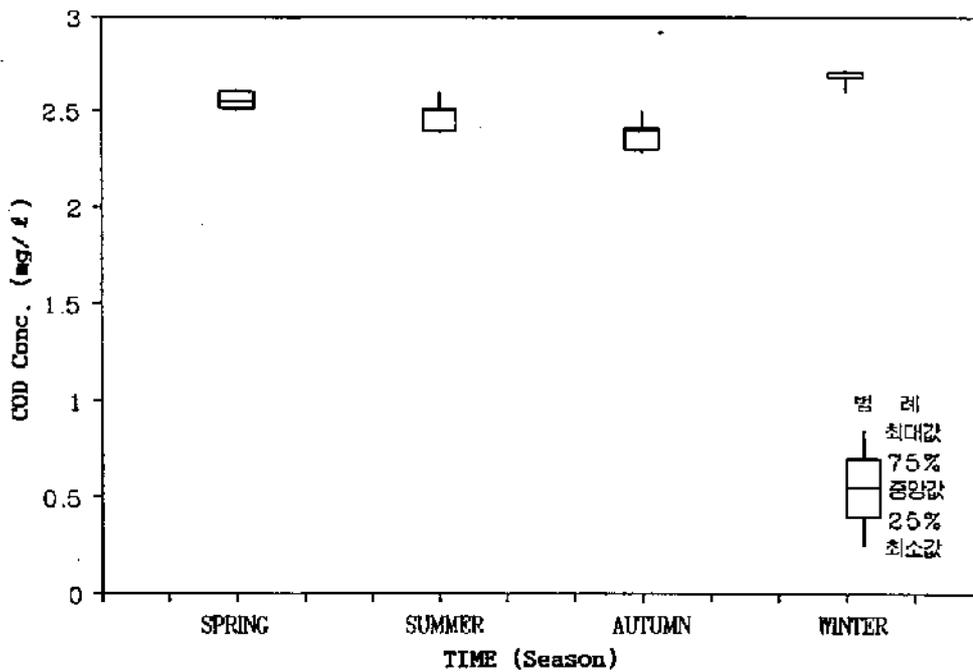
본 실에서 이용한 季節別 濃度分析인 Box-and-whisker 그래프는 앞서 밝힌 바와 같이 시간별 측정치를 기초로 하고 있다. 즉 Box-and-whisker 그래프는 시간별로 측정된 모든 데이터를 고려하여 그 중에서 최대치와 최소치 및 75백분위수, 25백분위수와 중간값을 고려한 것이라 할 수 있다. 따라서 統計學的 分析을 고려한 데이터 분석의 관점에서 보면 대체로 Box-and-whisker 그래프가 변

화특성을 더욱 잘 판단할 수 있게 한다.

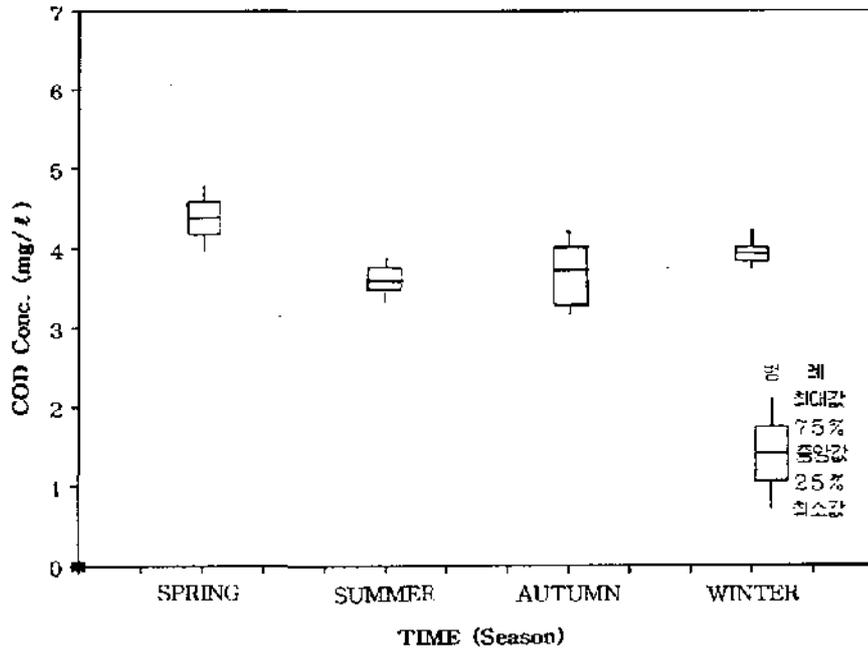
본 전에서의 수질변화는 사계절의 1년 자료를 대상으로 하였기 때문에 일반적인 기후와 물리적인 특성 등을 적절히 고려한다면 어느정도 합리성이 결부된 경향의 분석이 나타났으리라 사료된다.

COD의 Box-and-whisker 그래프<그림 5.27~29>를 보면 구의지점은 2.5mg/L내외에서, 노량전자점은 4mg/L내외에서, 안양천지점은 20mg/L를 上廻하는 수준으로 나타나고 있다.

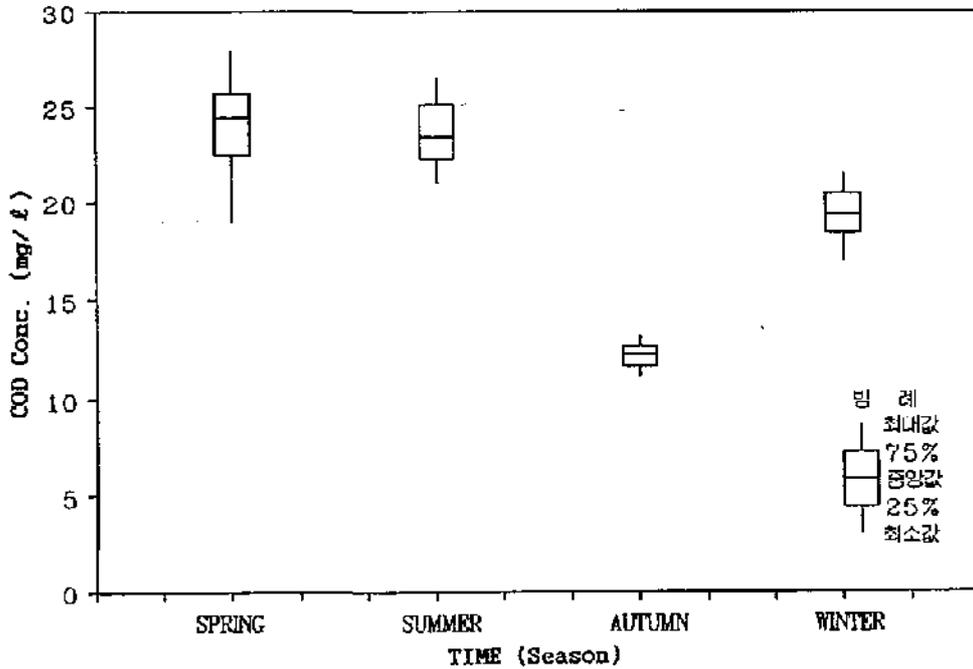
DO의 Box-and-whisker 그래프<그림 5.30~32>를 보면 잠실지점은 9~13mg/L로, 노량진지점은 여름철에 5mg/L내외, 겨울철에 10mg/L내외로, 영등포지점은 여름철에 3.5mg/L내외, 겨울철에 7mg/L내외로 나타났다.



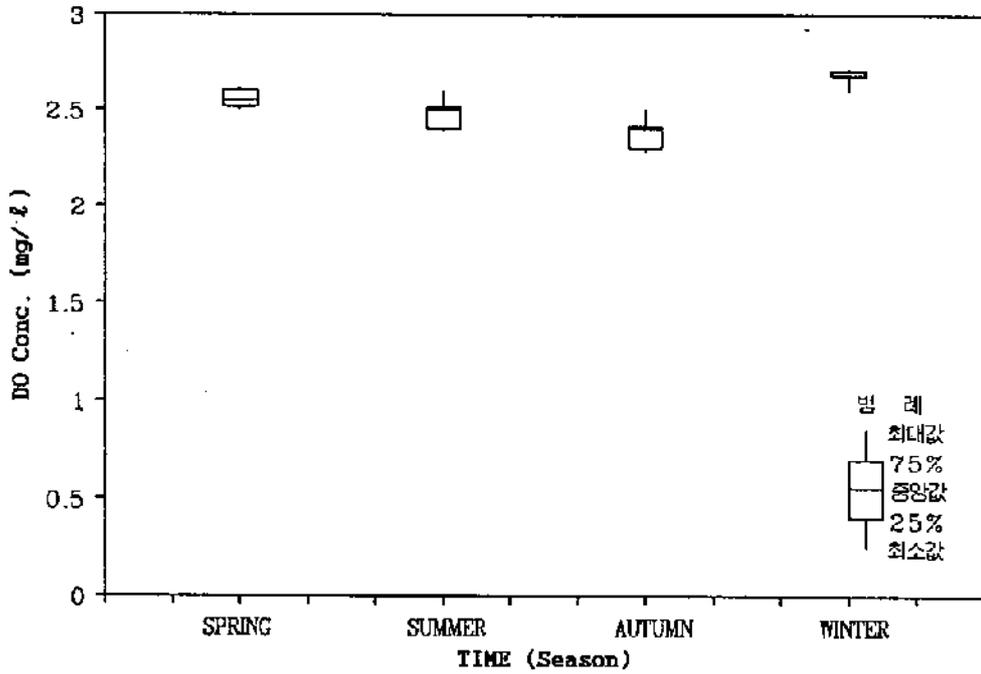
<그림 5.27> 계절별 COD농도 분포(구의)



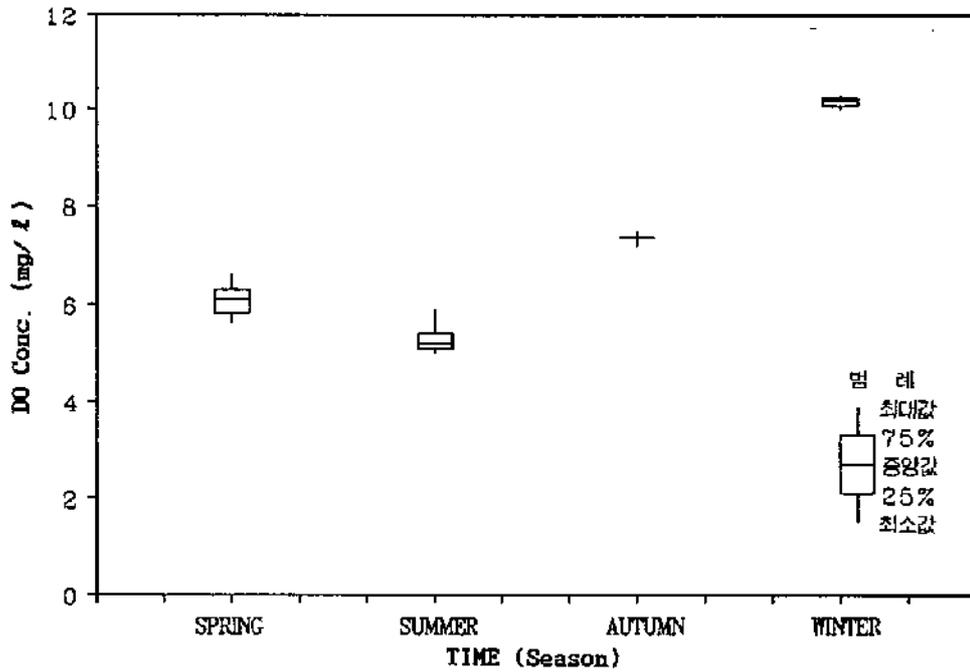
<그림 5.28> 계절별 COD농도 분포(노량진)



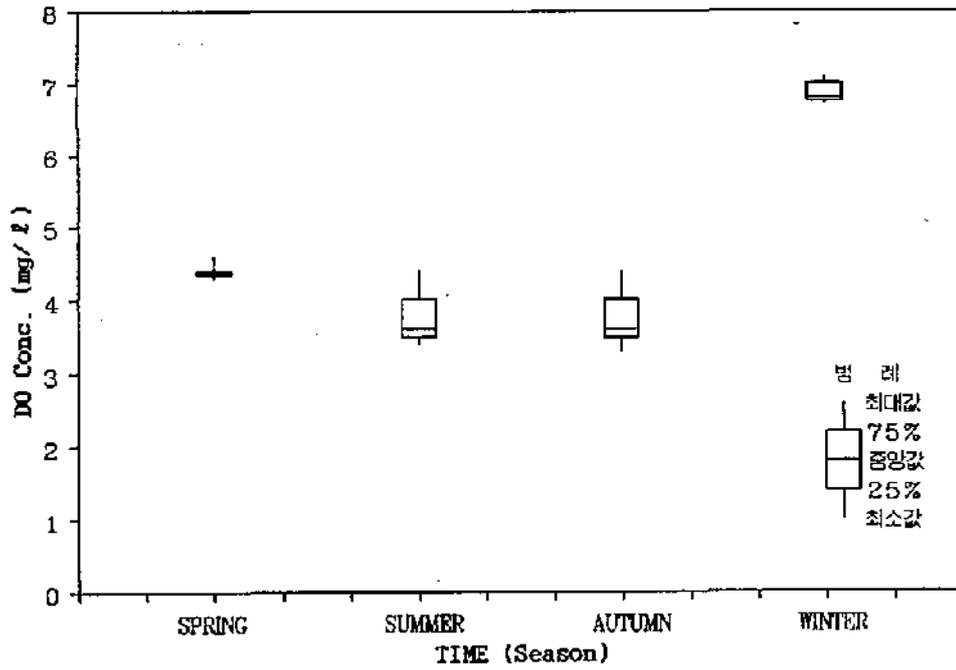
<그림 5.29> 계절별 COD농도 분포(안양진)



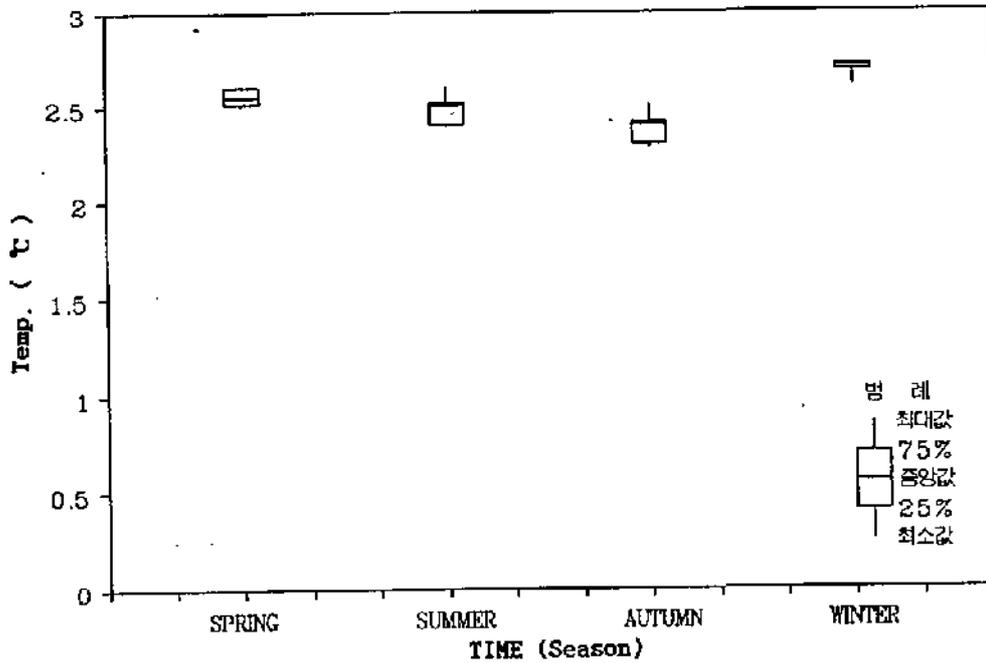
<그림 5.30> 계절별 DO농도 분포(잠실)



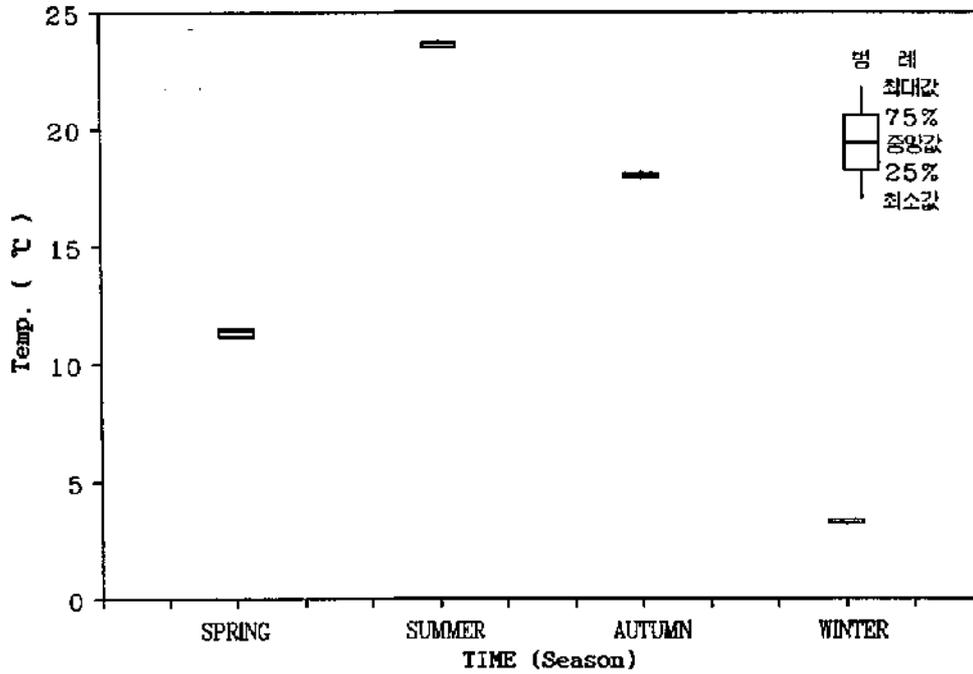
<그림 5.31> 계절별 DO농도 분포(노량진)



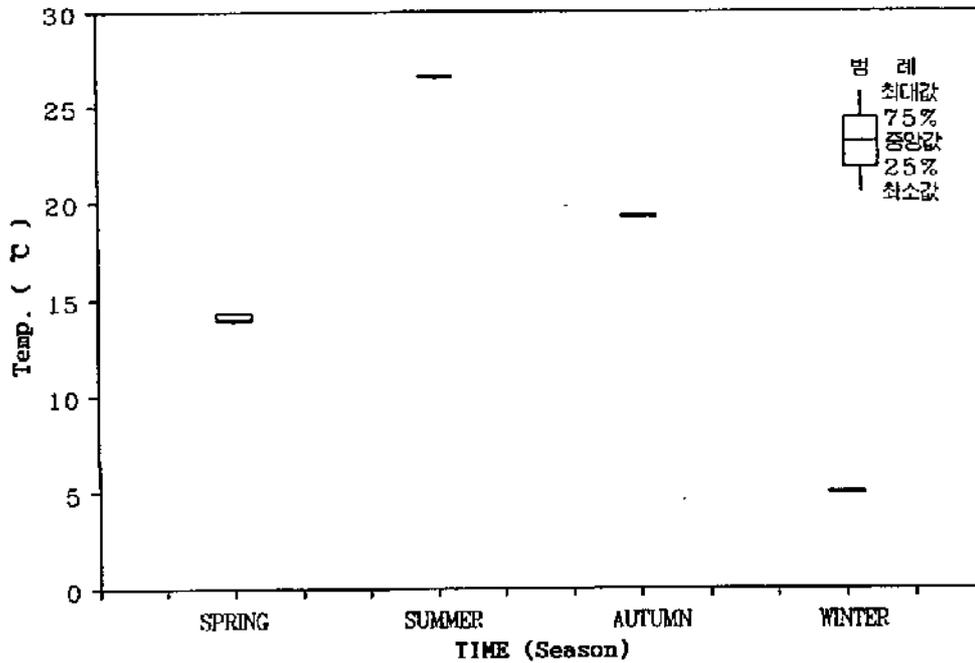
<그림 5.32> 계절별 DO농도 분포(영동포)



<그림 5.33> 계절별 수온 분포(잠실)



<그림 5.34> 계절별 수온 분포(노량진)



<그림 5.35> 계절별 수온 분포(영등포)

5.3 수질자동측정장치의 원리 및 특성

水質測定分析은 측정결과와 동일성을 기하기 위하여 표준화된 시험법을 사용하여야 한다. 수질자동측정장치는 실험실적 수분석방법을 自動化시켜 수질을 측정하는 장치로서 그 측정분석방법은 수질오염공정시험법에 기초를 두고 있다. 그러나 수질자동측정장치가 모두 외국에서 설계 및 제작되었기 때문에 우리나라의 수질오염공정시험법에 의한 수질측정방법과 반드시 일치하는 것은 아니다. 수질자동측정장치에 의한 수질측정방법과 수질오염공정시험법에 규정된 수질측정방법(수분석)을 비교해보면 <표 5.12>과 같다.

<표 5.12> 측정 항목별 자동측정과 수분석의 측정방법 비교

측정항목	분석방법	자동측정방법	수분석방법
Temp		백금저항법	백금저항법
pH		유리저항법	유리저항법
DO		극막산소전극법	극막산소전극법
Cond		교류이극법	교류이극법
COD		산성 $KMnO_4$ 법	산성 $KMnO_4$ 법
SS		중량법	중량법
T-N		흡광광도법	자외선 흡광광도법
T-P		흡광광도법	흡광광도법
Pb		Stripping Voltametry	원자흡수분광광도법
Cd		Stripping Voltametry	원자흡수분광광도법

수질자동측정장치에 의한 수질측정방법이 수분석에 의한 시험방법과 동일하더라도 連續測定을 위한 자동화 공정으로 전환하는 과정에서 측정조건들에 대한 변화가 일어날 수 있다. 물리적 측정방식으로 측정되는 항목은 계측센서와 시료의 간단한 接觸만으로 수질측정이 이루어지므로 측정분석과정상의 특별한 변화

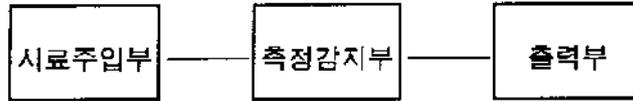
가 없으니 화학적 측정방식에 의해 측정되는 항목은 동일한 측정방법을 채택하고 있을지라도 자동화에 의한 測定分析條件이 수질오염공정시험법상의 수분석조건과 반드시 일치하는 것은 아니다. 이러한 측정조건들의 변화는 측정하는 수질 항목에 따라 측정제한조건으로 작용할 수 있다. 標準物質의 정량시에는 차이가 없으나, 실시료의 측정시에는 대상수역의 수질농도범위 및 수질특성에 따라 回收程度(Recovery)가 각각 다르므로 자동측정결과와 수분석결과 사이에는 차이가 존재할 수도 있다. 이와같은 차이는 장기간에 걸쳐서 측정한 자동측정결과와 수분석결과를 비교하므로써 상호관계를 파악하여야 하며 이 상호관계는 대상수역의 水質評價시 반드시 고려되어야 한다.

5.3.1 수질자동측정장치의 원리 및 특성

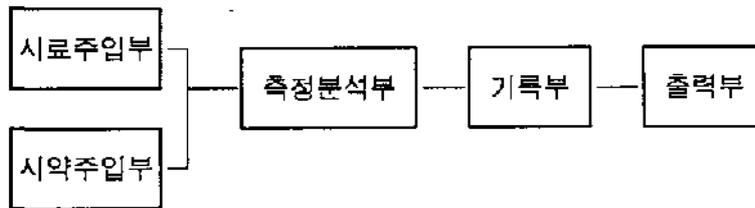
수질자동측정장치는 원수유입장치에 의해 운송된 시료가 연속적 또는 일정한 주기로 주입되면서 수질이 자동측정되는 장치로서, 試料와 감시기와의 물리적 접촉 또는 시료와 분석시약의 화학적 반응에 의하여 수질이 측정된다.

물리적 측정방식에 의한 수질측정 계통도를 보면 <그림 5.36>과 같이 시료주입부, 수질측정감지장치부 및 측정결과 출력부의 3단계로 되어 있으며, 시료주입부에는 시료가 자동으로 주입되도록 試料吸入펌프가 측정주기에 따라 작동한다. 측정감지부는 측정항목에 따라 수질농도를 정량할 수 있는 계측센서 및 計測셀이 내장되어 있으며, 여기서 계측된 측정결과는 출력부에서 자동으로 출력된다.

化學的 測定方式은 <그림 5.37>과 같이 동시에 주입된 시료와 분석시약이 화학적 분석모듈이 장착되어 있는 측정분석부에서 혼합, 가열, 분해, 증류 등의 각종반응을 거치면서 생성된 靑雋물질의 吸光度를 측정한다. 측정분석부에서 측정된 흡광도는 수질농도로 환산되어 기록장치로 전송되며 일시적으로 여기에 저장된다. 기록장치에서 일정기간 동안 저장된 데이터는 컴퓨터의 호출프로그램에 의하여 컴퓨터로 이송되며 측정결과는 컴퓨터 端末機로 확인된다.



<그림 5.36> 물리적 측정장치의 측정계통도



<그림 5.37> 화학적 측정장치의 측정계통도

가) SS(Suspended Solid, 부유물질) - 중량법

부유물은 有機物을 함유하는 고형물질과 無機物을 함유하는 고형물질로 크게 나누어 지는데, 유기성물질을 揮發性物質(VSS)이라 하고 무기성물질은 550℃ 정도에서 태울때 타지않고 남은 물질(FSS)을 말한다.

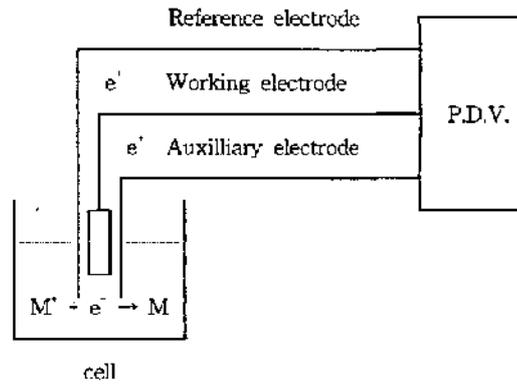
SS의 측정원리는 미리 무게를 단 유리섬유 여지(GF/C)를 濾過機에 부착하여 일정량의 시료를 여과시킨 다음, 항량으로 건조하여 무게를 달아 여과전후 유리섬유 여지의 무게차를 산출하여 부유물질의 양을 구하는 방법이다. 定量範圍는 5mg이상이다.

나) 중금속(Cd, Pb)의 측정 - Stripping Voltammetry

중금속 측정은 plating step과 stripping step의 두단계에 걸쳐 이루어지는데, 금속이 전극과 용액사이를 이동하면서 측정되어지는 원리이다.

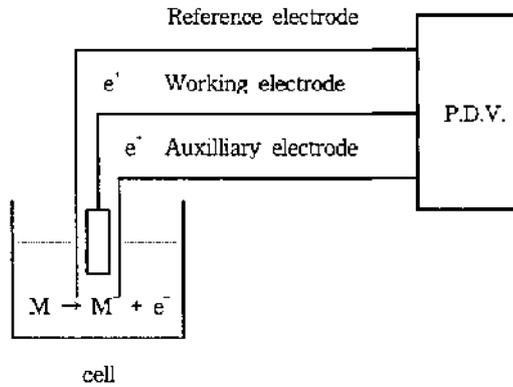
① Plating Step

: 金屬은 1분안에 Working electrode 表面에 용액으로부터 분리되어
 도금되어진다.



② Stripping Step

: 金屬은 Working electrode로부터 재빨리 분리되어 용액으로 침투되면서
 그 전류의 흐름이 측정되어진다.



다) 수온 - 백금저항법

水溫測定은 장기간 연속적으로 측정하여야 하므로 견고하고 내구성이 있는 백금저항선을 이용하는 방법이 많다.

눈금의 범위는 $-5 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 정도면 대부분의 하천에 사용할 수 있다. 측정원리는 백금선을 유리로 감아둔 것으로 이 백금선의 抵抗値가 온도변화에 따라 변한다.

저항체로서 백금선을 사용하는 것은 온도변화에 따라 저항체가 직선적으로 변하므로 이 저항치로 정확한 온도를 측정할 수 있기 때문이다.

0°C 에서 백금선의 저항이 100.00Ω 으로 할때 20°C 때는 107.97Ω , 40°C 때는 115.76Ω 이다. 정밀도는 $+0^{\circ}\text{C}$ 이다.

<표 5.13> 백금선의 온도변화에 따른 저항치

온도($^{\circ}\text{C}$)	백금선의 저항치(Ω)
-10	96.3
0	100.00
10	103.96
20	107.90
30	111.84
40	115.76
50	119.67

라) pH - 유리전극법

얇은 유리막 양측에 pH가 다른 2종의 용액을 두었을때 이 2종의 pH차에 비례하여 기전력이 생긴다.

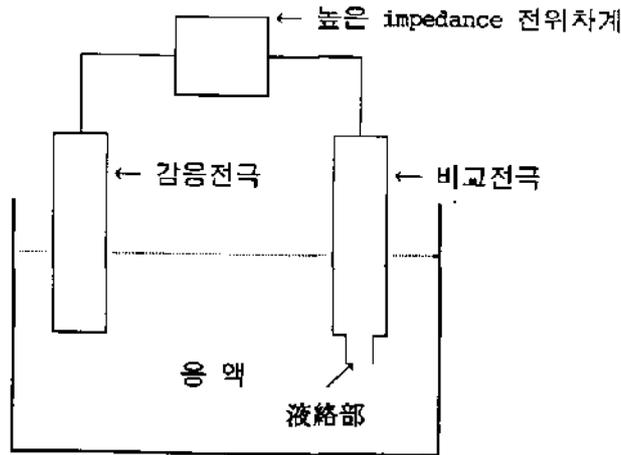
유리전극은 이 성질을 이용해서 만든것으로 유리전극을 검수에 담그었을때 생기는 기전력을 비교전극과 연결시켜 그 두 전극사이의 전위차를 측정함으로써 pH를 측정하는 것이다. 산출식은 식(5-1)과 같다.

$$pH_x = \frac{pH_s = \frac{F(E_x - E_s)}{2.303RT}}{2.303RT} \dots \dots \dots (5-1)$$

pH_x : 시료의 pH 측정값 pH_s : 표준용액의 pH ($-\log 10[H^+]$)
 E_x : 시료의 기전력 E_s : 표준액의 기전력
 F : Faraday 정수 (9.649×10^4 C/mole)
 R : 기체정수 (8.314 J/(mole K)) T : 절대온도 (K)

이 유리전극이 비교전극과 같이 한개의 전극에 합쳐진 복합전극과 여기에 온도보상저항까지 합쳐진 "three in one" 복합전극도 있다.

장기간 연속적으로 측정할 때는 생물, 그외 여러 물질에 의해서 전극의 오염이 있게 된다. 그래서 초음파를 보내든지 압력수를 뿜어주어 전극을 세척한다. 자동 온도보상은 0 ~ 40℃이며 측정범위는 pH 2 ~ 12이고 정밀도는 ±0.1 pH 이내이다.



<그림 5.38> 유리전극의 원리

마) 전기전도도 - 交流二極法

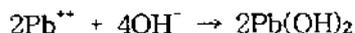
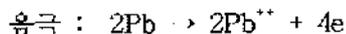
전기전도도는 두장의 금속판이 서로 마주 향해있는 전극을 검수중에 넣고 이 전극사이의 전기저항을 측정해서 이것의 逆數인 전기전도도를 산출한다. 전극저항을 측정하는 장치는 보통 Wheatone bridge로 한다. 검수를 채운 cell을 bridge의 한 변으로 하여 bridge에 전류를 통과시켜 cell내 용액의 저항을 구하고 이

역수로 傳導率을 산출한다. 단위는 전기저항의 단위 Ohm(Ω)을 거꾸로 한 mho 혹은 Siemens(S)을 거리1cm당으로 표시한다. mho가 너무 크므로 보통 $\mu\text{mho/cm}$ ($\mu\text{S/cm}$)를 많이 사용한다. 전기전도도는 전술한 바와같이 1cm²의 두전극이 1cm의 거리에 있을 때 용액의 Conductance로써 실제측정시에 여러가지형의 큰 cell이 사용되나 그 측정된 Conductance에 cell 고유의 계수를 곱해서 전기전도도를 산출한다. 또 전극면적이 크고 전극간의 거리가 적은 cell은 전기전도도가 작은 계수를 측정하는데 사용되고 반대로 전극면적이 적고 전극간의 거리가 큰 cell은 전기전도도가 큰 계수를 측정하는데 사용된다. 용액저항을 측정할 때 직류를 사용하면 전극부분에 電氣分解가 일어나므로 보통 500 ~ 400Hz 정도의 교류를 사용한다. 전기 전도도는 섭씨 1도 증가함에 따라 약 2%씩 증가하므로 온도에 의하여 상당히 큰 誤差가 생길 수 있다. 그래서 전기 전도율은 25.0℃에서 측정하여야 한다. 측정범위는 0 ~ 1mS/cm와 0 ~ 20mS/cm로 선택가능하며 온도 보상은 0 ~ 40℃, 정밀도는 측정치의 $\pm 2\%$ 이내여야 한다.

비) 溶存酸素 (DO) - 격막산소전극법 (Galvanic Cell법)

支持管끝의 용존산소에 대하여 투과율이 높은 막이 있고 그안에 양극, 음극 및 전해액이 들어있다. 양극은 금, 백금, 은 등의 중금속으로 되어 있고 음극은 납, 알루미늄 등 비금속으로 되어있다. 전해액으로는 NaOH, KOH 등의 용액이 사용된다.

이 전극을 측정하고자 하는 용액에 넣으면 측정액중의 용존산소가 막을 투과해서 내부로 들어가서 兩極에서는 다음과 같은 반응이 일어나며 전류가 흐른다.



이상은 음극에 납과 전해액으로 KOH액을 사용했을 때의 식이다. 이때 흐른 전류의 크기는 일정조건하에서 용존산소의 농도에 따라 변하므로 이 전류를 측정해서 용존산소의 농도를 알 수가 있다.

사) COD - 산성 KMnO_4 법

수질자동측정법은 有機物量을 측정하기 위해 COD를 측정하고 있다. 대표적 유기물 측정방법인 BOD는 미생물에 의한 측정법이며, 그 측정시간이 오래걸리므로, 자동측정법으로는 측정할 수 없다.

대부분의 유기물은 수소, 산소, 질소, 탄소가 주 구성 원소이며 기타 유황, 인, 염소등 미량 원소로 구성되어 있다. 이들 원소는 강제 산화되어 간단한 산화물이 된다. 수중의 이들 유기물은 분해되어 수질을 변화시키므로 이들 양을 측정하는 것은 수질평가에 있어서 매우 중요하다.

BOD가 수중의 유기물을 生物學的으로 산화하는데 요하는 산소량을 나타내는데 반하여 COD는 고온, 강산성 혹은 강알칼리성 등의 특수조건하에 산화제를 첨가할 때 수중의 피산화물, 특히 유기물이 산화제에 의해 산화·소비되는 산소량을 나타낸다. COD는 酸化劑의 종류, 농도, 반응온도, 시간등에 따라 큰 영향을 받으므로 측정치에는 시험법을 명시하여야 한다.

그러므로 일반적으로 COD값이 BOD값보다 높게 나타나나 유기물 종류에 따라서는 BOD값이 높은 경우도 있다. 또한 미생물에 유독한 물질을 함유하는 물은 BOD값을 구할 수가 없지만 COD의 경우는 구할 수 있다.

수질자동측정법에서 이용되고 있는 酸性 KMnO_4 법은 시료를 산성으로 하여 과망간산칼륨 일정량을 넣은 후 일정시간 가열반응시키고, 소비된 과망간산칼륨으로부터 산소의 양을 측정하는 방법이다.

그 방법을 보면 다음과 같다.

- ① 300ml 농근바닥 플라스크에 시료 적당량을 취하여 물을 넣어 전량을 100ml

로 하고,

② 황산(1+2) 10ml를 넣고 황산은 분말 약 1g을 넣어 세게 흔들어 준 다음 수분간 방치하고,

③ 0.025 N-과망간산칼륨액 10ml를 정확히 넣고 등근바닥 플라스크에 냉각관을 붙이고 수욕의 수면이 시료의 수면보다 높게 하여 끓는 수욕중에서 30분간 가열한다.

④ 냉각관의 끝을 통해 물 소량을 사용하여 씻어준 다음 냉각관을 떼어 내고,

⑤ 수산화나트륨용액(0.025N) 10ml를 정확하게 넣고 60~80℃를 유지하면서 0.025N-과망간산칼륨용액을 사용하여 액의 색이 엷은 홍색을 나타날 때까지 적정한다. 따로 물 100ml를 사용하여 같은 조건으로 바탕시험을 행한다.

실험결과를 바탕으로 식(5-2)에 의해 COD를 算出해 낸다.

$$\text{COD}(\text{mg/l}) = (b-a) \times f \times 100/V \times 0.2 \dots \dots (5-2)$$

- a : 바탕시험적정에 소비된 0.025N-과망간산칼륨액 (ml)
- b : 본 시험적정에 소비된 총 0.025N-과망간산칼륨액 (ml)
- f : 0.025N-과망간산칼륨액 역가 (factor)
- V : 시료의 량 (ml)

5.3.2 수분식(수질오염공정시험법)의 분석원리

환경오염물질은 처리시설을 통과하면서 自然開放狀態에서의 그 양이 미량~극미량으로 존재하기 때문에 현존량을 측정함에 있어서 측정방법, 측정기기, 사용시약 및 기구, 용기 등에 따라 그 결과가 상이하게 나타나는 경우가 있다. 또한 시료의 채취방법, 채취시기의 결정, 시료의 보관 및 운송방법, 채취에서 측정착수기간의 지연 등 여러 요인에 따라 같은 시료라도 측정결과가 달라질 수 있다. 따라서 수질오염공정시험법은 환경오염물질의 現存量을 정확히 측정할 수 있도록 시료채취에 관한 사항과 측정방법, 측정시기, 사용시약, 기구용기, 시료선택의

범위 등 측정업무에 수반되는 제반사항을 규정함으로써 환경오염물질의 측정정도를 標準化하는데 그 목적을 둔 측정방법이다.

환경오염물질의 측정이론과 방법은 일반 정량분석에서부터 첨단기기분석 등 다양한 방법이 있으며, 또한 새로운 측정기술이 개발 보급되고 있는 실정이다. 따라서 수질오염공정시험방법은 하나의 측정대상물질에 대해 여러 측정방법중에서 誤差 誘發要因을 최소화 할 수 있으며 정확한 측정결과를 얻을 수 있는 방법을 채택하여야 하며, 같은 시료에 대하여 반복 측정할 때 그 측정결과의 재현성이 양호한 방법이라야 한다.

본 절에서는 수질 측정 방법중 수분식(수질오염공정시험법)에 의한 방법을 서술하였다. 측정항목중 온도, pH, DO 등은 자동 측정장치에 의한 분석법에서 서술하였으므로 총-질소, 총-인 등을 중심으로 서술하였다.

가) 총 질 소 (T-N) - 자외선 흡광광도법

紫外線 吸光光度法은 시료 중 질소화합물을 알칼리성 과황산 칼류의 존재하에 120℃에서 유기물과 함께 분해하여 질산이온으로 산화시킨 다음 산성에서 자외부 흡광도를 측정하여 질소를 정량하는 방법이다. 이 방법은 비교적 분해되기 쉬운 유기물을 함유하고 있거나 자외부에서 흡광도를 나타내는 브롬이온이나 크롬을 함유하지 않는 시료에 적용된다. 定量範圍는 0.005~0.05mg-N이며 표준편차는 3~10%이다.

나) 총 인 (T-P) - 흡광광도법(아스코르빈산 환원법)

흡광광도법은 시료중의 유기물을 산화 분해하여 모든 인 화합물을 인산염(PO₄)형태로 변화시킨 다음 인산염을 아스코르빈산 환원흡광광도법으로 정량하여 총인의 농도를 구하는 방법이다. 정량범위는 0.001~0.025mg-P/ml이며, 표준편차는 10~2%이다.

1) 흡광광도법

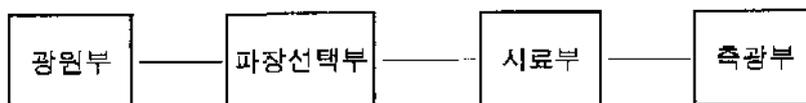
흡광광도법은 시료용액 또는 물질에 적당한 시약을 가하여 發色시킨 용액의 흡광도를 측정하여 시료중 목적성분의 농도를 구하는 방법이다. 보통은 光源에서 빛을 모노크로미터 또는 필터에 의하여 파장범위가 좁은 광속으로 만들어 액층에 통과시켜 광선분광 광도계로 흡광도를 측정하여 정량한다.

예를 들면 강도 I_0 인 빛(단색광속)이 시료중의 발색시킨 목적물질의 농도 C , 길이 l 의 액층을 통과할 때 그 빛은 액층에 흡수되어 그 강도가 I_0 에서 I_t 로 감소되었다고 하면 Lambert-Beer法則에 따라 식(5-3)이 성립한다.

$$I_t = I_0 10^{-\epsilon cl} \text{ 혹은 } \log\left(\frac{I_0}{I_t}\right) = \epsilon cl = E \dots\dots\dots (5-3)$$

ϵ 는 흡광계수라 하며 농도 1M, 광로의 길이 1cm인 때의 흡광계수를 분흡광계수라 하고 투과도는 $t = I_t/I_0$, 투과율은 $T = (I_t/I_0) \times 100 = t \times 100$ 이다.

실제의 분석조작에서는 미리 농도를 알고 있는 표준용액을 이용하여 시료와 동일 조작으로 발색시킨 것에 대하여 흡광도를 측정하고 농도와 흡광도와의 관계선 즉, 검량선을 작성해 둔다. 다음 시료용액에 대하여 동일조작으로 발색시켜 흡광도를 구하여 검량선에서 목적물질의 농도를 구한다. <그림 5.39>은 분석장치의 구성도를 나타낸 것이다.



<그림 5.39> 흡광광도법의 분석장치 구성도

다) 중금속(Cd, Pb)의 측정 - 원자흡수분광광도법(AAS)

원자흡수분광광도법은 정성분석보다 정량분석에 주로 이용된다. 실제로 원자흡수스펙트럼이 매우 예민하고 단순하여 감도와 검출한계가 좋기 때문에 시료중 미시원소의 존재 여부를 확인하는 데에는 다른 방법들에 비해 매우 정확하다. 그러나 광원을 원소마다 계속 바꾸어 끼워야 하는 등 조작이 번거롭기 때문에 정성분석에는 效率的으로 이용되지 못하고 있다.

원자흡수분광광도법은 금속원자를 불꽃 또는 진기로 등에 의하여 높은 온도로 가열함으로써 만들어진 氣體狀態의 중성원자에 적당한 복사에너지를 쬐여줌으로써 일어나는 복사에너지 흡수현상을 기초원리로 한 분석방법이다. 이 방법은 비교적 조작이 간편하고, 방해영향이 심각하지 않으며, 감도가 예민하여 극미량 금속원소를 정확하게 분석할 수 있다. 따라서 다른 분석법에서 요구되는 여러가지 문제점을 효과적으로 해결해 주고 있을 뿐만 아니라, 특히 그 원리의 차이는 있지만 원자형광분광법 및 불꽃방출분광법과는 장치가 비슷하여 한가지 기기로 이들 방법을 겸할 수 있어서 각 방법의 장점을 충분히 이용할 수 있는 잇점이 있다.

原子吸收現象은 원자마다 고유한 파장의 복사선을 원자에 쬐여줄 때 일어나는데, 원자흡수선은 폭이 대단히 좁기 때문에 광원으로부터 방출되는 에너지를 원자들이 완전히 흡수하기 위해서는 hydrogen lamp와 같이 폭이 넓은 스펙트럼을 방출하는 연속광원은 사용할 수 없고, 각 원자마다 들뜨기에 알맞는 폭이 좁은 복사선 즉, 공명선을 방출하는 특수한 장치의 광원이 필요하다.

2) 원자흡광분석법

원자흡광분석은 시료를 직냥한 방법으로 해리하여 원자증기화할 때 생성되는 기저상태원자(ground state)가 이 원자의 증기층을 투과하는 특유 파장의 빛을 흡수하는 현상을 이용하는 것으로 이 때의 흡광도는 증기층의 원자농도에 비례

하게 됨으로 각개의 특유 波長에 대한 吸收度를 측정해서 시료중 목적성분의 농도를 정량하는 방법이다.

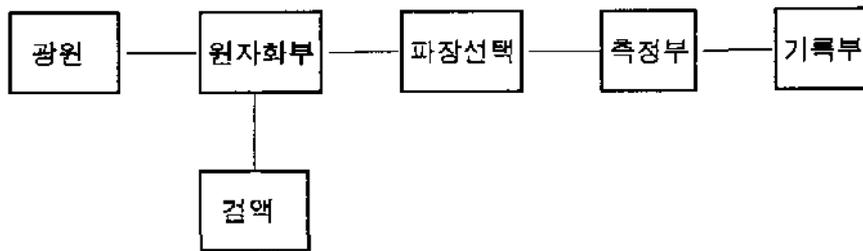
이때 원자에 의한 빛의 흡수도와 원자 증기밀도와의 사이에는 다음과 같은 관계가 있다. 진동수 ν , 강도 $I_0\nu$ 인 빛이 길이 l cm인 원자증기층을 통과할 때 그 강도가 $I_0\nu$ 에서 $I\nu$ 로 감소되었다고 하면 식(5-4)가 성립된다.

$$I\nu = I_0\nu \cdot e^{-k\nu \cdot l} \quad (k\nu \text{는 흡수율}) \dots \dots \dots (5-4)$$

또 원자 증기밀도 N 은 적분흡수율 $\int k\nu \cdot d\nu$ 에 비례하며, 시료중 대상원소의 농도 C 와 N 과는 분석조건이 일정하면 比例關係가 성립된다. 지금 흡광도를 $A = -\log_{10}(I\nu/I_0\nu)$, 스펙트럼선의 중앙 흡수율을 K_{max} 라 하고 K_{max} 를 C 로 나눈 값을 원자흡광률 E_{AA} 라고 하면 식(5-5)와 같다.

$$A = 0.4343K\nu \cdot l = K_{max} \cdot l = E_{AA} \cdot C \cdot l \dots \dots \dots (5-5)$$

여기서 E_{AA} 는 目的原子의 고유 수이다. 따라서 l 이 결정되면 A 를 측정하여 시료중 대상원소의 농도 C 를 구할 수 있다. <그림 5.40>는 원자흡광분석법의 分析裝置 構成圖를 나타낸 것이다.



<그림 5.40> 원자흡광분석법의 분석장치 구성도

5.3.3 生物警報裝置의 원리 및 특성

가) 도입의 필요성

産業이 發達하면서 化學물질의 개발이 급속히 증가하고 있다. 많은 종류의 유해물질중 미지물질이 상수원에서의 불의의 사고로 取水源으로 유입된다면 수질오염자동측정망으로 수질감시를 하는 때에는 한계가 있다. 왜냐하면, 현재 수질오염자동측정망의 수질감시를 위한 측정항목은 生活環境項目과 몇개의 健康保護項目에 지나지 않기 때문이다. 따라서 상수원수의 수질감시 및 기능통제와 수질오염 사고시 피해를 감소시키기 위해서는 생물경보장치가 도입되어야 할 것이다.

생물경보장치의 長點은 ① 감시대상의 물을 24시간 연속적으로 측정할 수 있으며 ② 거의 모든 化學물질에 대하여 감시할 수 있고 ③ 그 반응이 매우 민감하며 ④ 운영비가 매우 저렴한 것 등이다.

따라서 水生生物을 이용한 毒性物質의 감시 장치를 이용하면 하천 및 호소 등 물에 잠겨있거나 차후 유입될 가능성이 있는 어떤 입자의 오염물질에 대한 감사가 가능하므로 수질 모니터링을 매우 효율적으로 수행 할 수 있을 것으로 생각된다.

본 절에서는 아직 생물경보장치가 실험실 연구 수준임을 감안하여 경보장치에 대해서 물고기 및 물벼룩의 주요원리를 중심으로 서술하였다.

나) 물고기 독성경보장치

이 시스템은 물고기가 불의 흐름을 거슬러 올라가는 성질 즉, 逆流性(Rheotaxis)을 이용한 것이다. 즉 이 장치에 이용될 수 있는 물고기의 선택조건은 먼저 역류성이며 그 다음이 유해물질에 대한 민감성이다. 만약 유해물질의 유입으로 물고기가 피해를 받으면 물고기가 힘을 잃음으로써 수영성이 떨어지게

된다. 유영성이 많이 떨어지게 되면 물고기가 流速을 이기지 못하고 뒤로 밀리게 되나 물고기가 가진 본능으로 인하여 다시 앞으로 나아가고자 꼬리 지느러미를 힘차게 움직이게 되는데 이때 이 꼬리지느러미가 감지센서를 건드리게 되므로 이것이 전기적 신호값(임펄스)으로 나타나 기록된다. 이 전기적 신호값이 정해진 값을 초과하게 되면 警報가 발령되고 물이 자동적으로 채취되며 정밀분석장비에 의해 원인유해물질을 알아내도록 하는 시스템으로 이루어져 있다.

물고기 毒性警報裝置는 어떤 단일 독성물질에 대한 유해성을 알려주는 장치가 아니며 또한 수중의 독성물질도 어떤 한 성분만이 있는 것이 아니라 수 많은 물질이 존재하고 그 각각의 독성물질이 서로 반응하여 전혀 새로운 독성물질을 형성하기도 하기 때문에 窮極的으로 본 장치는 결과론적인 독성을 감지하는데 사용되는 장치이다.

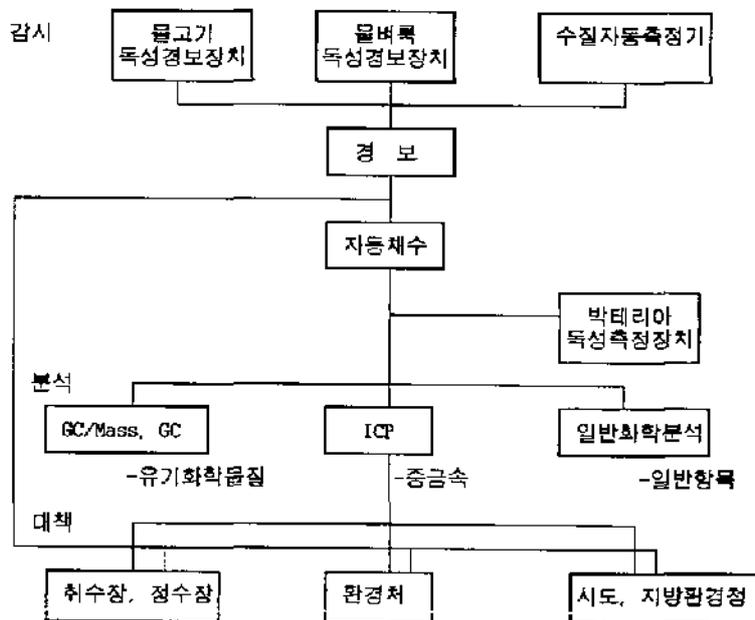
다) 물벼룩 독성정보장치

물벼룩은 물이 독성물질에 오염되지 않았을 때에는 규칙적인 움직임을 보이거나 독성물질에 노출되면 움직임이 불규칙적으로 변하고 급격해진다. 움직임이 급격해 질수록 赤外線 센서를 차단하는 회수가 많아지게 되므로 전기적 신호 값은 증가하게 된다. 그리고 그 전기적 신호값이 미리 정해 놓은 한계값을 초과할 때 정보가 발령되게 된다.

라) 생물정보시스템에 의한 수질감시

생물을 이용한 독성정보체계가 확립되기 위해서는 정보발령시 채수된 물을 화학적 분석으로 정보발령 원인물질의 종류와 양을 파악하여야 하며 그 배출원을 추적하여 더 이상의 오염이 없도록 하여야 하므로 감시단계-분석단계-대책단계 간의 유기적이고 종합적인 하나의 시스템 즉, 종합 수질자동측정 시스템이 요구되는데 이를 <그림 5.41>과 같이 나타낼 수 있다.

따라서 4장에서 수도기술연구소에 설치를 제안한 “종합수질자동센터”에서도 <그림 5.41>와 같이 生物警報시스템과 水質汚染自動測定裝置 및 精密分析器機를 확보하여 운영하도록 하여야 할 것이다. 서울시에서도 생물정보시스템을 장기적인 관점에서 운영할 수 있도록 연구요원이 확보되어야 하며 불고기 또는 물벼룩 독성정보장치에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다. 수도기술연구소 또는 보건환경연구원이 이런 시스템을 운영할 수 있는 적합한 기관으로 판단된다.



<그림 5.41> 종합 수질자동측정 시스템

5.4 수질자동측정소의 유지관리평가

수질오염자동측정은 그 목적이 수질감시와 수질관리에 있는 만큼 長期的으로 안정되게 가동되어 신뢰성이 높은 정보를 제공함으로써 수질관리의 정책결정에 도움을 주어야 하며 장래 이용가능한 정보를 확보하여야 한다. 또 불의의 사고 등 긴급상황시 신속히 대처할 수 있는 水質警報體系確立을 위하여 자동측정장치는 고장없이 유지관리되어 연속측정될 수 있어야 한다. 따라서 본 절에서는 자동측정소의 체계적인 유지관리를 위해 필요한 관리방법과 비용을 산출하여 수질 자동측정체계를 구축하는데 도움이 되게 하였다.

5.4.1 유지관리 방법

수질자동측정소는 24시간 상시감시체제로서 연속적인 자동측정기기를 이용하여 대상물질을 측정한다. 유지관리방법은 측정기기에 따라 다르고 각각의 다양한 시약이나 소모성 부품이 필요하게 된다. 즉 일정시약이나 기록용지 등 消耗性部品은 인력에 의해 공급되어야 한다. 또 측정기기의 가동기간이 길어지면 여러가지 부품의 마모등에 의한 기기의 고장이 발생할 수 있다. 이러한 다양한 종류의 문제점을 해결하고 측정소를 維持管理하기 위해서는 각각의 문제에 대한 전문적인 관리자가 필요하게 된다.

현재 자동측정소의 유지관리를 위해 측정소에 소수인원이 파견되어 근무하고 있으며, 일부 측정장치는 위탁관리하고 있는 실정이다. 따라서 본 절에서는 유지관리 인원의 교육 및 관리방법등에 관하여 서술하였다.

가) 관할기관의 유지관리

수질자동측정소의 維持管理를 보면 자동측정기기의 규모, 측정항목의 내용 및 測定方法등은 전문기술직원에 의한 유지관리가 요구되고 있으며, 이러한 기술직원은 일반적으로 화학 및 전기 기술자로 구성된다. 또한 측정기기의 구성 및 동

작원리를 숙지하기 위한 기술직원의 교육은 측정기기메이커의 전문기술자에 의한 기술설명과 숙련된 유지관리기술자로부터 실습지도 및 그 시스템 특유의 유지관리의 요점이나 보수점검 방법등이 필요하다.

수질자동측정소에 과건되는 관리요원의 유지관리업무 내용은 <표 5.14>와 같다.

<표 5.14> 수질자동측정소 관리요원의 유지관리 업무

	업 무 내 용
일간업무	<ul style="list-style-type: none"> • 측정기기 이상유무 진단 및 조치 • 정전 및 단수시 응급조치 • 시약잔량 수시점검 및 조치 • 원수 Moter 점검 및 Screen 세척 • Data검색 및 전산망가동 유무진단 및 조치 • 원수 Tank 및 측정조 세척 • 기기 Sensor 세척 및 시약보충 • 측정소 주변청소 • 지역오염도 수시보고(일일보고)
주간업무	<ul style="list-style-type: none"> • 연구원 회의 참석(기기운영상태 보고 및 주간업무계획 수립) • 각종 Line 누수점검 • 측정기기 흡수액 교환 • 용역업소 통상점검 관리 • 측정기기 정도관리실사(Zero, Span고정)
월간업무	<ul style="list-style-type: none"> • 월간 Data작성 및 통계처리 • Filter 교환 • 시료채취 Line 청소 • 기록지 교환 • Recorder 주유 및 Ribbon 점검 및 교환 • 각종 모터 Element 청소
기타업무	<ul style="list-style-type: none"> • 기기 시약 및 부품공급 • 한강원수 및 정체수역 채수 • 등질기 연료 공급

자료 : 보건환경연구원 내부자료

현재 서울시의 水質自動測定所의 유지관리현황을 보면 이러한 수질자동측정에 필요한 측정기기유영 및 측정자료의 統計處理등은 수질자동측정소의 운영요

원 등에 의해 이루어지지만 측정기기의 점검 및 보수는 운영요원이 직접 관리하기 어려우므로 기기판매업소에 委託管理하고 있으며, 시료채취를 위한 수중모터 등도 같은 형식으로 관리하고 있다.

나) 위탁관리

수질자동측정장치 운전시 요구되는 기술은 전문적인 사항이 많다. 특히 기기의 보수등은 일반인이 숙련된 기술을 빠른 시간에 습득하는데 어려움이 있다.

이러한 전문업체에 위탁 관리할 때에는 위탁하는 업무의 범위, 업자의 선정, 위탁업무의 감시, 방법, 기술지도내용, 업무의 실시계획, 예산등에 대해 충분히 검토한 후 위탁할 필요가 있다. 위탁업자의 선정시에는 전문기술요원과 시설, 설비, 기구등이 충분한지에 대한 사전 조사가 이루어져야 할 것이다.

일반적인 委託業務의 범위를 요약해 보면 다음과 같다.

- ① 시료채취장치 및 측정기기의 보수점검
- ② 눈금교정 (수분식에 의한 크로스체크)
- ③ 성능시험 (채수점에서 채취한 시료의 수분적치와 수질자동장치의 측정치 비교)
- ④ 측정 데이터의 기록, 보고서의 작성
- ⑤ 측정기기의 定期點檢
- ⑥ 데이터시스템의 보수, 점검
- ⑦ 측정소의 보수점검
- ⑧ 수질자동측정기기의 긴급점검

이중 현재 서울시 수질자동측정소에서 ②, ③, ④번의 업무는 파견된 측정요원이 담당하고 있다.

수질자동측정소의 유지관리는 該當地方 公務員이 직접 이행하는 것이 바람직

하지만 부득이 위탁관리하는 경우에는 측정소관리기관이 위탁업무를 감독, 지도하여야 하며 그 세부사항은 다음과 같다.

- ① 월간계획 및 연간계획의 내용을 확인하고 더불어 담당직원이 정기적으로 보수점검상황 및 측정체계가 적절하게 되는가를 점검한다.
- ② 채수점과 調整槽의 수질변화의 유무를 곧바로 확인하고 또한 수질자동측정기기의 눈금교정으로서 수분석과의 크로스체크(cross check)를 통한 측정치의 信賴性을 확보한다.
- ③ 측정치의 분석이나 데이터치리에 적당하게 기록지등과의 조합을 상시 실시한다.
- ④ 수질측정관리가 관할지역외에도 영향을 미치는 경우는 관계지방자치체와 데이터교환등을 행하고 종합적인 관리로 수질상황을 파악한다
- ⑤ 측정기기는 형식, 제조회사등에 의한 차이가 있고, 그 취급방법도 상이하다. 그러므로 精度維持를 위해서는 바른 操作방법의 확인, 이상시의 처리등 세부의 상세한 업무내용의 점검을 행하고 적절한 유지관리지침을 세운다.
- ⑥ 위탁업무의 범위, 내용에 따라 지방자치체의 전문직원이 위탁업자에 대해 연수, 指導를 실시한다.
- ⑦ 수질자동장치기의 기능, 성능이 바르게 유지되는지를 확인하기 위해 곧바로 地方自治體職員에 의한 立會試驗을 실시한다.
- ⑧ 정기적으로 담당직원과 측정소 또는 측정기기에 따라 유지관리보고회를 실시하고, 필요에 따라 측정기기제조회사의 전문기술자에 의한 기술설명을 받는다.

다) 수질자동측정기기의 유지관리 방법

1) 시료채취장치

대상항목의 측정을 위해 시료의 채취가 이루어지는데 측정소의 설치위치가 수역에서 일정간격 떨어져 있으므로 시료는 채수펌프에 의해 펌핑되어 送水管이나 調整槽등을 거쳐 측정기기에 유입되게 된다. 이러한 시료채취장치를 거치면

2) 측정항목별 유지관리 방법

수질자동측정기기를 양호한 상태로 사용하기 위해서는 매일매일의 적절한 보수점검이 필요하다. 日常의 보수점검주기는 사료의 性狀等에 따라 다르기 때문에 測定局마다 결정되는 것이 일반적이다. 日常의 보수점검표의 예를 <표 5.19~20>에 나타내었다. 또 日常의 보수점검이외에 정기적인 부품교환 및 분해정비를 하는 것이 稼動率을 높이고 동시에 精密度를 높일 수 있는 방법이다.

3) 데이터기록 및 전송장치의 유지관리

기록계는 아날로그기록식, 디지털기록식, 아날로그·디지털기록식등이 있다. 측정데이터를 기록하는 것이므로 일상점검에서 정밀하게 유지관리를 하는 것이 필요하다. 기록계의 유지관리의 요점을 <표 5.17>에 나타내었다.

텔레메타는 各測定局에서 측정된 데이터를 정확히 전송해서 중앙 데이터처리 장치에 수집, 기록한다. 그 성능을 유지하기 위해서는 일상점검을 빠짐없이 하여야 한다. 이때 점검은 신호의 동작점검을 중심으로 하고 전문적인 점검도 정기적으로 할 필요가 있다. 텔레메타의 일상점검과 정기점검의 예를 <표 5.18~19>에 나타내었다.

<표 5.15> pH 측정기 유지관리 방법

보수점검사항		내용	보수점검주기				실시방법	소요시간	
대상	사항		始動時	주간	1~3개월	6~12개월			
시료채취부	채수·배수경로의 점검	각부의 막힘 또는 누수없이 시료가 정상적으로 흐르고 있을 것	○	○			目視, 브러쉬등으로 세정한다. 필요에 따라서 채수관등을 교환한다.	약 10分	
	배수검토								
측정부	측정조	내면이 오염되어 있지 않을 것	○	○			目視, 브러쉬등으로 세정한다.	約 20分	
	전극의 세정장치	막힘이 없이 정상으로 동작할 것	○	○			目視, 세정장치를 이용하여 정상으로 동작시킬 것		
	排水밸브	막힘 또는 방류가 없이 정상으로 동작할 것	○	○			目視, 排水밸브 ON-OFF시켜 막힘 또는 방류가 없는가를 확인한다.		
	전극부	유리전극	전극의 세정 전극의 교환	○	○		○	• 7.용류와 유기물의 부착은 洗劑로 세정한다. • 무기물질의 부착은 염산(0.1mg/l)으로 세정한다.	20分 ~ 60分
		비교전극	전극의 세정 내부액의 변화량의 확인 내부액의 보충 비교전극의 교환	○	○		○	前回점검으로 부터의 변화량의 확인→변화가 없을 때는 液絡抵抗의 확인 또는 비교전극의 교환	
	고정	온도補償전극		○	○			브러쉬등으로 세정한다.	40分 ~ 130分
		제로고정	제로점이 어긋나지 않을 것	○	○			제로고정액으로 측정하여 제로점에 맞춘다.	
		스팬고정	스팬이 어긋나지 않을 것	○	○			스팬고정액으로 측정을 행하여 스펬의 값에 맞춘다.	
	기록부	차트보냄	차트보냄이 원활하게 할 것	○	○			취급설명서에 의한다.	約 10分
		기록장치	기록상태 기록지의 교환	○	○		○	취급설명서에 의한다. 취급설명서에 의한다.	
임크점검			殘留의 확인	○	○		○	취급설명서에 의한다.	
운할류의 보충		運轉류의 보충	○	○		○	취급설명서에 의한다.		

<표 5.16> DO측정기 유지관리 방법

보수점검사항		내 용	보수점검주기				실 험 방 법	소요 시간
대상	사 항		시작 시간	주 간	1~6 개 월	6~12 개 월		
측정부	채수, 배출경로의 점검	각부의 막힘, 또는 누출되지 않고 정상적으로 흐르고 있는 것.	○	○			目視, 브러쉬등으로 세정한다. 필요에 따라 채수관등을 교환한다.	약 10분
	측정조	내면이 오염되지 않을 것.	○	○			目視, 브러쉬등으로 세정한다.	약 20분
	전극의 세정장치	막힘이 없이 정상으로 동작할 것	○	○			目視, 세정장치용 이송하여 정상으로 동작시킬 것	
전극부	배수변	막힘 또는 물유출이 없이 정상으로 동작할 것	○	○			目視, 排水밸브를 ON-OFF시켜, 막힘 또는 유출이 없는 것을 확인한다.	
	DO전극	전극의 洗淨 전극의 격막·내부액 또는 tube의 교환, 전극의 교환	○	○		○	· 油와 유기물의 附着은 세제로 세정한다. · 무기물질의 附着은 鹽酸(0.1m01/ℓ)으로 세정한다. · tube방식은 종류에 따라 약3개월 또는 5~12개월에서 교환한다.	20분~60분
	제로조정	제로점이 어긋나지 않을 것	○	○			· 제로조정액으로 측정을 행하여 제로점에 맞춘다.	40~150분
기록부	스팬조정	스팬이 어긋나지 않을 것	○	○			· 스펬조정액으로 측정을 하여 스펬의 값에 맞춘다.	
	기록상태 기록지의 교환	차트수송이 원활하게 할 것 기록이 명료할 것	○	○			취급설명서에 의한다.	약 10분
잉크의 점검	잔량의 확인	○		○		취급설명서에 의한다.		
	윤활유의 보충	윤활유의 보충	○			○	취급설명서에 의한다.	

<표 5.17> 기록계의 유지관리의 요점

점 검 항 목	實施頻度
1) 기록지잔량을 확인하고 다음 점검할때까지 부족한 것이 있으면 교환한다.	통상점검
2) 타점기록계의 경우는 잉크색을 틀리지 않도록 각색을 1종씩 보충한다. 장기간 사용해서 기록이 不鮮明하게 되거나, 잉크가 혼합된 경우에는 잉크바트를 교환한다.	통상점검
3) 디지털 기록계의 경우는 인쇄가 불선명하게 되는 경우와, 인쇄방식에 따라 각기 다른 잉크 리본등의 교환이 필요하다. 자세한 내용은 취급설명서에 의해 대처한다.	통상점검
4) gear등의 회전부위는 먼저 기름을 닦은 후에 윤활유를 주입한다.	1回/月
5) 타점식의 경우는 미끄러워 저항체에 먼지가 부착하면 기록어상의 원인이 되므로 부드러운 천 등으로 청소한다.	1回/月
6) 강도가 떨어지지 않는가름 baracing모타의 出力軸을 회전시켜 점검한다.	1回/月
7) 直流標準電壓發信機를 이용해서 눈금 교정을 한다.	1回/月
8) 아날로그·디지털기록계의 경우 메모리 유지전지를 정기적으로 교환한다.	1回/月

<표 5.18> 텔레메타 시스템장치 및 컴퓨터의 일상점검 예

구 분	점 검 확 인 항 목	사용하는 소모품			
텔레메타 측정구조장치 및 컴퓨터	시스템全體의 狀況	시보, 일보등의 1시간치 에러메세지에 의한 이상의 표시	—		
	主要機器의 日常點檢	전기에에 공통	알람표시램프등의 점등상황 이상을의 유무, 냉각팬의 동작	—	
		조 작 부	자극호출상황 측정기의 조정중과 알람상황	—	
		기 록 계	기록지잔량, 잉크의 상태시간	기록지, 잉크, 잉크배트	
		표 시 반 등	표시소자의 상태	램 프	
		자 기 테 이 프	자기테이프잔량의 청소	자기테이프 레드크리너 연봉, 가아제	
		프린트	전 반	송지잔량, 종이공급기구부의 청소, 인자의 점검	연속용지, cut지
			라인프린터	잉크 리본의 상태	잉크리본
			시리얼프린터 테이프프린터	토너, 정착제잔량	토너, 정착제, 감광
		display	서면 및 VIT filter의 청소	화면크리너	
		하드카피	연 전 사 식	기록지, 잉크시이트잔량	기록지, 잉크 sheet
	사 진 식		필름	필름백	
	레이저식		기록지, 토너, 정착제잔량	기록지, 토너, 정착액	
	X, Y plot	기록지, 잉크잔량, pen의 plant head면 청소	기록지, 각종 펜, 잉크		
	세 림 장 치	처분 및 청소 카드와 테이프잔량	종이카드, 종이테이프		
공 조 기	실내온습도의 변화, 통풍, 풍량	—			

<표 5.19> 데이터전송계 및 공조계에 관한 정기점검의 예

구분	장차	점검조정항목	실험빈도
데이터 전송계	텔레메타 전송국 장치	송수신 레벨의 점검 A/D變換器의 정도의 점검 펄스카운타의 정도 및 점검 측정기기상태監視信號의 동작점검 측정기기制御信號의 동작점검 測定機외의 데이터比較 隨時呼出에 의한 측정신호나 상태감시신호의 전송정도의 점검 감시센타의 시모와의 조합 측정국의 中繼局의 폼화시험 直流電壓 및 리플 電壓의 點檢 周波數變調部 балан스의 點檢 스위치의 動作點檢 data 顯示機能의 點檢 내장 타이머 점검의 고장 백업메모리의 점검	年數回
	텔레메타 측정국 장치	送水信 레벨의 點檢 타이머 인력동작의 점검 各 스위치의 동작점검 直流電壓 리플 電壓의 점검 측정소呼出制御機能의 점검 알람機能의 점검 停電時的 백업기능의 시험 周波數變調部の 出力波形的 점검 各部主要波形 및 타이밍의 점검	年數回
	무선기	電源電壓의 점검 送信出力, 空中線系의 점검, 조정 送信周波數偏差의 점검, 조정 最大周波數變移, 표준변조감도, 歪曲 點檢, 조정 偏射의 點檢, 調整 受信局發周波數偏差의 점검, 조정 感度의 점검, 조정 受信電系의 點檢 通話試驗 텔레메타信號 라인레벨 점검, 조정	年數回

5.4.2 유지관리비 평가

앞서 3장에서 설명한 바와 같이 자동측정소는 서울시상수도사업본부와 서울시 보건환경연구원에 의한 二元化된 체제로 관리 운영되고 있다. 서울시 상수도사업본부는 운영인원이 별도로 배치되지 않고 타업무와 並行해서 자동측정소 업무를 관리하고 있다. 즉, 수질감시를 위해 상수도사업본부에서는 정수장의 수질 측정요원이 수질자동측정기기(폐놀, 중금속, 비소, 크롬 등)를 관리하고 있다. 서울시 보건환경연구원에서 운영하고 있는 수질자동측정소는 이와 달리 각 자동 측정소에 운영요원이 1명 상주하여 운영관리되고 있다.

가) 보건환경연구원 운영의 수질자동측정소

한강하류나 지류천의 水質管理를 위해 보건환경연구원에서 운영하고 있는 수질자동측정소의 유지관리비 내역은 다음과 같다.

- 1. 인건비: 연봉 1,500만원(별정직 10호봉 기준)
- 2. 운영비: ① 측정기기 위탁관리비 : 년 400만원(8항목 기준)
- ② 수중모터 위탁관리비 : 년 300만원
- ③ 전산망 위탁관리비 : 년 130만원
- ④ 시 약 비 : 년 200만원
- ⑤ 부 품 비 : 년 150만원
- ⑥ 전기, 수도비 : 년 300만원
- 합계 : 2,980만원(1개 측정소 연간 운영비)

측정항목에 따라 연간 소모되는 부품과 시약의 종류 및 교환량이 약간 차이가 있고 기기의 총 가동시간등에 따라 部品交替時期 등이 달라지므로 평균적인 유지관리비를 나타낸 것이다.

또한 수질자동 측정소 1개를 신축할 때의 비용을 산정해 보면 측정소의 신축

비는 1억 5천만원이, 측정장비는 약 2억 5천만원이 소요되었다. 세부적인 내용은 다음과 같다.

① 측정소 신축비 : 1억 5천만원(20평). 취수시설 포함(93년도 기준)

② 측정장비 구입비 : 2억 5천만원(93년도 3개 지천 기준)

측정장비 내역 : 종합 측정기 : 8,000만원(Temp, pH, DO, Cond, SS)

COD 측정기 : 2,500만원

시안 측정기 : 4,000만원

카드뮴. 납 : 5,000만원

폐놀 측정기 : 5,000만원

자동측정소의 신축시 건물구조를 보면 측정기기의 정면 및 배면에는 보수점검 작업의 공간이 필요하고 장치의 좌우에는 보수점검작업을 위해 이동공간이 있는 것이 좋다. 이에 필요한 건물의 소요면적과 소요비용을 산출해 보면 다음과 같다.

건물 넓이 : • 20~25 m²(局內的 바닥면적) - 측정기기를 보수하기에 필요한
작업공간용 거리

• 장치정면 : 1.5~2.0m

• 장치좌우 : 좌측 1.5~2.0m, 우측 0.1~1.2m(좌우逆도가능)

• 장치배면 : 1.0~1.5m

이러한 일반적인 사항을 감안해 보면 측정소 新築에는 약 4억이 소요되는 것으로 산출되는데, 건물신축시에는 실험에 용이하도록 배수시설이나 전기, 수도시설 등에 세심한 주의를 기울여 건축해야 하고 측정기기 구입시에도 기기의 성능을 정확히 파악하여 구입후에 잦은 기기의 고장이나 측정한계의 불가능 등으로 인해 기기를 사용하지 못하는 오류를 범하지 않도록 해야 할 것이다.

나) 상수도사업본부의 수질자동측정소

수질감시를 위한 자동측정장치의 1개 측정소의 연간 유지관리비는 연간 약 2,970만원이 소요되는 것으로 나타나고 있다. 이중 수리비는 부품비나 용역비 등이 포함된 것으로 委託管理費는 약 1100만원, 소모성 부품비가 약 400만원에 해당되는 것으로 조사되었다.

수질자동측정소의 維持管理를 조사해 본 결과 1개 측정소의 유지관리비가 연간 약 3천만원이 소요되는 것으로 나타나고 있다. 따라서 유지관리비는 측정요원 2~3명이 3~4개의 수질자동측정소를 운영하도록 하는 방안을 고려할 수 있으며, 試藥製造 및 消耗性部品の 관리를 철저히 하면 예산이 절감할 수 있을 것으로 판단하였다.

5.5 합리적인 자동측정항목 선정

5.5.1 수질측정항목

가) 각국의 상수원수 및 음용수 수질기준

하천수질의 수질측정항목은 환경정책기본법의 河川水質基準<표 5.20>을 기준으로 측정하고 있으며, 수질오염측정망 운영지침에 의한 측정분석항목 및 횟수는 <표 3.3>과 같다. 현재 우리나라의 상수도 원수 수질기준은 환경정책기본법의 하천수질기준을 준용하고 있으며, 프랑스의 원수수질기준은 색도를 포함한 22개 항목인 <표 5.21>과 같다. 또한 우리나라의 먹는물 수질기준(과거 음용수 수질기준)을 비롯한 각국의 음용수수질기준은 <부록 4>와 같다.

<표 5.22>는 미국에서 규제되지 않는 揮發性有機物質에 대한 수질감시항목이다.

<표 5.20> 하천수질 환경기준

구분	등급	이용목적별 적용대상	기준				
			수소이온 농도 (pH)	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/ℓ)	부유물질량 (SS) (mg/ℓ)	용존산소요구량 (DO) (mg/ℓ)	대장균군수 (MPN/100ml)
생활환경	I	상수원수 1급 자연환경보전	6.5~8.5	1이하	25이하	7.5이하	50이하
	II	상수원수 2급 수산용수 1급 수영용수	6.5~8.5	30이하	25이하	5이상	1,000이하
	III	상수원수 3급 수산용수 2급 공업용수1급	6.5~8.5	60이하	25이하	5이상	5,000이하
	IV	공업용수2급 농업용수	6.0~8.5	80이하	25이하	20이상	-
	V	공업용수3급 생활환경보전	6.0~8.5	100이하	쓰레기 등이 떠있지 아닐 것	20이상	-
사람의 건강 보호	전	카드뮴(Cd): 0.01mg/ℓ 이하, 비소:0.05mg/ℓ 시안(CN):검출되어서는 않됨, 수은(Hg): 검출되어서는 않됨, 유기인:검출되어서는 않됨, 납(Pb):0.01mg/ℓ 이하, 6가 크롬(Cr ⁶⁺): 0.05mg/ℓ 이하, 폴리클로리네이티드비페닐(PCB):검출되어서는 않됨, 용이온 계면활성제(ABS):0.05mg/ℓ 이하					

- 비고:
1. 수산용수 1급: 빈부수상 수역의 수산생물농도
 2. 수산용수 2급: 빈부수상 수역의 수산생물농도
 3. 자연환경보전: 자연환경보전의 환경보전
 4. 상수원수 1급: 여과중에 의한 간이정수처리후 사용
 5. 상수원수 2급: 침전여과를 거친 일반적 정수처리후 사용
 6. 상수원수 3급: 침전여과를 거친 고도의 정수처리후 사용
 7. 수산용수 1급: 여과정수에 의한 농상의 정수처리후 사용
 8. 수산용수 2급: 여과정수 고도의 정수처리후 사용
 9. 수산용수 3급: 특수한 정수처리후 사용
 10. 생활환경보전: 국민의 일상생활에 불편감을 주지 아닐 정도

<표 5.21> 프랑스의 원수 수질기준

번호	항 목
1	색도 200mg/L 이하
2	온도 25℃ 미만
3	염화물(Cl) 200mg/L 미만
4	황산염(SO ₄) 250mg/L 미만
5	질산염(NO ₃) 100mg/L 미만
6	암모니아(NH ₄) 4mg/L 미만
7	과망간산칼륨소비량(O ₂) 10mg/L 미만
8	페놀지수(C H OH) 0.1mg/L 미만
9	계면활성제 0.5mg/L 미만
10	사염화탄소로 추출한 탄화수소 1mg/L 미만
11	아연(Zn) 5mg/L 미만
12	비소(As) 100µg/L 미만
13	카드뮴(Cd) 5µg/L 미만
14	시안(Cn) 50µg/L 미만
15	크롬(Cr) 50µg/L 미만
16	수은(Hg) 1µg/L 미만
17	납(Pb) 50µg/L 미만
18	셀레늄(Se) 10µg/L 미만
19	3가지 잔류 농약의 합계(PARATHION, HCH, DIALDRIN) 5g/L 미만
20	6가지 다핵방향족 탄화수소의 합계 0.2g/L 미만 FLUORANTHENE BENZO(3, 4) FLUORANTHENE BENZO(11, 12) FLUORANTHENE BENZO(3, 4) PYRENE BENZO(1, 2) PHENYLENE INDENO(1,2,3-CD) PYRENE (PARATHION, HCH, DIALDRIN) 5g/L 미만
21	분변성 연쇄상구균이 10,000/100ml 미만
22	내열성 대장균이 20,000/100ml 미만

<표 5.22> 미국의 규제되지 않는 휘발성 유기물질에 대한 수질감시 항목

모든 시설에 요구되는 항목		
Bromobenzene	m-Dichlorobenzene	Styrene
Bromodichloromethane	o-Dichlorobenzene	1, 1, 1, 2-Tetrachloroethane
Bromoform	Dichloromethane	1, 1, 2, 2-Tetrachloroethane
Bromomethane	1, 1-Dichloroethane	Tetrachloroethane
Chlorobenzene	cis-1, 2-Dichloroethylene	Toluene
Chlorodibromomethane	trans-1, 2-Dichloroethylene	1, 1, 2-Trichloroethane
Chloroethane	2, 2-Dichloropropane	1, 2, 3-Trichloropropane
Chloroform	1, 2-Dichloropropane	m-Xylene
Chloromethane	1, 3-Dichloropropane	o-Xylene
o-Chlorotoluene	1, 1-Dichloropropane	p-Xylene
p-Chlorotoulene	1, 3-Dichloropropane	
Dibromomethane	Ethylbenzene	

취약 시설에 요구되는 항목	
1, 2-Dibromo-3-chloropropane	Ethylene dibromide(EDB)

주정부 판단에 의한 항목		
n-Butylbenzene	Fluorotrichloromethane	1, 2, 3-Trichlorobenzene
sec-Butylbenzene	Hexachlorobutadiene	1, 2, 4-Trichlorobenzene
tert-Butylbenzene	Isopropylbenzene	1, 2, 4-Trimethylbenzene
Dichlorodifluoromethane	Naphthalene	1, 3, 5-Trimethylbenzene
Fluorotrichloromethane	n-Propylbenzene	Bromochloromethane

나)各國의 수질자동측정방의 측정항목

현재 서울시에서 측정하고 있는 水質自動測定項目은 온도, pH, DO(용존산소), COD(KMnO₄법), SS, Cl, Conductivity, T-N, T-P, Cd, Pb, Hg, As, CN, Ammonia, Phenol 등 16개 항목이다.

또한 환경부 한강수질검사소(종전 호소수질연구소)에서 시범 운영한 자동측정시설의 측정항목은 <표 5.23>과 같이 pH 등 9개 항목이다.

<표 5.23> 한강수질검사소의 자동측정시설의 수질측정항목

번호	측정항목	측정방법	정량범위
1	pH	유리전극법	2-12 pH
2	DO	극락전극법	0-20mg/L
3	전기전도도	고류2극법	0-2 mS/cm
4	수온	백금저항법	-10 - 40°C
5	탁도	무과산린법	0-200ppm
6	T-N	황산히드라진환원법	0.4-20ppm
7	T-P	아스코르빈산환원법	0.005-0.5ppm
8	TOC	과황산차외선산화법	1-20ppm
9	Phenols	직접법	0.025-0.5ppm

프랑스 세느강의 상수원 수질감시(자동경보시스템)를 위하여 측정하는 항목은 <표 5.24>와 같다.

<표 5.24> 세느강의 상수원 수질감시를 위한 측정항목

자동경보장치 설치장소	측정항목
<ul style="list-style-type: none"> ○ ATHIS-MONS ○ ABLON 	TOC, 탄화수소, NH ₄ , NO ₂ , DO, 수온, pH, 전기전도도, NH ₄ , NO ₃ , TOC, 탄화수소, CN, 살충제(Pesticides), 독성물질(Toxicity)

일본 오오사카府의 수질자동측정설비에 의한 측정항목은 수온, pH, DO, 탁도, 전기전도도, COD(KMnO₄법)이다. 또한 일본 비파호의 수질자동측정시설에 의한 측정항목은 <표 5.25>와 같다.

<표 5.25> 비파호의 부표식 수질자동측정설비의 수질측정항목

구분	측정항목
0 수질측정항목	수온, pH, DO, 탁도, 전기전도도, COD(KMnO ₄ 법), T-N, T-P, 클로로필-a,
0 기상측정항목	온도, 습도, 풍향, 풍속, 일사량, 강우량
0 수상측정항목	수위, 유황, 유속

5.5.2 合理的인 수질자동측정항목 선정

상수도 원수 수질기준 및 정수 수질기준(먹는물 수질기준)은 5.5.1에서 살펴본 바와 같이 수질기준의 항목이 많다. 이런 많은 수의 수질기준 항목을 수질자동측정장치에 의해 측정하기에는 불가능하다. 왜냐하면 현재 설치된 수질자동측정장치에 의해서 측정할 수 있는 測定項目은 비교적 적고, 자동측정설비가 개발된다 해도 수질의 測定信賴度를 확보하기에는 상당한 시일이 요구된 것으로 생각되기 때문이다. 또한 새로운 유해화학물질은 앞으로 계속 개발, 보급될 전망이다. 따라서 수질자동측정장치를 이용한 상수원의 유해물질의 감시는 상수원수 수질항목이나 먹는물의 수질항목을 모두 감시할 수 없는 상황이다.

상수원수 수질감시를 위한 효과적인 방법은 상수원 구역의 관리이다. 즉 상수원 구역에서는 유해물질을 유입이 원천적으로 배제되어야 한다. 구역에서 유해물질을 발생시키는 産業場이 없어야 할 것이다. 이러한 관점에서 상수원보호구역이 설정되고 유지되어야 할 것이다. 그러나 현재 왕숙천구역에는 다수의 산업장이 가동되고 있다. 상수원 구역에 산업장을 설치할 경우에는 구역관리가 어려워진다. 따라서 기 설치된 각 산업장은 철저한 廢水處理를 해야 할 것이다.

가) 취수원 수역의 수질감시를 위한 자동측정항목

현재 취수원수역의 자동측정항목은 온도, pH, DO, COD, 전기전도도, 탁도(또는 SS)의 一般項目을 비롯하여 Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol이다. 이러한 수질항목은 주요 선진국에서 실시하고 있는 수질감시를 위한 측정항목을 거의 포함하고 있다. 또한 서울사에서 측정하고 있는 수질자동측정 항목이 현재까지 신뢰성이 높은 측정가능한 水質測定項目이라 생각된다<표 5.26참조>

따라서 합리적인 수질감시를 위해 선정된 수질자동측정항목을 보면 현재로는 현 수질측정 항목인 온도, pH, DO, COD, 전기전도도, 탁도, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol을 선정하는 것이 바람직할 것이다. 또한 장기적으로 보면 상수원수 수질기준이나 정수 수질기준의 수질자동 측정항목의 대부분을 감시할 수 없으므로 현 자동측정항목과 생물모니터링을 도입하는 것이 합리적일 것으로 생각된다.

나) 生態係 維持를 위한 한강하류지역의 수질관리를 위한 자동측정항목

生態係 維持를 위한 잠실수중보 하류수역의 수질관리를 위한 자동측정항목을 보면 현재 한강분류의 노량진측정소 및 지천의 탄천, 중랑천, 안양천측정소에서는 온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol이 측정되고 있다. 따라서 남분간(2000년 까지)은 이들 항목이 기설치되어 있으므로 수질관리를 위한 자동측정항목으로 선정하여 측정하고, 중랑천등의 지천에는 각 가정에서 많이 배출하는 ABS항목을 추가하여 설치하도록 하며, 장기적으로보면 한강분류는 온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS의 일반항목과 T-N, T-P항목으로, 지천수역은 분류수역의 항목(온도, pH, DO, TOC, 전기전도도, SS, T-N, T-P)에다 현재 측정가능한 重金屬項目(Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol, ABS)으로 조정되는 것이 바람직할 것이다. 또한 현재 환경정책기본법의 하천수질기준에 의하여 COD를 측정하고 있으나 유기물을 측정하는 COD는 장기적으로 TOC로 바꾸어서 측정하여야 할 것이다<표 5.26참조>. 이를 위해 하천수질기준의 COD항목이 TOC항목으로 대체되어야 할 것이다. 그리고 행주대교및 노량진 지점에는 유속을 이용한 유량측정장치를 설치하여 수질측정기록을 잘 보

완피도록 하여야 하고, 노량진측정소 및 3개지천(중랑천, 탄천, 안양천)측정소의 유량도 잘 측정·기록되어야 할 것이다.

<표 5.26> 수질감시 및 수질관리를 위한 수질측정항목의 선정

구분	기본 측정소의 측정항목	합리적인 측정항목 (중기)	합리적인 측정항목 (장기)	비고
취수원 수역의 수질감시	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, 탁도, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, 탁도, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, 탁도, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	현재 수질자동측정장치의 수질측정항목의 수준으로 항목을 유지하는 것이 바람직함. 장기적으로는 현 항목 수준으로 자동측정하고, 생물모니터링시스템을 보완하여 수질감시하는 것이 바람직함.
생태계 유지를 위한 한강하류 지역의 수질관리	한강본류: 온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P,	장기적으로 지천으로 유입되는 하,폐수가 완전히 처리되어 유입하면 한강본류는 생활환경항목에 T-N, T-P를 포함한 항목으로 자동측정하는 것이 바람직함. COD는 TOC로 대체하여 측정하도록 한다.
	한강지천: 온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol, ABS	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol, ABS	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol, ABS	

제 6 장 수질오염 자동측정망 정보의 축적 및 활용

- 6.1 수질오염 자동측정망의 정보수집 및 처리
- 6.2 수질오염 자동측정망 정보활용의 제약상
및 장기방안
- 6.3 수질경보체제 구축에 활용

제 6 장 수질오염 자동측정망 정보의 축적 및 활용

수질오염 자동측정망을 이용하여 수질감시 및 관리를 효율적으로 운영하기 위해서는 측정망으로부터 나오는 수질정보를 효과적으로 축적, 활용하여야 한다.

수질오염 자동측정망으로부터 얻어지는 정보는 단순한 대상구역의 수질상태 뿐만 아니라 그 정보로부터 대상구역의 長期水質傾向의 예측 및 수질유지와 개선의 대책을 도출해 낼 수 있다. 또한 이 수질정보는 일련의 정책결정을 수립하는데 중요한 역할을 한다.

수질오염 자동측정망의 정보는 다음과 같은 이해를 제공한다.

- ◆ 平均水質의 상태
- ◆ 수질상태의 변화
- ◆ 극한 상황에서의 수질상태

제 2장에서 논했듯이 수질오염 측정망의 설계는 목적에 따라 그 基本骨格 및 합리적인 정보처리체계가 결정된다. 즉 수질오염 측정망의 타당성 있는 목적의 설정은 측정망 情報體系의 설계를 구상할 수 있으며 유용한 측정망 정보를 얻을 수 있다.

지금까지 본 연구에서는 한강의 수질오염 자동측정망의 합리적인 수질자동측정지점의 구축 및 수질자동측정항목 선정, 자동측정결과에 대한 분석에 대해 논했다. 제 6장에서는 수질오염 측정망의 最終段階인 정보처리체계의 설계에 있어서 이들 정보들을 보다 효율적으로 축적하고 활용하는 일련의 方法論的인 서술을 하고자 한다.

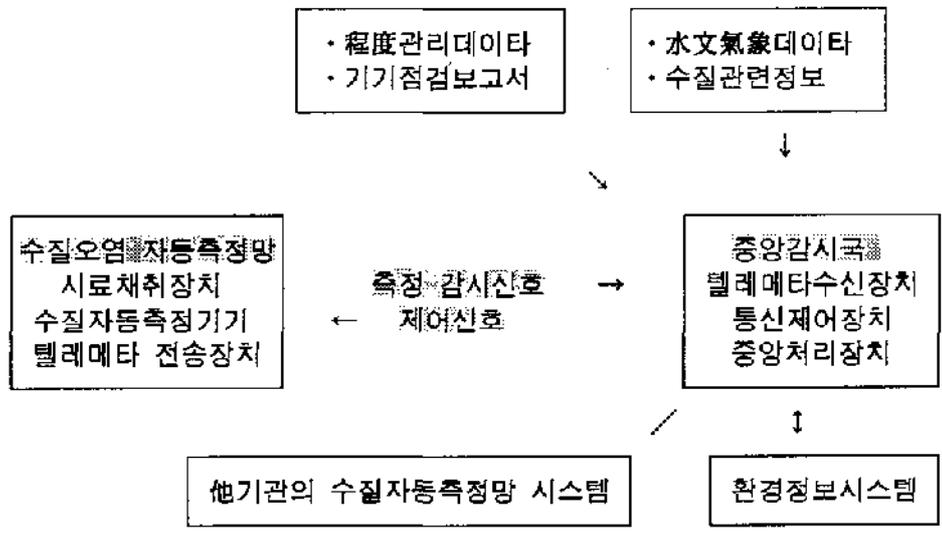
6.1 수질오염 자동측정망의 정보수집 및 처리

6.1.1 측정자료의 수집체계

수질오염 측정망의 정보는 이를 효율적으로 관리, 운영하는 소프트 웨어 및 하드웨어의 整備가 중요하다.

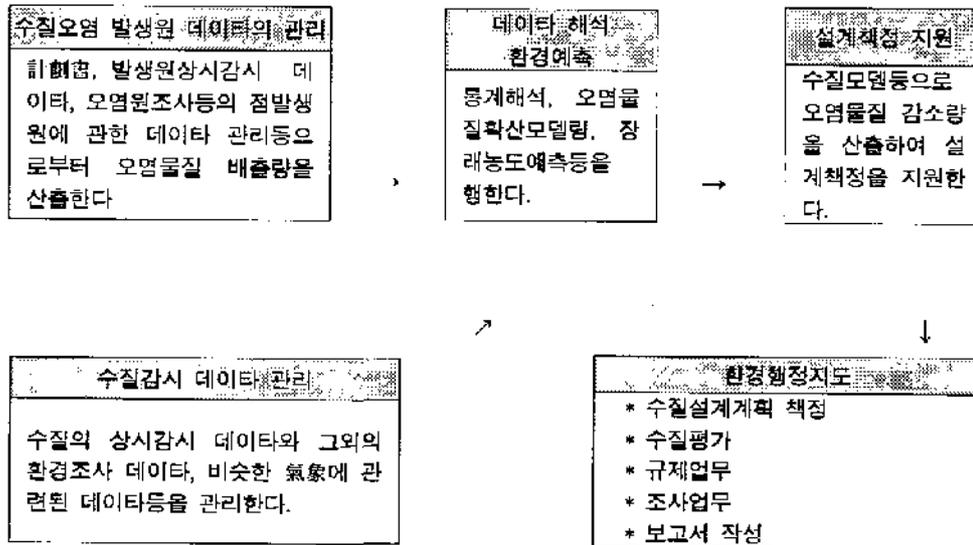
수질오염 측정망의 정보는 다양한 과정을 거쳐 처리된다. 특히 자동측정망인 경우 정보의 수가 방대하기 때문에 처리과정에 있어 電算化는 필수적이다.

<그림 6.1>은 수질오염 자동측정망 시스템의 전반적 정보의 흐름을 나타내고 있다. 여기서 수질오염 자동측정망의 정보는 단순한 수질정보 뿐 아니라 측정망 시스템의 유지관리를 위한 관련정보도 포함되어 있다. 즉 수질오염 자동측정망을 설계하고 유지 관리하는데 필요한 關聯機關의 자료와 他測定網의 정보 및 측정망을 설치하고자 하는 水域의 水文氣象데이터들도 측정망에 있어 중요한 정보로 관리되어야 함을 뜻한다. 따라서 이들 정보들의 효과적인 수집과 운영은 합리적으로 분리하여 일목요연하게 정리되어야 한다.



<그림 6.1> 수질오염 자동측정망 관련정보의 흐름도

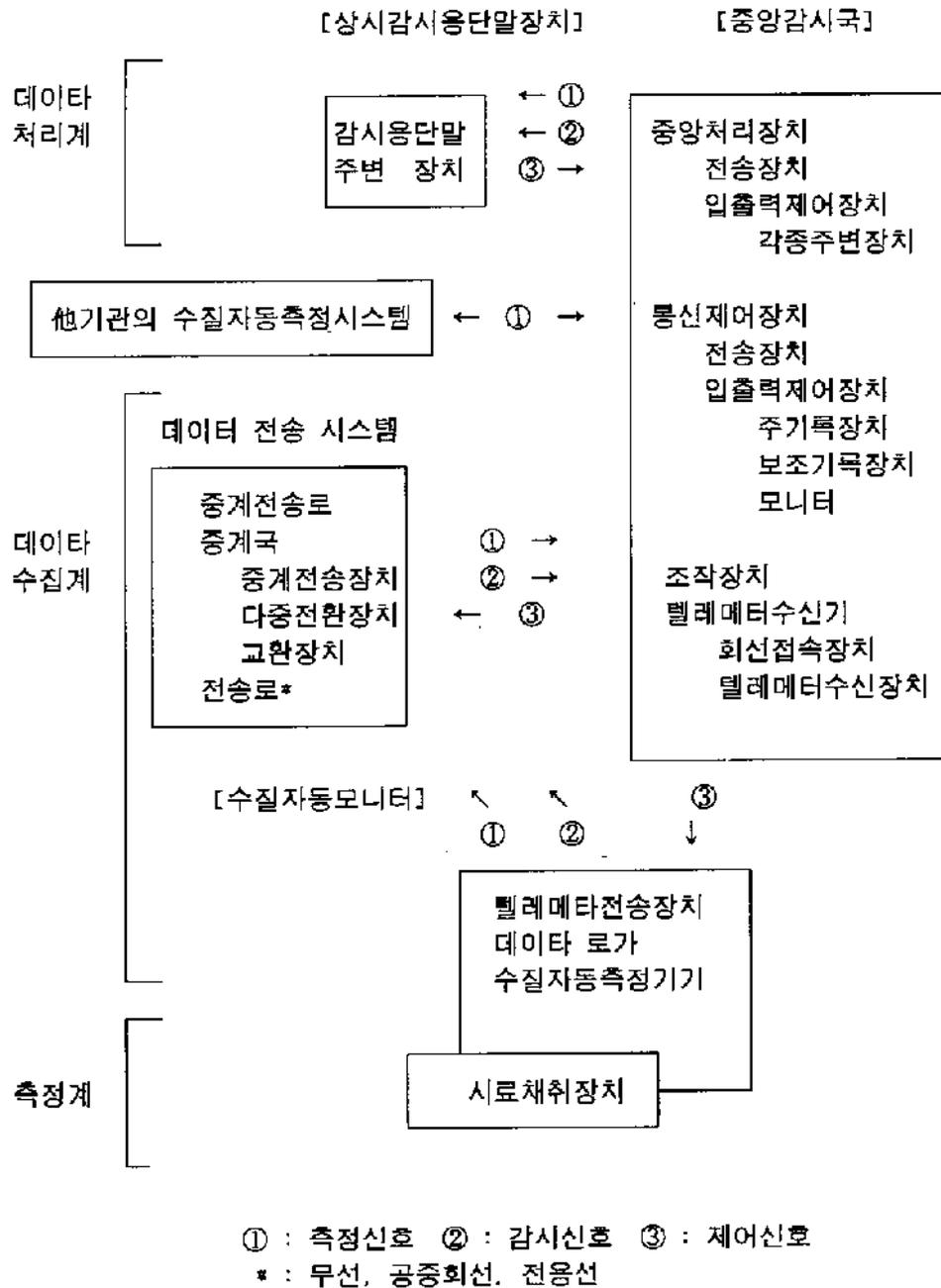
여기서 특히 수질정보의 관리, 해석 및 활용부분에 중점을 두어 고찰하면 정보처리시스템은 <그림 6.2>에 나타내었다.



<그림 6.2> 수질자동측정망 정보처리와 활용시스템

6.1.2 정보처리체계의 온라인 시스템

수질오염 자동측정망의 많은 정보를 효과적으로 處理하는 정보처리 시스템의 온라인처리 系統圖는 <그림 6.3>과 같이 데이터추정계, 데이터수집계 및 데이터처리계의 세 과정으로 이루어진다.

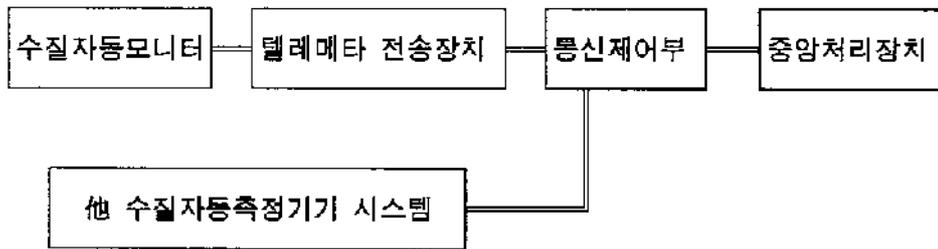


<그림 6.3> 수질자동측정망 시스템의 온라인처리 구성도

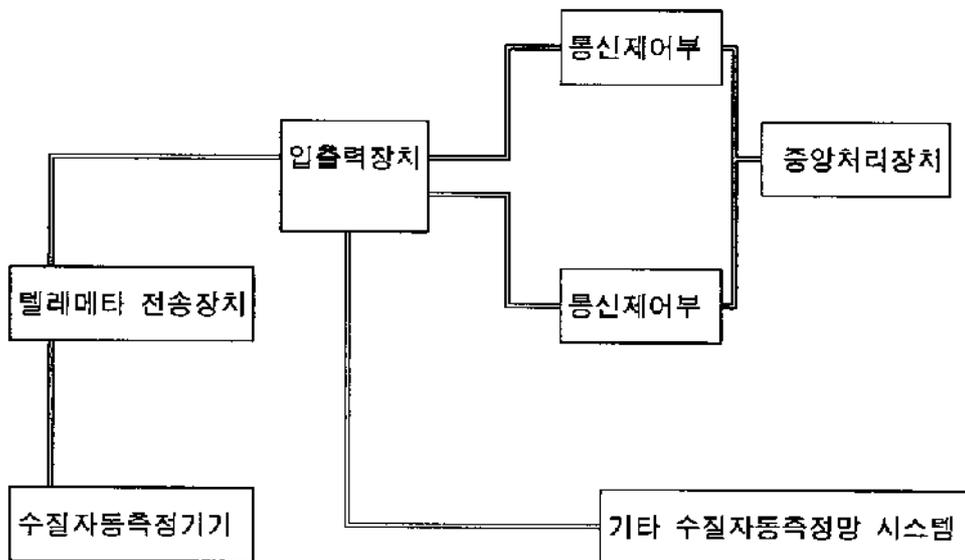
6.1.3 정보처리체계의 하드웨어

수질오염 자동측정망의 자료처리방식은 다양하다. 또한 수질오염 자동측정망 시스템의 정보처리용 하드웨어는 점차 高度化, 小型化 되어가는 추세이다. 따라서 經濟性 및 妥當性등의 여러가지 여건에 따라 가장 합리적인 방법을 택하여야 한다.

이의 몇가지 사례는 <그림 6.4~5>에 나타냈다.

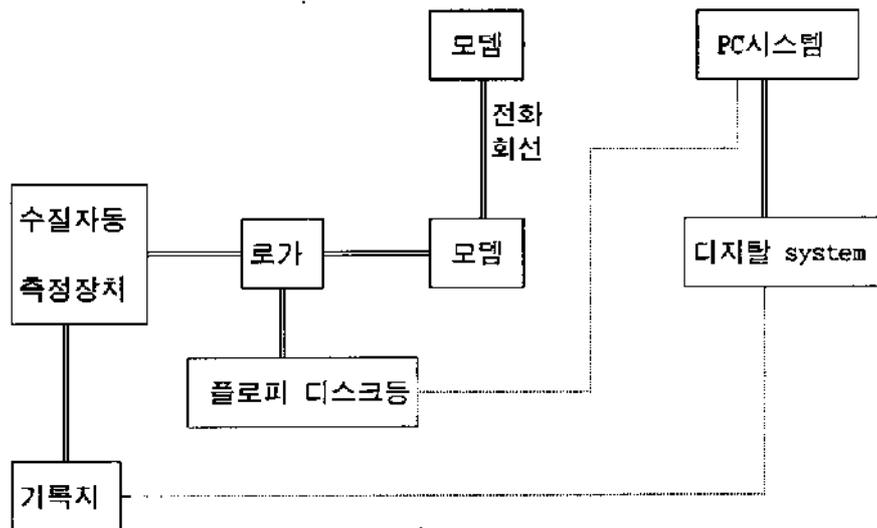


<그림 6.4>수질자동측정망 시스템의 하드웨어 구성 예 (單線 시스템)



<그림 6.5> 수질자동측정망 시스템의 하드웨어 구성 예 (複線 시스템)

수질오염 자동측정망의 지점수가 적을 경우는 일반 PC를 이용하여 電話回線 또는 專用回線등을 이용한 자료처리방식이 주로 사용되고 있다. 현재 서울시에 서도 한강의 경우 수질오염 자동측정망이 설치된 8개 지점에서 일반 PC를 이용한 데이터 전송방식의 전산화처리가 이루어지고 있다. 또한 전산화와 병행하여 오염도 자동측정기 기록표의 수작업에 의한 데이터의 저장 및 관리도 이루어지고 있다. 현재 한강의 TMS체계는 <그림 6.6>에 나타내었다.



<그림 6.6> 현재 우리나라에서 이루어지고 있는 TMS체계

6.2 수질오염 자동측정망 정보활용의 制約性 및 長期方案

정보체계의 설계에 있어 가장 중요하고 어려운 과제중 하나는 어떤 정보가 측정망에 의해 생산되는지 정확하게 파악하는 것이다. 이 의미는 수질오염 자동측정망이라는 특수한 상황에 따라 그 정보의 수집과 기록, 활용의 체계가 활용 목적에 의해 부합되어야 한다는 것이다.

따라서 수질오염 자동측정망은 정보의 활용에 최종목표를 두고 설계되어야

한다. 즉 설계의 골격은 공급된 정보에 따른 측정체계의 능력을 설계단계에 포함시켜 필요한 정보의 도출에 歸着시켜야 한다는 것이다.

과거 수질오염 측정망으로부터 얻어지는 정보는 때때로 수질관측데이터(Raw data)들 스스로가 정보체계를 이루는 경우가 많았다. 단순히 측정지점에서 시료를 채취한 후 수질분석에 의해 나온 수치들로서만 구성된 즉 적절한 분석과 검토가 이루어지지 않은 정보들이 여과없이 기록 저장되는 체계가 형성되어 온 것이 사실이다. 그런 상태에서 운영되는 측정망의 기대는 단순한 法的意味(단순히 수질측정망을 유지하여 수질오염도를 측정함)이상울 갖지 못한다. 즉 측정망체계 설계자들과 관리자들은 정보의 목표를 단순히 多數的 생산에 목표를 둘 수 있는 연려가 있다. 그러나 정보 이용자들은 그 정보자체보다는 그 정보가 뜻하는 것과 그 정보에 의해서 도출될 수 있는 어떤 경향의 분석을 더욱 요구하고 있으며, 따라서 정보체계의 설계는 경향분석 및 수질예측을 위한 시스템의 구축으로 이루어져야 한다. 또한 전술한 마와 같이 정보체계의 설계는 수집체계의 알원화가 중요하며, 이의 수집, 운영, 관리, 활용을 위한 적절한 프로그램의 신중한 검토 및 개발이 필요하다. 이는 수질오염 자동측정망의 효율적인 운영을 위해 추후 연구되어야 할 부분이다.

6.2.1 자료의 確定化

수질자료는 일반적으로 수체에 대한 이해와 관리를 위한 정보를 제공해주기 위해 수집되는데 수집된 수질자료의 유용성은 자료의 不確實性(Uncertainty)에 관련된다. 자료의 不確實性은 대표적인 판측값들이 실제적인 특징과 얼마나 잘 합치하느냐에 대한 의심의 상태로서 정의된다. 자료의 不確實性은 측정과 非測定誤差의 함수로서 계산될 수 있다. 측정오차들은 母集團(Population)전체중 일부분만을 측정하는 측정망의 설계로부터 기인한다. 非測定誤差는 존재하는 수질오염 물질의 양을 선정하는 과정으로부터 기인한다. 이러한 맥락에서 선별적인 몇지점에서의 측정만을 수행하도록 설계된 수질오염 측정망으로부터 도출된 자료를 대상수체 전체에 대한 것으로 확장하기 위해서는 항상 統計的으로(혹은 推

計的으로) 처리한 때만 비로소 의미를 갖게 된다. 그래서 수질측정망설계란 統計的으로 有意한 자료의 획득을 위한 측정체계의 설계를 뜻한다고 할 수 있다.

가) 데이터 측정오차의 발생

일반적으로 수질오염 자동측정방에 의한 데이터와 실제 데이터와는 경우에 따라 상당한 차이가 나타날 수 있다. 즉 아무리 대상구역의 대표지점에 시료채취지점을 설치하였다 하더라도 여러가지 원인의 오차로 인해 실제 그 구역의 오염도와는 상당한 차이가 있을 수 있다. 오차의 원인으로는 기계적 원인이 주가 되겠지만 시료채취시의 偶然誤差도 크게 작용한다. 기계적 오차로는 자동측정장치의 試料採取(Sampling)기기에서의 오차, 측정기기오차, 기기교정오차등이 있고, 시료채취시의 偶然誤差로서는 기록지로의 誤記 또는 시료채취후의 인위적인 오차등이 있다. 수질자동측정장치의 설치 및 운영에 있어서 특히 주의할 오차로서는 시료채취장치로부터 측정기기까지의 측정오차이다. 즉 원시료가 자동측정장치까지 유입되는데 따르는 유입 관수로동에서의 변화가 있을 수 있기 때문에 가급적 측정장치와 유입지점은 가까울수록 좋다. 이 경우 대상구역의 가장자리에 유입지점을 선정하여야 하기 때문에(固定式의 경우) 원시료 유입지점과 측정장치까지의 거리는 대표성을 가장 잘 나타내면서 시료의 변화가 적은 지점을 선정하는 것이 중요하다.

따라서 수질자동측정시설의 측정 데이터(Raw data)를 이용한 경우는 그것이 필요한 정도를 유지하고 許容範圍를 초과하는 오차를 포함하지 않는 것을 확인해야하며, 오차가 큰 데이터의 補整이나 豫測處理등을 행하고 측정치를 確定化(Validation)시킬 필요가 있다.

나) 측정데이터의 確定化

정책결정의 기초자료로 쓰기 위해 좋은 자료를 얻어야 한다는 점에 중점을 두면 수질 자료를 단순히 수집하는 것만으로도 매우 중요하다. 사실 이와같이

단순한 수질자료의 수집도 중요하기 때문에 그 자체로 최종 목적이 되어 버리기도 한다. 대부분 수질 측정의 대표성이나 사용되는 자료의 분석기술의 형태, 그리고 심지어 자료의 궁극적인 사용에 대해서 매우 적은 고려가 있을 뿐이다. 즉 결과적으로 단순한 수질자료의 수집이 가장 卽時的이고, 중요한 문제이기 때문에 대부분의 人的, 財政的 자원은 수질자료를 수집하는데 투자된다.

그러나 자료수집활동과 수집된 자료들의 해석과 이용은 동시에 고려되어야 하며 그럴 때에만 자료수집활동이 이후의 작업들과의 연관속에서 적절하게 수행될 수 있다.

수질오염 측정망으로부터 얻어지는 데이터의 신뢰성을 판별할 경우 기기의 정확도가 필수적으로 고려되어야 한다. 즉 시료의 기기분석과 수분석에 의한 방법이 間歇的으로 병행되어야 함을 뜻한다. 이는 뒤에서 언급할 수질측정망의 효과적이고 합리적인 경보체제를 위해서도 필요한 단계라 할 수 있다. 본 연구에서도 현재 한강에 구성된 측정망의 자동측정 데이터와 수분석 데이터와의 비교 검토함으로써 데이터의 確定化 작업을 한바 있다.

데이터 確定化에 대해서 유의할 만한 기본적 사항은 다음과 같다.

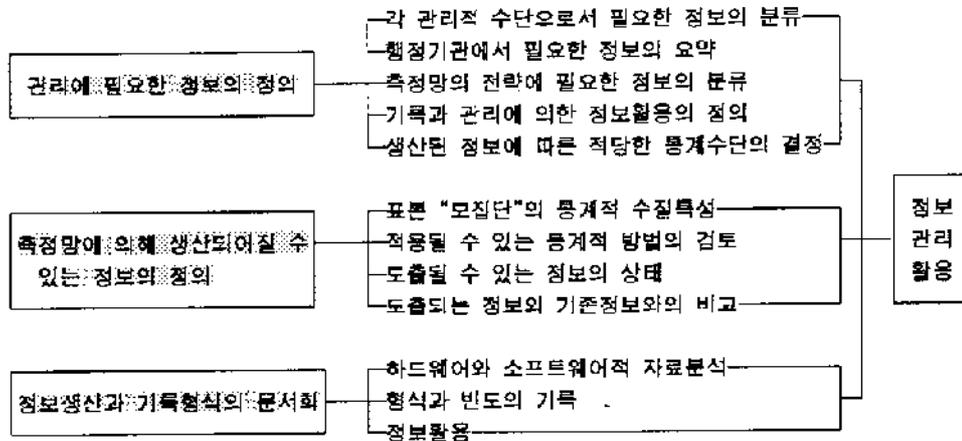
- 1) 가능하면 많은 종류의 機關情報를 모으고, 크로스(Cross)적인 체크할 것.
- 2) 센서(Sensor)의 수질응답특성이나 하천수질특성등의 경험적지식이 중요하기 때문에 현장 근무자의 눈등을 통한 체크시스템으로 할 것.
- 3) 디지털화된 수치에 대해서는 차트기록등 데이터 수집간격의 짧은 아날로그 기록과의 조합을 기본으로 해서 時計型 float(데이터의 再아날로그화, 가시화)에 의한 체크과정도 계획할 것.
- 4) 수질이상치나 오차가 있는지의 판별을 보다 객관적인 방법으로 하기 위해 無人에서 행해진 측정환경의 履歷을 파악가능한 측정시스템으로 할 것.

수질오염측정망의 자료는 수질관리체계에서 수질관리모형의 합리적 제작에 중요한 부분이 되기도 한다. 하천이나 호소, 지하수, 연안해역등의 수질오염관리

를 위해서 일반적으로 수질모형이 사용된다. 이러한 수질모형은 수질의 현재상태로부터 장래를 예측하고자 사용되는데, 이를 이용하여 사후적인 수질관리정책의 결정이나 미래 대비적인 정책결정을 수행하게 된다.

6.2.2 수질오염 자동측정망 정보활용의 長期方向

수질오염 자동측정망으로부터 얻어지는 정보를 어떻게 관리해야 하는가? 자동측정망으로부터 나오는 많은 양의 정보를 시각적으로 나타내기 위한 정보활용 방향의 골격은 <그림 6.7>과 같이 요약하였다.

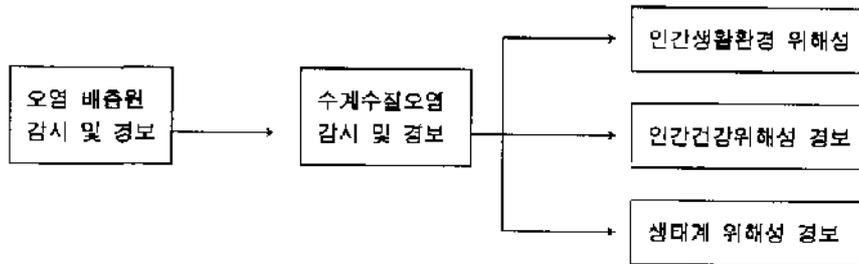


<그림 6.7>수질오염 자동측정망 정보활용의 長期方向

6.3 수질정보체계 構築에 활용

수질오염 자동측정망에 의해 도출된 데이터의 여러역할 중에서도 대상유역의 수질상태를 파악하고 그 유역의 수질을 관리하는 기능은 가장 기본적이면서 중요한 데이터의 활용이라 할 수 있다. 또한 2.2절에서 기술한 대상유역의 수질감시 및 관리의 필요성에 따른 수질자동측정망의 역할은 최종적으로 도출된 데이터의 활용에 의해서 그 실효성을 평가해볼 수 있다. 또한 수질자동측정망 시스템의 소프트웨어라는 용어를 확대해서 고려하면 수질관리계획의 감시 시스템으

로서의 역할도 포함된다. 따라서 측정망의 정보는 환경기준의 적합판단외에도 각각의 유역 특성에 맞게 적극적으로 활용하는 것이 좋다. 또한 이로써 대상수역에 대한 수질정보체계의 構築活用に 적극 활용해야 한다.



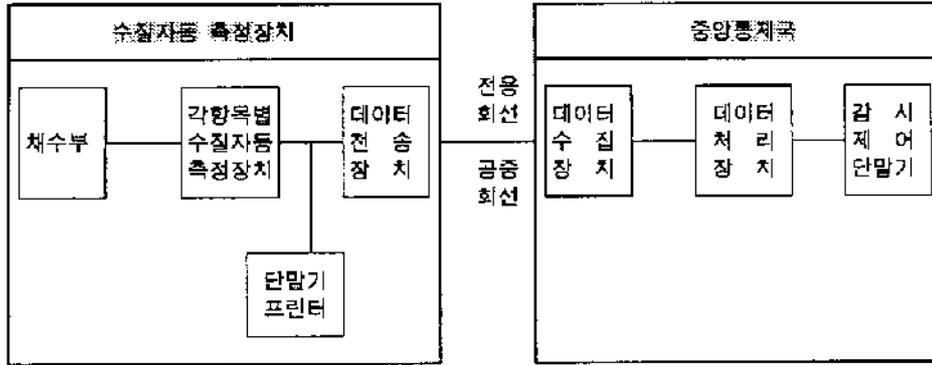
<그림 6.8>수질오염정보체계 구성도

6.3.1 수질관리를 위한 정보제공

유역의 수질관리를 위한 정보의 활용은 이미 설정된 측정망의 구성목적에 따라 다양한 측면을 보여줄 수 있다. 즉 대상수역의 수질경향 특성과 수질의 목표 달성 여부를 판단해 볼 수 있다.

현재 우리나라에서는 호소 및 하천수에 等級을 설정하여 수질관리가 이루어지고 있으며 유역수도 총 33개의 항목에 걸쳐 그 관리가 이루어지고 있다. 이에 준하여 1993년말 기준 팔당호 이하의 한강분류구간에 적용되는 목표수질등급과 달성기간이 설정되어 있다. 즉 한강 분류 구간은 팔당호 직하류에서부터 중랑천 합류전까지 구간이 I 등급으로 정해져 있고 그 이후부터 안양천 합류시점까지 II 등급, 그 이하지역이 III 등급으로 정해져 있다.

지천중에는 왕숙천 전구간이 II 등급으로, 탄천하류와 청계천, 중랑천 하류, 안양천, 굴포천이 모두 V 등급으로 정해져 있다. 하천 및 호소등의 공공수역에 대한 수질측정 및 관리를 위하여 수질자동측정장치를 설치운영할 경우에는 각각의 수질자동측정장치의 자료를 총괄처리 할 수 있는 中央統制局을 설치하여 전체적으로 수질측정시스템을 관리하는것이 바람직하다.

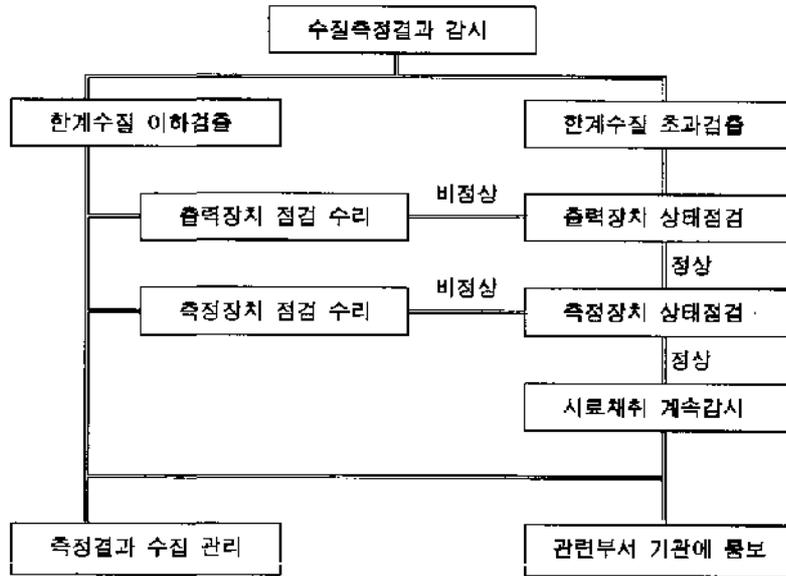


<그림 6.9> 하천 및 공공수역의 수질관리 시스템

자동연속측정자료로서 하천의 수질변동상황을 파악하고자 할 경우에는 측정기간의 長, 短期的 수질변동을 파악할 수 있어야 한다. 즉 수질의 輕時的 또는 輕年的 경향을 분석할 경우 연속측정결과는 최소시간의 단위부터 이를 평균등으로 통계처리를 한 후 최대시간단위의 측정치까지 기간별로 수집 처리되어야 한다. 또한 평균화 기간별로 통계처리된 자동연속측정결과의 대표치를 수치 또는 도식적으로 표현하여 측정수역에 대한 長·短期的 수질변화유형을 분석하므로써 대상수역의 수질오염방지대책에 대한 효과평가를 비롯하여 수질보전 정책수립의 참고자료로 활용한다.

6.3.2 수질감시를 위한 정보제공

수질자동측정망에서 수집된 자료의 관리체계가 일관성있고 신속한 시스템의 구성하에 수집된 수체의 수질정보를 효율적으로 관리하고 체계적으로 축적하는 분제는 수질자동측정망의 전체체계에 있어서 매우 중요한 과업이라 할 수 있다. 이렇게 수집된 수질측정망의 정보를 통해 상수원 수역 및 공단배수역의 돌발적 수질오염사고에 대한 상시수질감시 및 배출수 감시수단으로 활용하고자 할 경우에는 <그림 6.10>과 같이 측정결과에 대한 수집 및 통보체계가 이루어져야 한다.



<그림 6.10> 대상수역의 수질감시체계 시스템

현재 한강의 수질오염 자동측정망의 경우 상시수질감시를 위해서 연속적 또는 週期的으로 측정결과를 확인하고 있다. 수질자동측정망 경보체계는 어느 일정한 한계의 수질농도를 규정 입력하고 있으며, 단말기 또는 프린터에 의한 수질농도의 확인 및 검색에 의하여 만일 이 농도가 초과되면 경보음을 울림으로서 限界水質의 초과여부를 확인할 수 있다. 이 경보체계에 의해서 수역의 목적에 부적합한 수질이 검출되면, 우선 그 측정치가 정상적인 기기상태에서 이루어진 것인가 확인한다. 기기의 상태를 확인한 후, 이상이 없다고 판별되면, 限界水質을 초과하는 시료에 대한 정밀분석에 들어가게 된다. 또한 이후 약 30분 이상 기기의 측정결과를 주목하게 된다. 정밀분석의 결과에 따라 수질의 限界値가 넘어섰다고 확인되면, 관련기관에 통보함으로써 취수장의 취수중단 및 수질오염의 원인파악 등에 대한 필요한 조치를 취하게 된다. 또한 限界水質以下의 경우에도 연속측정결과와 자료를 항상 수집 처리함으로써 당시 대상수역의 수질특성이나 利水目的에 따른 用水의 용도를 결정하게 되고 정수처리공정 등에 대한 적정성을 검토자료로 활용할 수 있다.

6.3.3 수질오염 자동측정망 정보활용방안

현재 서울시의 수질오염 자동측정망의 정보활용의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

수질자동측정의 정보수집 및 분석의 체계가 명확하게 일원화 되지 않은 실정이다. 즉, 보건환경연구원과 상수도사업본부의 측정망의 정보가 통합운영되지 못하고 있다.

정보의 공개 및 활용이 미비하다. 수질오염 측정망의 정보는 정책의 혼선이나 시민의 불신을 방지하기 위해 환경부의 수질측정망운영계획에 의한 수동측정망의 정보를 環境年鑑에 발표하고 있으나, 수질감시 및 생태계유지의 수질관리를 주목적으로 운영하고 있는 자동측정망의 정보도 보다 효율적으로 활용할 필요가 있다.

수질정보체계의 確立이 미약하다. 수질자동측정망은 상수원수의 돌발사고를 대비한 수질정보체계가 확고히 구축되지 못하고 있다.

수질자동측정자료를 연계분석할 수 있는 소프트웨어의 개발이 미미한 편이다. 즉 기상 및 수문자료와 연관된 수질측정자료의 통계적 분석방법이 확립되고 수질모델링등 프로그램이 연계되어 수질측정망이 대응하지 못하는 수역을 분석할 수 있어야 할 것이다.

이와같은 문제점과 앞서 살펴본 내용을 결론적으로 요약하면 서울시 수질오염 자동측정망의 정보활용의 방향은 다음과 같다.

첫째, 자동수질측정자료와 수동수질측정자료, 수문 및 기상측정자료가 종합되어 수질을 예측 또는 관리할 수 있도록 “環境質 情報센터”가 설립되어서 수질 등의 정보활용 및 구축에 이용되어야 하고, 한눈에 종합수질상황을 파악할 수 있는 체계로 구축되어야 한다. 또한 이 환경질 정보센터에는 대기 측정망에 의한 대기질 정보, 주요간선도로변의 騒音度 現況등도 종합되어야 할 것이다.

둘째, 수질정보의 공개가 중요하다. 한강의 수질이 계속 개선되기 위해 서울시 등 집행부서의 노력만으로는 한계가 있다. 즉, 산업장과 시민들의 협력이 무엇보다도 필요하다. 따라서 이러한 협력을 도출하기 위해서는 수질정보의 공개가 필

요하다. 도출되는 측정망의 정보는 수집의 일원화와 함께 적절한 분석을 거쳐 모든 정보이용자에게 제공되어야 하며, 이로서 공개적인 수질개선책이 이루어져야 한다. 또한 민간적 차원에서의 상시수질관리가 이루어져야 하고, 일반인들도 수질관리의 상태를 인식하고 적절한 대응자세의 고취의식이 필요하다. 따라서 서울시의 수질자동측정망 정보의 공개가 적극적으로 추진되어야 할 것이다.

세째, 수질경보체계의 확립이 필요하다. 서울시 잠실수중보상류 취수원수역에 설치된 수질자동측정망의 정보체계는 시민들의 건강을 확보하기 위해 중요하다. 한계수질이상이 되면 경고신호를 내고 이에따라 종합적인 수질분석이 이루어져 이상수질의 항목을 찾아내어 取水中斷 등의 종합적인 대처방안이 마련되어야 한다. 장기적으로는 生物모니터링시스템이 도입되어 수질자동측정망의 한계를 보완해야 할 것이다.

네째, 수질측정자료의 활용을 위한 프로그램의 개발이 필요하다. 현재 수동 및 자동측정망의 자료가 단순히 수집자료로만 활용되지 않고 폭넓은 경향분석 등을 위한 자료로 활용되기 위해서는 季節別 分析, 최대치, 최소치를 알 수 있는 프로그램의 개발이 중요하다. 즉 한강의 降雨量과 水門(관당방류량, 유속, 유량, 조석 간만)과 연계된 프로그램의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 간단한 통계방법인 box-and-whisker방법을 이용하여 자동수질측정자료를 분석한 바를 앞서 설명하였다. 또한 수질자동측정장치에 의해 파악할 수 없는 수역은 수질모델링을 개발하여 수질변화상태를 보완하여야 한다.

제 7 장 결 론



제 7 장 결 론

상수원으로 이용되고 있는 잠실수중보 상류수역은 불시의 有害物質의 사고위험에 노출되어 있어 수질감시가 필요하고, 朝夕干滿의 영향을 받고 있는 한강하류지역은 생태계유지를 위한 수질관리가 필요한 수역이다. 수질감시 및 수질관리를 위해서는 수질의 변화특성을 연속적으로 측정하는 것이 바람직하다. 현재 한강의 수질은 환경부의 水質測定網 運營計劃에 의해 월 1회의 수동측정자료를 공식자료로 활용하고 있다. 그러나 서울시에서 구축하고 있는 수질감시를 주목적으로 한 수질오염 자동측정망을 합리적으로 이용하여야 할 것이다. 따라서 본 연구는 합리적인 수질오염 자동측정망 지점의 구축 및 측정항목의 선정과 합리적인 자동측정망의 관리체계, 수질자동측정정보의 활용방안을 살펴보았다. 그 결론은 다음과 같다.

1. 한강의 수질오염 자동측정지점은 1차적으로 既報告원 Qual2E모형 및 평면이차원모형인 RMA모형, 수질감시 및 시료채취의 기본원칙, Sanders방법에 의해 선정하였고, 2차적으로 이를 기설지된 자동측정망의 지점과 한강의 지형특성을 고려하여 다음과 같이 8개 지점으로 選定하였다.

- 팔당수 방류직후의 지점
 - 구의 취수장지점의 상쪽을 중심으로 좌, 우 또는 구의취수장지점과 안사취수장지점
 - 노량진지점(한강대교)의 좌, 우
 - 안양천하류후 신곡수중보사이(행주대교)의 지점
 - 중랑천의 하류지점(현 수질자동측정소)
 - 탄천의 하류지점(현 수질자동측정소)
 - 안양천의 하류지점(현 수질자동측정소)
 - 왕숙천의 하류지점
- 취수원의 수질감시를 위한 측정지점은 팔당호 방류직후 지점과 구의취수장의

좌, 우지점(또는 구의 취수장지점과 암사취수장지점), 왕숙천의 하류지점이다.

팔당호 방류직후 지점은 中期的으로 강북취수장의 건설시 측정소 부지를 확보하고, 구의취수장의 좌, 우지점(또는 구의취수장지점과 암사취수장지점)은 長期的으로 수도기술연구소의 “종합수질자동센터”에 통합시키고 생물모니터링시스템과 연계하여 수질을 감시하여야 할 것이다. 또한 경기도와 협의하여 왕숙천의 하류지점에 수질오염자동측정소를 설치·운영하여야 할 것이다.

생태계 유지의 수질관리를 위한 측정지점은 노량진지점(한강대교)의 좌, 우와 안양천합류후 신곡수중보사이(행주대교)의 지점, 중랑천의 하류지점(현 수질자동측정소), 단천의 하류지점(현 수질자동측정소), 안양천의 하류지점(현 수질자동측정소)이다.

행주대교의 지점은 중기적으로 행주대교의 擴張시 측정소 부지를 확보하여야 할 것이다. 노량진지점(한강대교)의 좌지점은 中期計劃에 의해 확충되어야 할 것이다.

또한 수질오염 자동측정망의 관리를 보면 상수원 수질감시를 위한 지점은 상수도사업본부에서 유지관리하도록 하고, 생태계보호를 위한 한강하류지점은 서울시 保健環境研究院에서 유지관리하는 것이 바람직할 것이다. 즉 기존 측정소 중 현재 서울시 보건환경연구원에서 운영하고 있는 팔당(광암정수장내에 있음) 측정소와 구의(구의취수장)측정소, 잠실(자양취수장)측정소는 상수도사업본부에서 운영하고 있는 광암정수장, 구의정수장, 자양정수장으로 통합되어 상수도사업본부에서 운영하는 것이 바람직할 것이다. 이와같이 통합운영되면 연간 약 9천만원의 예산절감 효과가 있을 것으로 판단되었다.

2. BOX-and-Whisker 그래프를 이용하여 1994년의 계절별 농도분포범위를 분석한 결과 COD의 경우 구의, 노량진, 안양천지점의 월별최대치는 각각 7월, 8월, 6월에 7.6mg/L, 6.9mg/L, 64.4mg/L로, 월별최소치는 6월, 12월, 10월에 1.2mg/L, 1.9mg/L, 8.0mg/L로 나타났다. DO의 경우 잠실, 노량진, 영등포지점의 월별최대치는 각각 2월, 1월, 1월에 16.4mg/L, 12.4mg/L, 10.9mg/L로, 월별최소치는 9월,

5월, 5월에 4.7mg/L, 1.7mg/L, 1.6mg/L로 나타났다.

3. 본 연구는 수질자동측정장치의 측정기기의 정확성을 확인하기 위하여 자동측정장치로 유입되는 동일시료를 이용하여 수분석실험치와 자동측정치를 비교하였다.

온도 및 pH, DO, COD, T-N의 자동측정치는 상관계수가 0.84~1.0으로 나타나서 수분석 실험치와 거의 비슷하게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 그러나 T-P는 다른항목에 비해 誤差가 크게 나타났다. 따라서 T-P항목은 수분석실험에 의한 보정작업이 계속되어야 할 것이다.

4. 수질오염 자동측정소의 유지관리는 자동측정치의 信賴度를 높이기 위해서 중요하며, 특히 자동측정치는 주기적으로 수분석실험이나 標準試料分析을 통하여 보정 및 기록해야 할 것이다. 또한 1개측정소의 維持管理費는 연간 약 3천만 원이 소요되는 것으로 나타났다. 따라서 수질자동측정소의 운영요원 및 시약제조 및 소모성부품에 대해 중점을 두어 관리하면 예산을 절감할 수 있을 것이다.

5. 수질오염 자동측정항목은 수질감시를 위해 먹는물 수질기준(과거 음용수관리법), 하천수질기준등이 고려되어야 한다. 그러나 최근 飲用水 水質項目은 揮發性有機物質등이 추가되고 있는 실정이다. 따라서 수질자동측정장치로 측정되어야 할 항목이 너무 많아서 현재의 자동측정장치에 의해 측정할 수 없는 항목이 많다. 또한 많은 수질항목에 대해 자동측정치의 신뢰도를 확보하기가 어려운 실정이다. 따라서 수질감시 및 수질관리의 측정항목은 기존에 설치된 수질오염 자동측정항목을 고려하여야 하며, 생물모니터링시스템이 연계운영되어야 하는 것이 기본방향이다.

본 연구에서 신징한 수질오염자동 측정항목은 다음 표와 같다.

구분		기존 측정소의 측정항목	합리적인 측정항목 (중기)	합리적인 측정항목 (장기)
취수원 수역의 수질감사		온도, pH, DO, COD, 전기전도도, 탁도, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, 탁도, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, 탁도, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol
생태계 유지를 위한 한강하류 지역의 수질관리	한강 본류	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P,
	한강 지천		온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol, ABS	온도, pH, DO, COD, 전기전도도, SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol, ABS

6. 수질오염 자동측정망은 수질감사의 목적과 함께 수질정보를 효과적으로 축적, 활용하여야 한다.

즉 수질오염 자동측정망의 측정결과를 텔레메타에 의해 中央監視局으로 즉시 보내어지는 온라인(Online)시스템으로 정비하여야 한다.

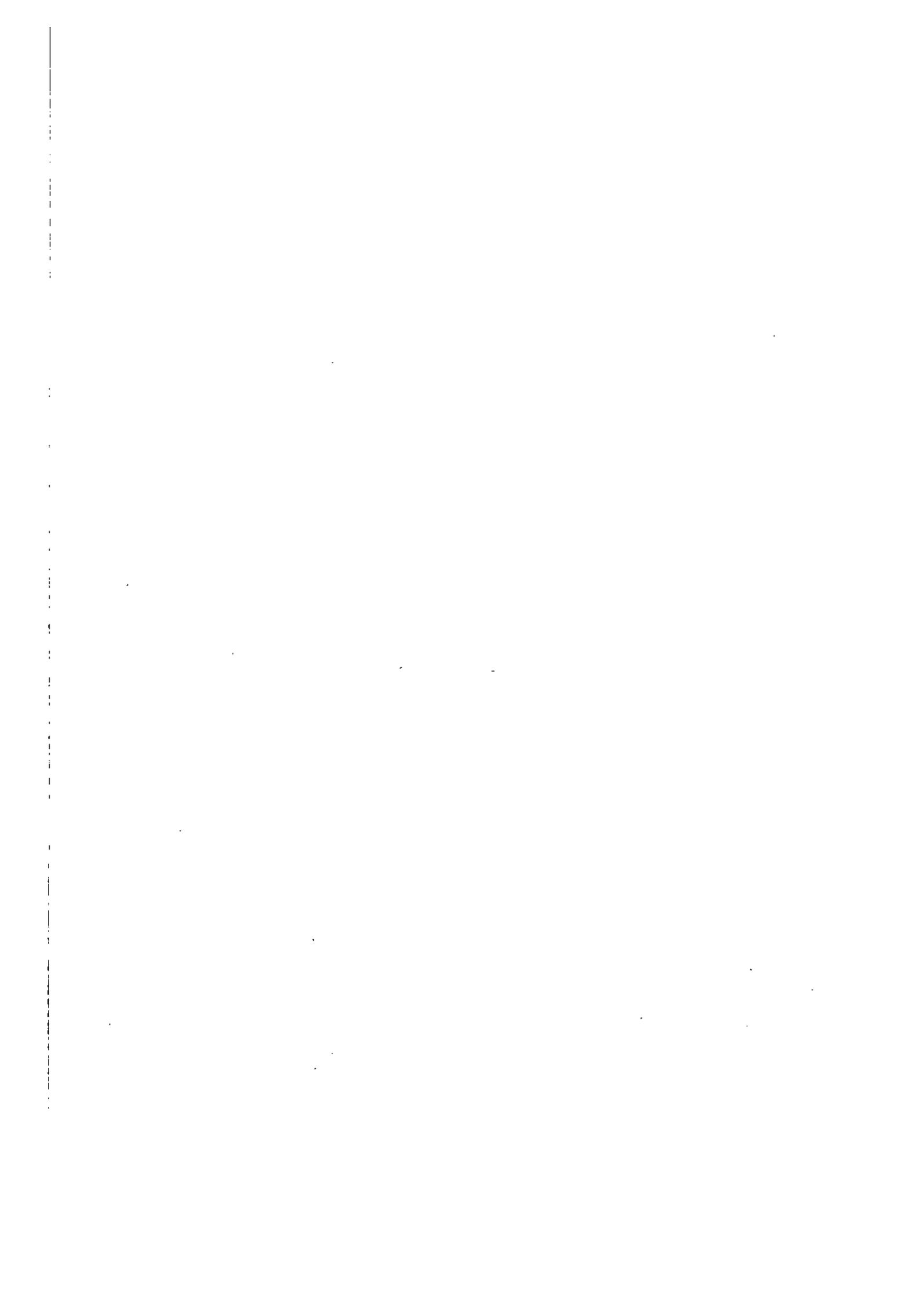
첫째, 自動水質測定資料와 手動水質測定資料, 수분 및 기상측정자료가 종합되어 수질을 예측 또는 관리할 수 있는 온라인시스템의 "환경질 정보센터"가 설립

되어서 수질 등의 정보활용 및 구축에 이용되어야 한다. 이 센타는 대기질 정보, 소음도 정보등도 종합되어야 할 것이다.

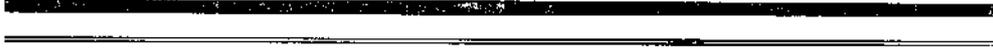
둘째, 수질정보의 공개가 적극적으로 이루어져야 한다. 왜냐하면 한강의 수질이 계속 개선되기 위해서는 서울시 등 집행부서의 노력만으로는 한계가 있다. 산업장과 시민들의 협력을 위해서는 수질정보의 적극적인 제공이 중요하다.

셋째, 水質警報體系의 확립이 필요하다. 限界水質以上이 되면 정보신호를 내고 이에 따라 종합적인 수질분석이 이루어져 이상수질의 항목을 찾아내어 취수중단 등의 종합적인 대책방안이 마련되어야 한다. 장기적으로는 생물모니터링시스템이 도입되어 수질자동측정망의 한계를 보완해야 할 것이다.

넷째, 수질측정자료의 활용을 위한 소프트웨어등의 프로그램의 개발이 필요하다. 즉 한강의 기상정보, 수문자료(관당방류량, 유속, 유량, 조석간만시간대)와 연계된 프로그램의 개발이 필요하다. 또한 수질자동측정장치에 의해 파악할 수 없는 수역은 수질모델링을 개발하여 수질성상변화를 보완하여야 한다.



참고문헌

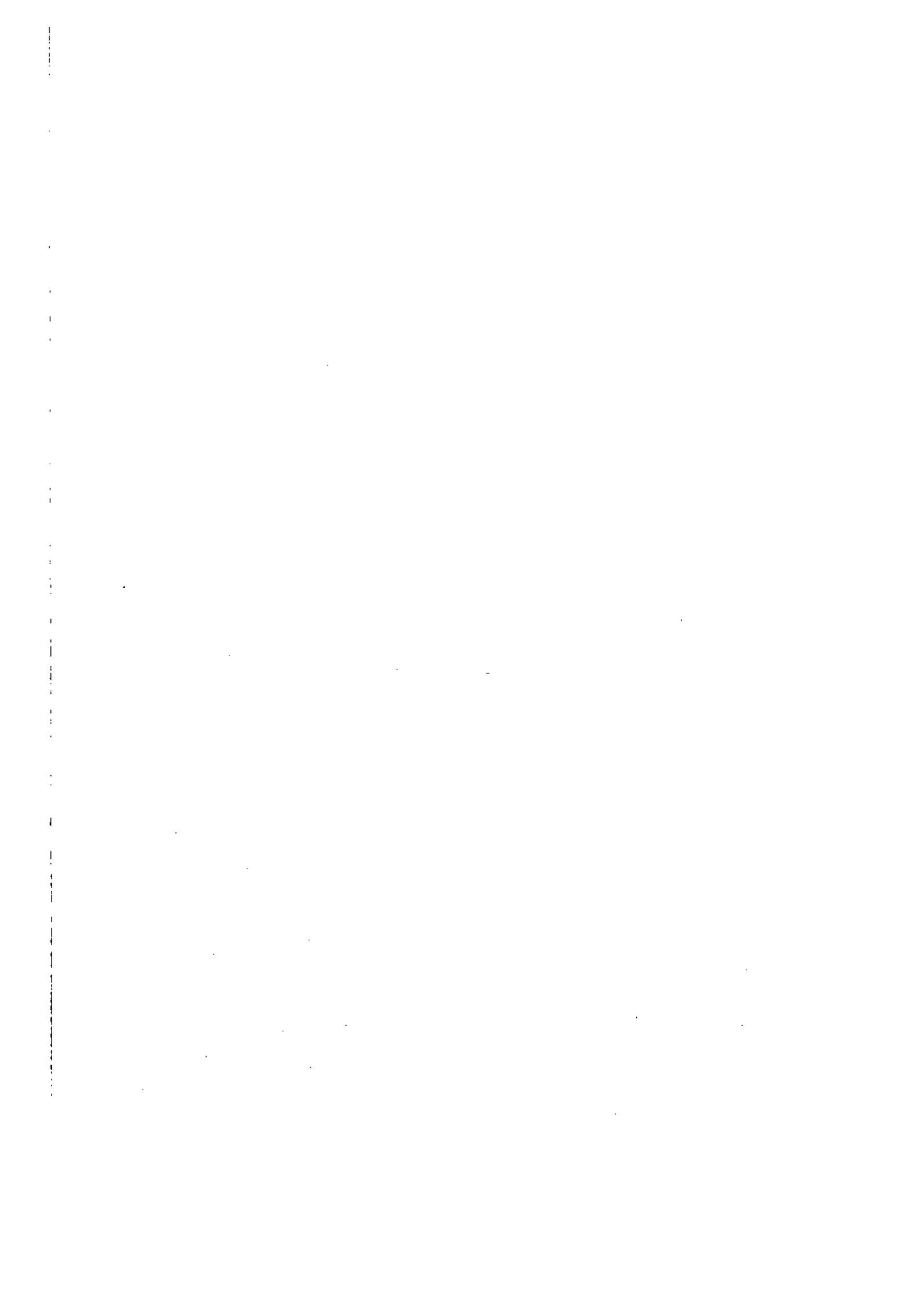


참 고 문 헌

1. 姜熙坤 외, 『自動連續分析機에 의한 漢江水質汚染分析에 관한 研究』 (제14보), 서울특별시 保健環境研究院報 第 25卷, 1989.
2. 矢部 昭, 『水の常時監視と測定法』, 公害對策技術同友會
3. 남궁규철, 『우리나라 수질오염 측정망의 문제점 및 개선방안에 관한 연구 - 한강수계의 수질오염 측정망을 중심으로-』, 서울대학교 환경대학원, 석사 학위논문, 1992.
4. 동화기술, 『환경오염공정시험법』, 1993.
5. 서울대학교 보건대학원, 『水系別 水質汚染 自動測定網의 效果的 計劃과 運營 方案에 관한 研究』, 1978.
6. 오경두, 『수질측정망 최적설계기법에 관하여 - 美워싱턴주의 수질측정망 설계 기법을 중심으로 -』, 韓國水文學會誌, 1989. 12.
7. 서울특별시, 『한강생태계조사연구』, 1994. 7.
8. 유명진 외, 『한강수질현황과 관리방안』, 서울시립대학교 부설 수도권개발연구원, 1986.
9. 조용모 외, 『한강 수질관리 효율화 방안연구』, 서울시정개발연구원, 1994.
10. 이흥근, 『한강 하류부의 수질변동에 대한 추계학적 특성』, 서울대학교 토목 공학과 박사학위논문, 1982. 1.
11. 충북대학교 수자원·수질연구센터, 『수질종합관리시스템 개발을 위한 하천 및 호소의 수질자동측정』, 1992.
12. 환경부, 『'93폐수배출업소명단』, 1994.
13. 환경부, 『水質汚染測定網運營指針』, 1992.
14. 환경부, 『水質自動모니터 維持管理데이터 處理 메뉴얼』, 1994.
15. 환경부, 『수질자동측정망 구성 및 효율적 운영관리방안』, 1994.
16. 환경부, 『'93廢水排出施設調査結果報告書』, 1994.
17. 호소수질연구소, 『중합수질 자동측정시설 시범운영 결과보고』, 1994.
18. Dennis P. Lettenmaier et al, "Design of Trend Monitoring Networks", Journal of The Environmental Engineering Division, 1977. 10.

19. Douglas M. Bloem et als, "Automated Monitoring of Water Quality from Source Stream", AWWA, Technology Conference, pp 1341~1347. 1990.
20. Grimando et als, "Automatic Stations for Monitoring the Pollution in River - The case of the Paris region alarm network ", AWWA Technology Conference, pp 307~321. 1990.
21. Gerald van Belle, Hughes, J. P., "Monitoring for water quality : fixed stations versus intensive surveys", JWPCF, Vol. 55(4), 400-404, 1983.
22. Graeme C. Dandy et al, "Water Quality Sampling Programs in Rivers", Journal of The Environmental Engineering Division, 1979. 8.
23. Kimoto, Manual for Water Quality Monitor
24. Lottis, J. C., and R. C. Ward., "Water quality monitoring - some practical sampling frequency considerations", Environmental Management, 4(6):521-526, 1980.
25. Lottis, J. C., and R. C. Ward., "Routine, fixed-station sampling: an integral part of regulatory Water quality monitoring", Environmental Management, 6(4):279-280, 1982.
26. Lottis, J. C. et als, "Statistical analysis of industrial wastewater monitoring data", Journal Water Pollution Control Federation, 59(3):145-151, 1987.
27. Lottis, J. C. et als, "An Evaluation of Trend Detection Techniques For Use in Water Quality monitoring Programs", U. S. EPA No. EPA/600/3-89/037, 1989a.
28. Lottis, J. C. et als, "Survey of state water quality monitoring programs", Environmental Management, 8(1):21-26, 1984.
29. Mariano. Santos et als : "On-line Water Quality Monitoring in Call DeISABEL II Supply System", AWWA, Technology Conference pp 295 ~ 305.1990.
30. Ponce, S. L. "Water Quality Monitoring Programs", Report WSDG-TP-00002. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, 1980.

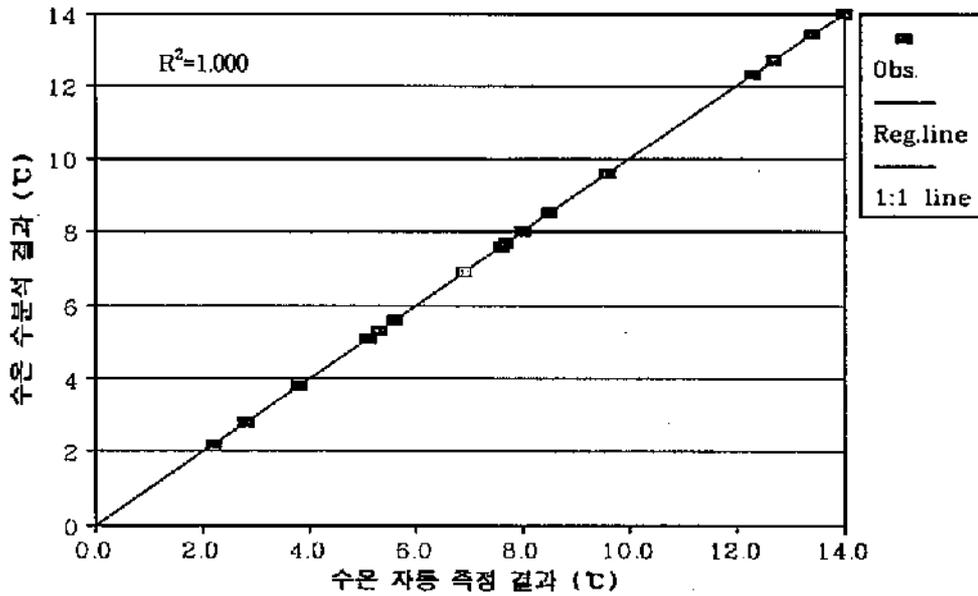
31. Robert C.Ward et als, Design of Water Quality Monitoring Systems, 1990.
32. Sanders, T. G. et als, "Design of Networks for Monitoring Water Quality(2nd Edition)", Water Resources Publications, 1987.
33. Sanders, T. G., "Water Quality Monitoring Networks", Stephenson D. cd., Water and Wastewater Systems Analysis, Development in Water Science Series Vol. 34, 204-216, 1988.
34. Shiga Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, Japan, "Handbook for Monitoring of Lake Water Quality".
35. Thomas G. Sanders et al, "Sampling Frequency for River Quality Monitoring", Water Res. Res., 1978. 8.
36. US EPA, Methods for acute toxicity tests with fish, macroinvertebrates and amphibians, 1975, EPA-600/3-75-009



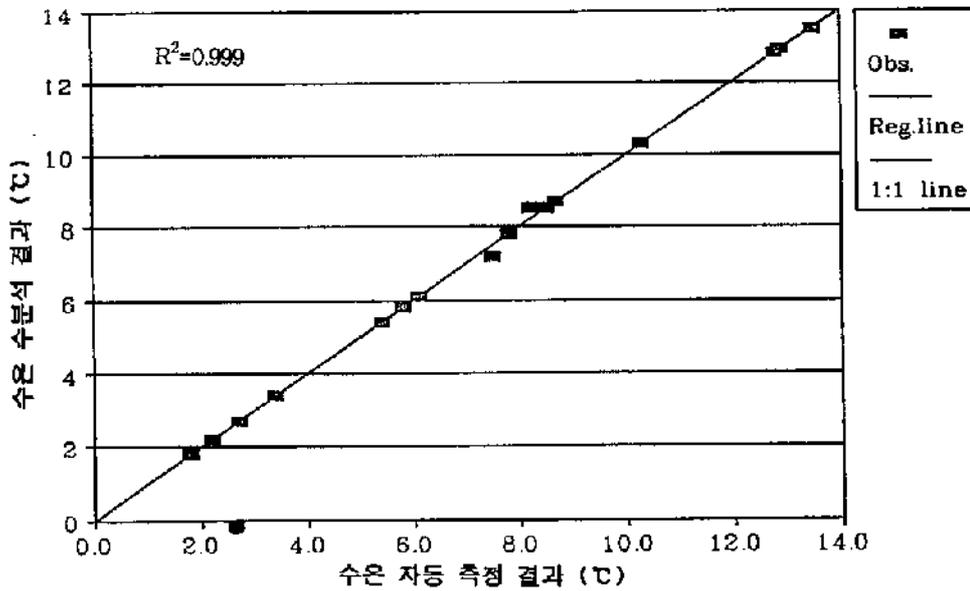
부
서



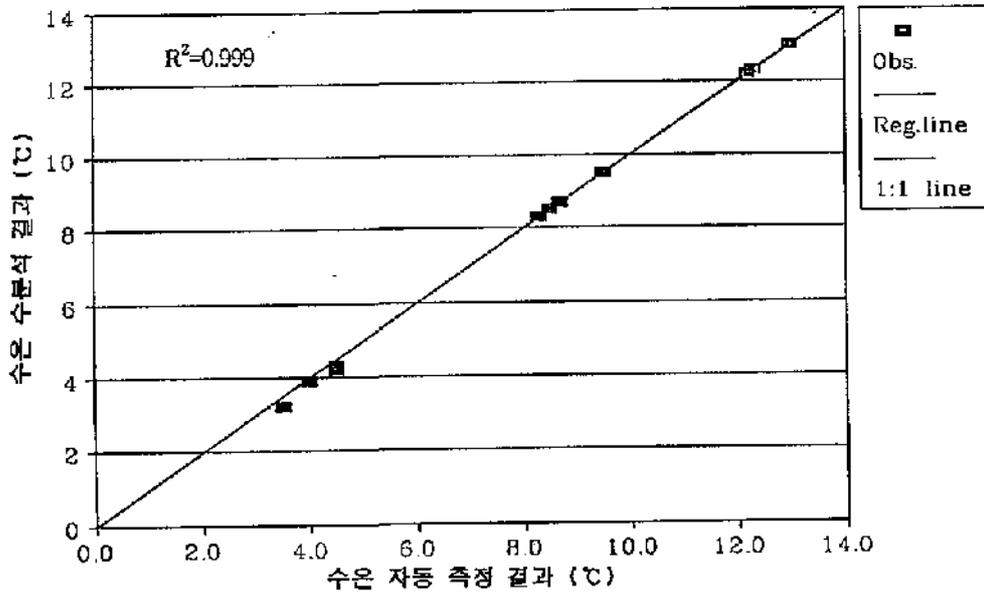
<부록 1>



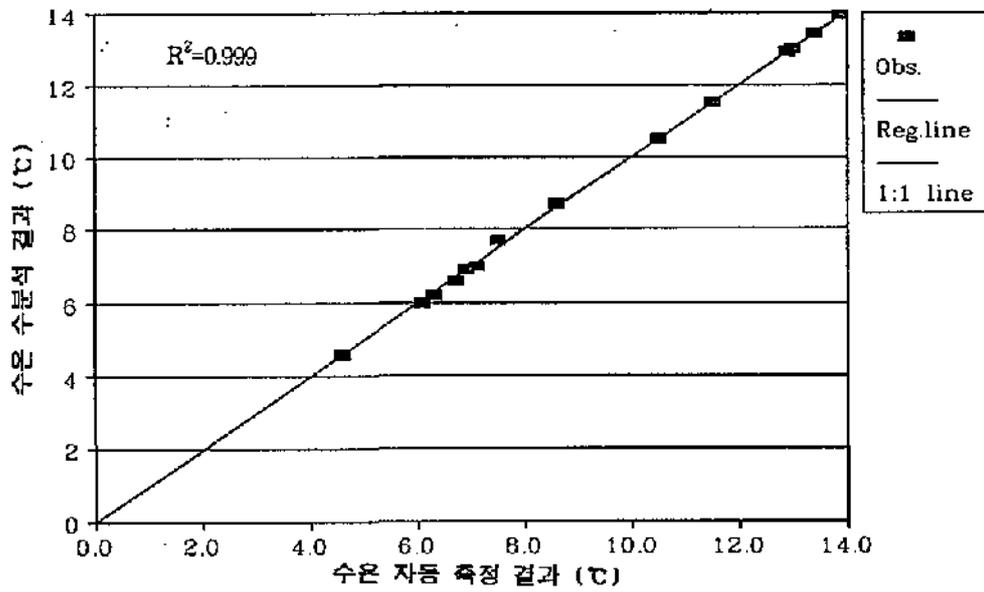
<부록 1.1> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (팔당,수은)



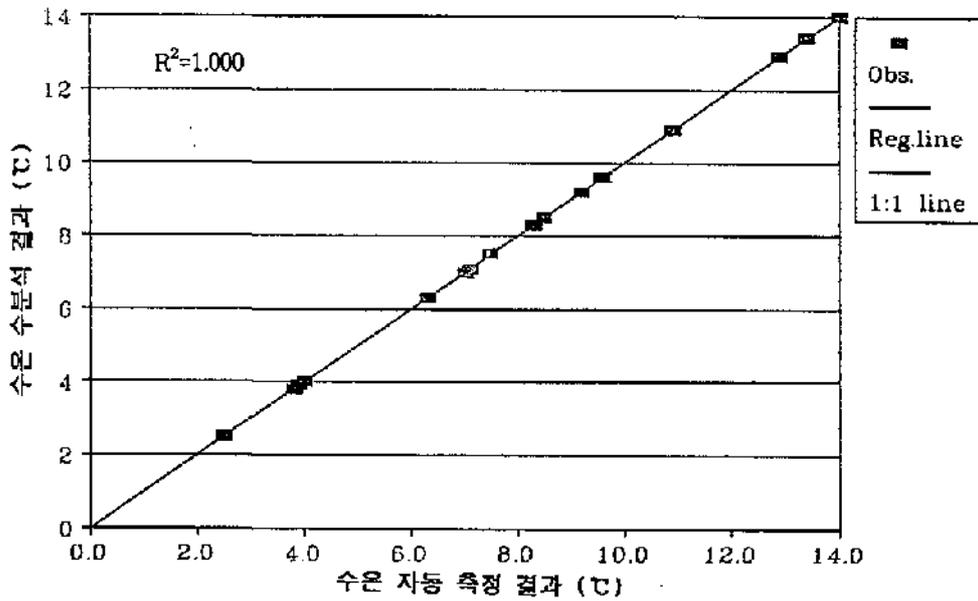
<부록 1.2> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (구의,수은)



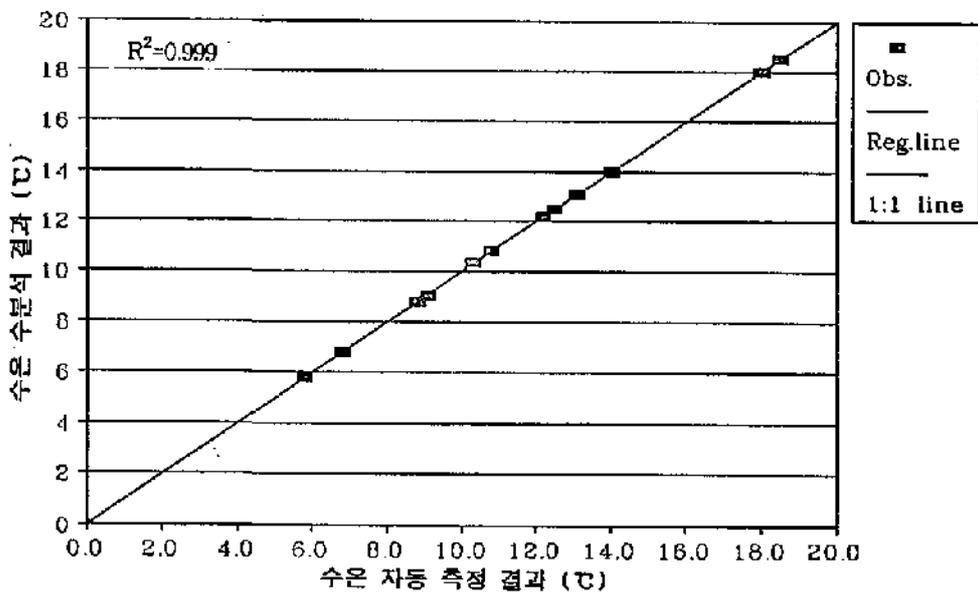
<부록 1.3> 수분석치와 자동측정치의 상관관계 (jamil, 수은)



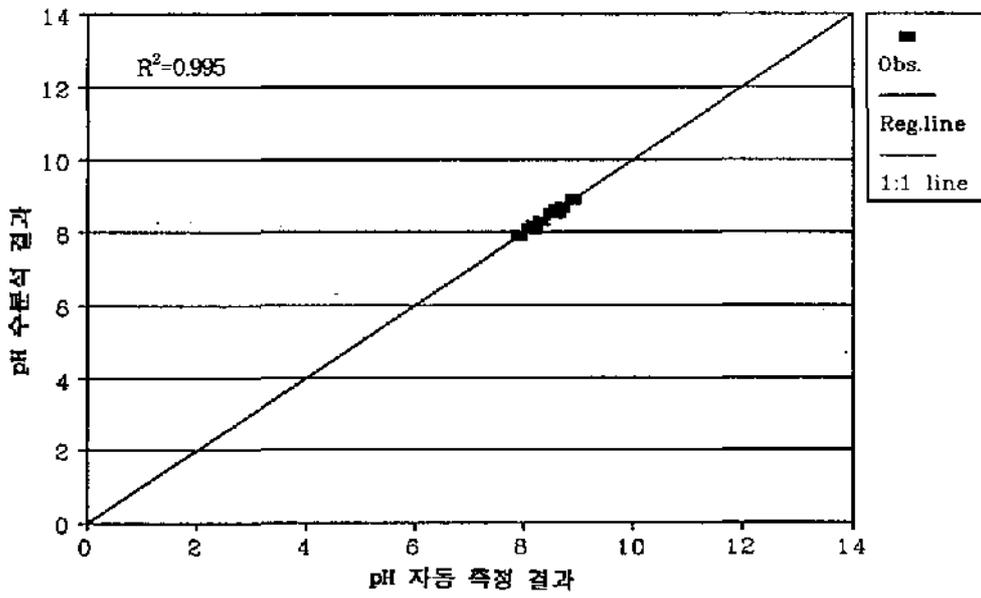
<부록 1.4> 수분석치와 자동측정치의 상관관계 (노랑진, 수은)



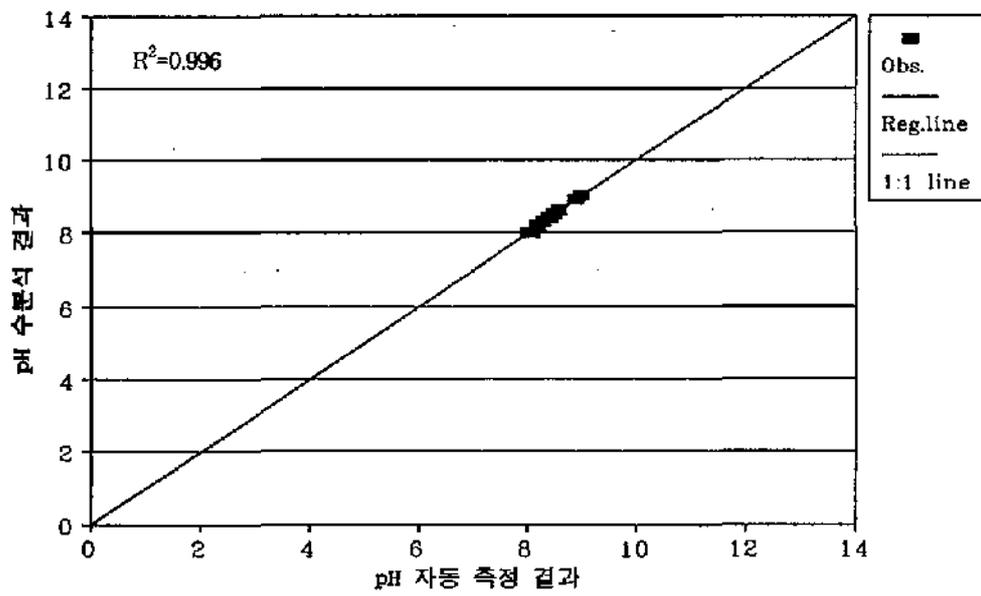
<부록 1.5> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (영등포,수은)



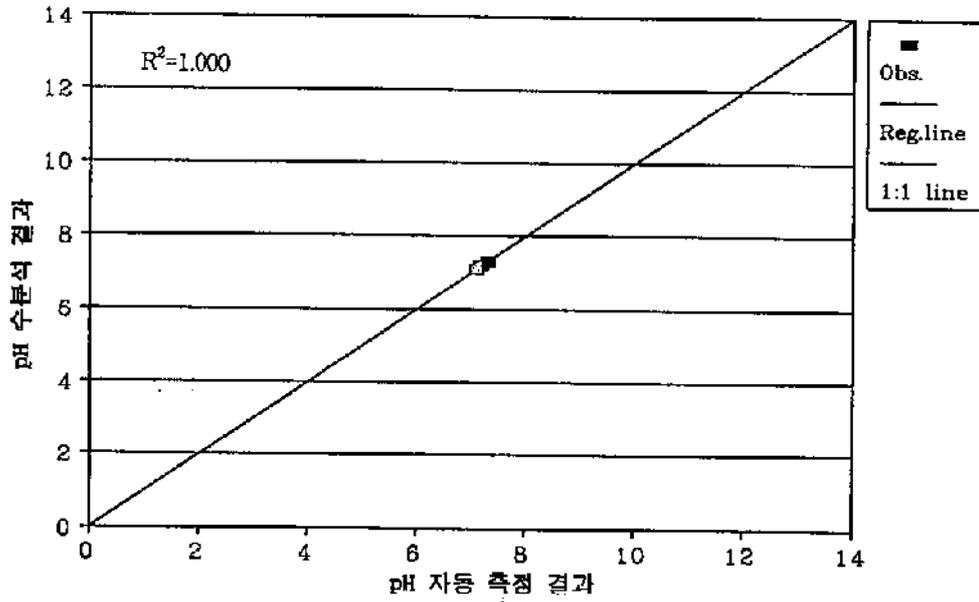
<부록 1.6> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (탄전,수은)



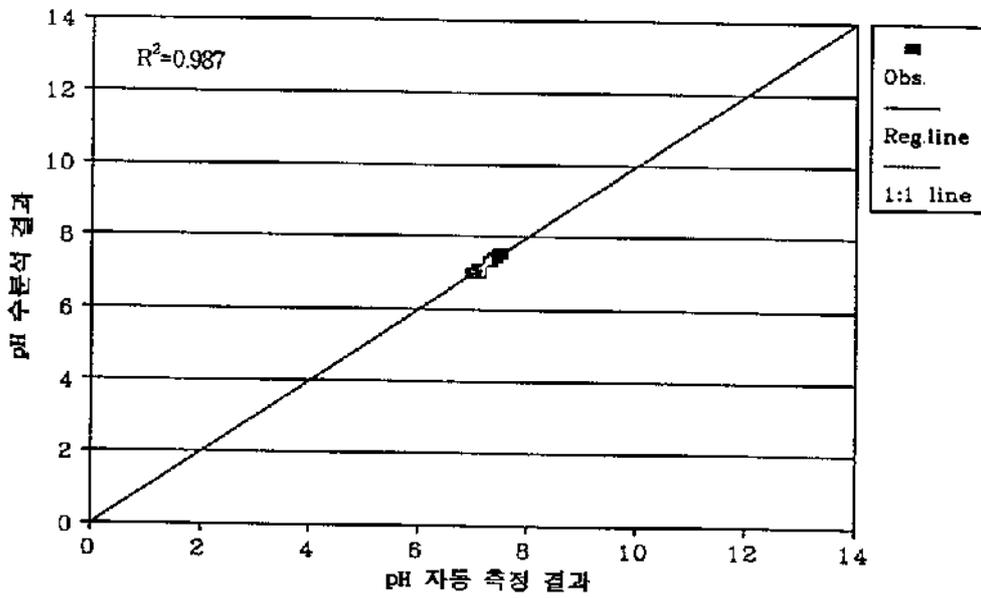
<부록 1.7> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (팔남,pH)



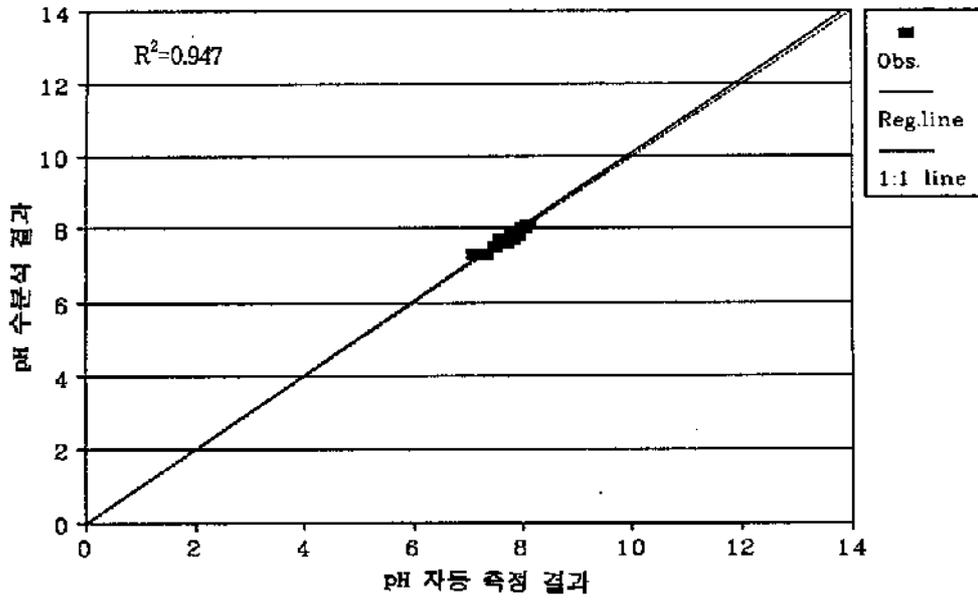
<부록 1.8> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (구의,pH)



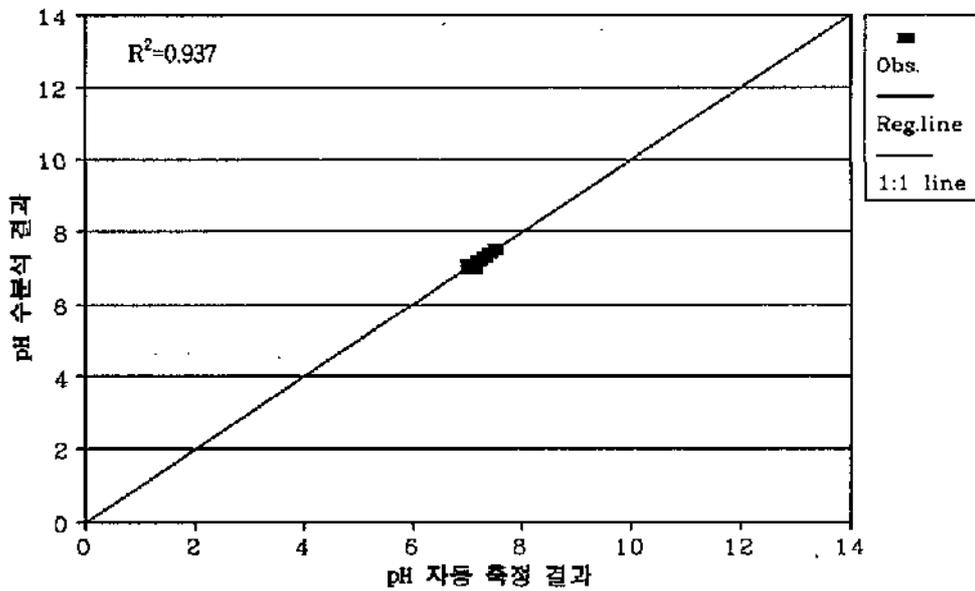
<부록 1.9> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (노량진,pH)



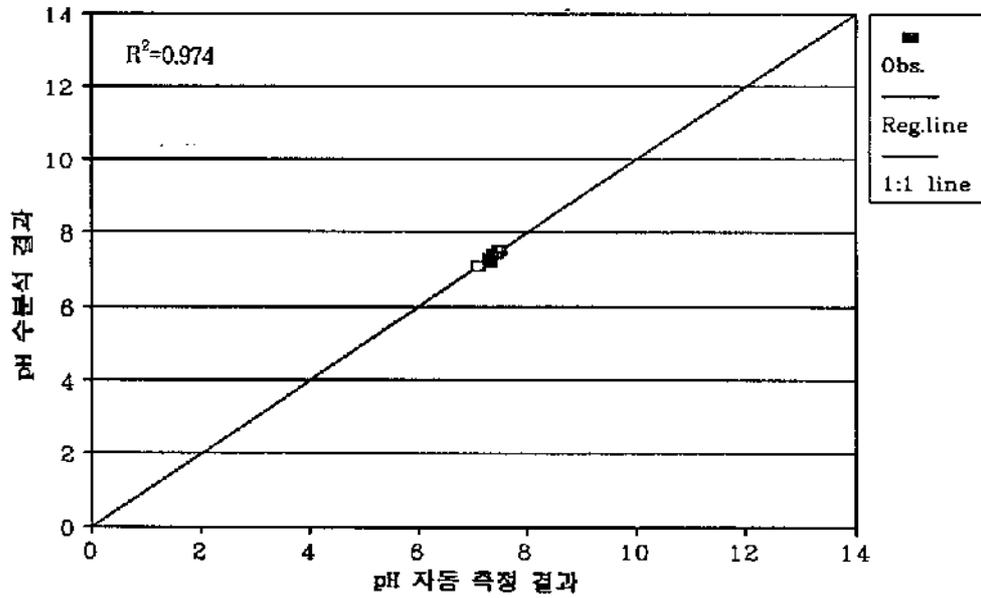
<부록 1.10> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (영등포,pH)



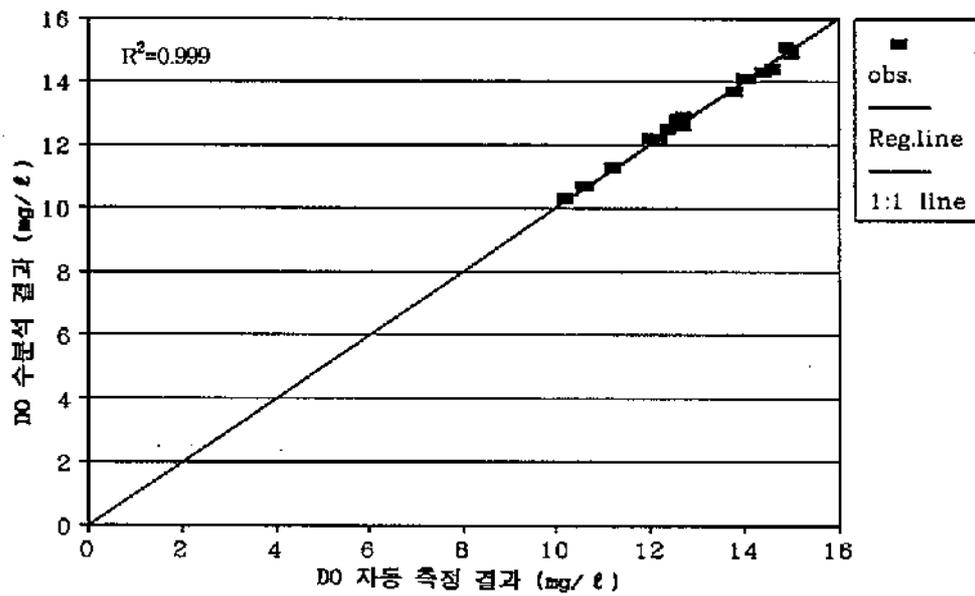
<부록 1.11> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (중량전,pH)



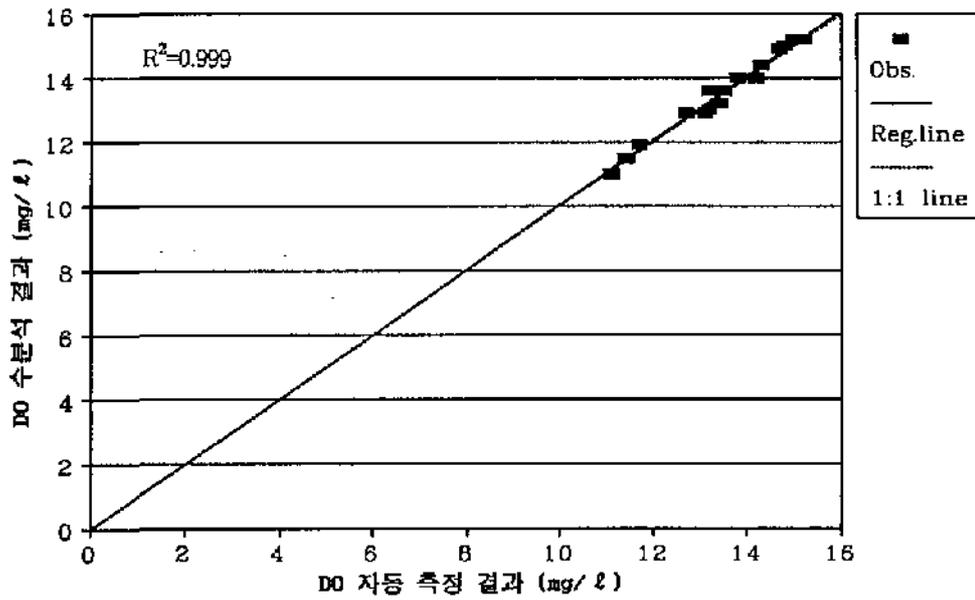
<부록 1.12> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (탄전,pH)



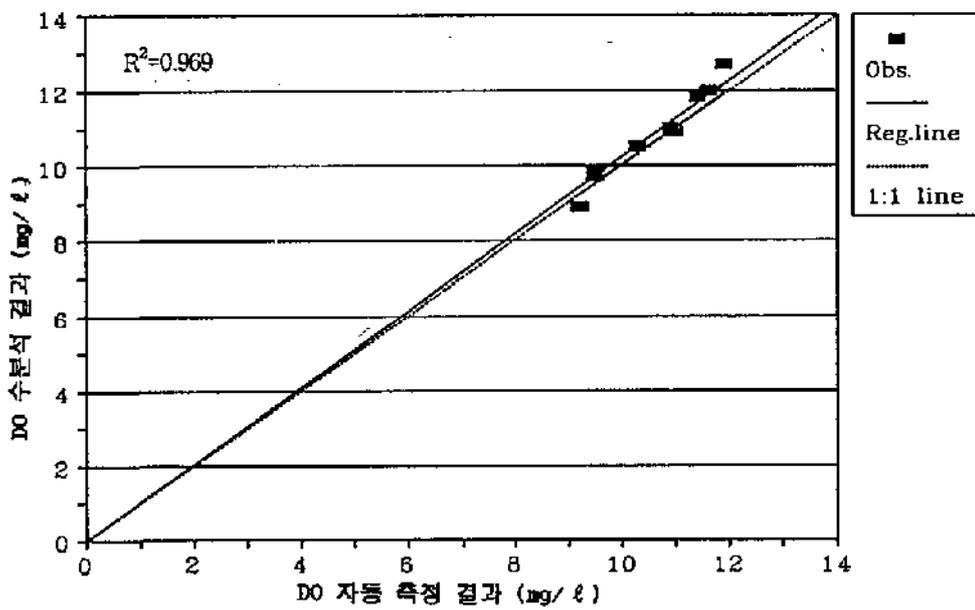
<부록 1.13> 수분석치와 자동측정치의 상관관계 (안양천,pH)



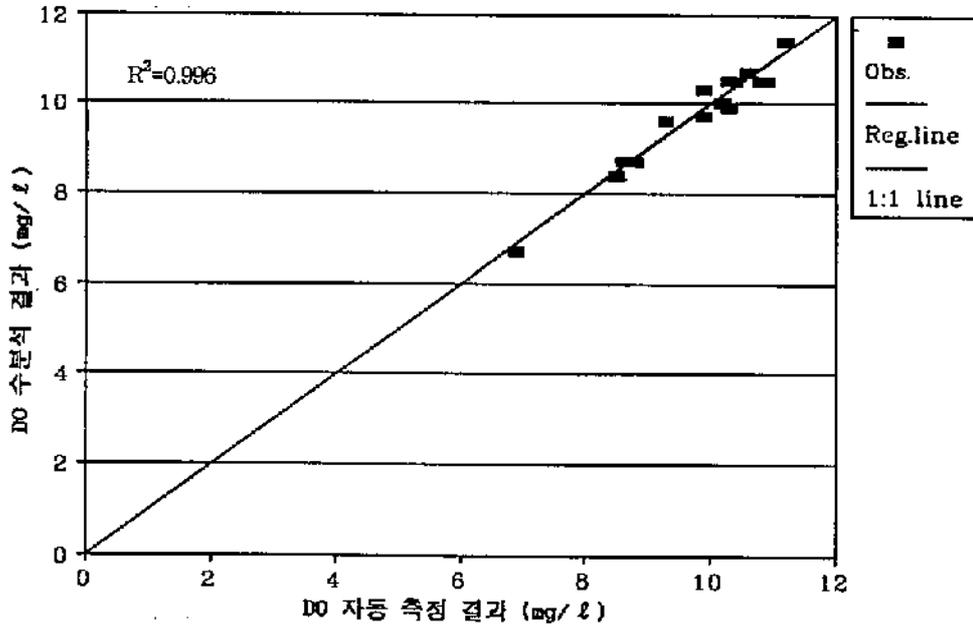
<부록 1.14> 수분석치와 자동측정치의 상관관계 (팔당,DO)



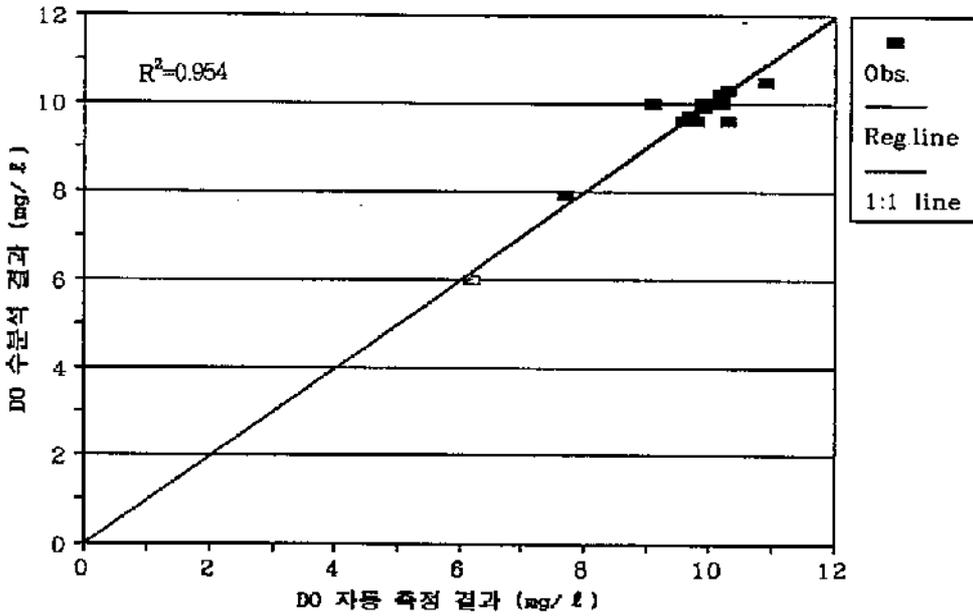
<부록 1.15> 수분석치의 자동측정치의 상관관계 (구의,DO)



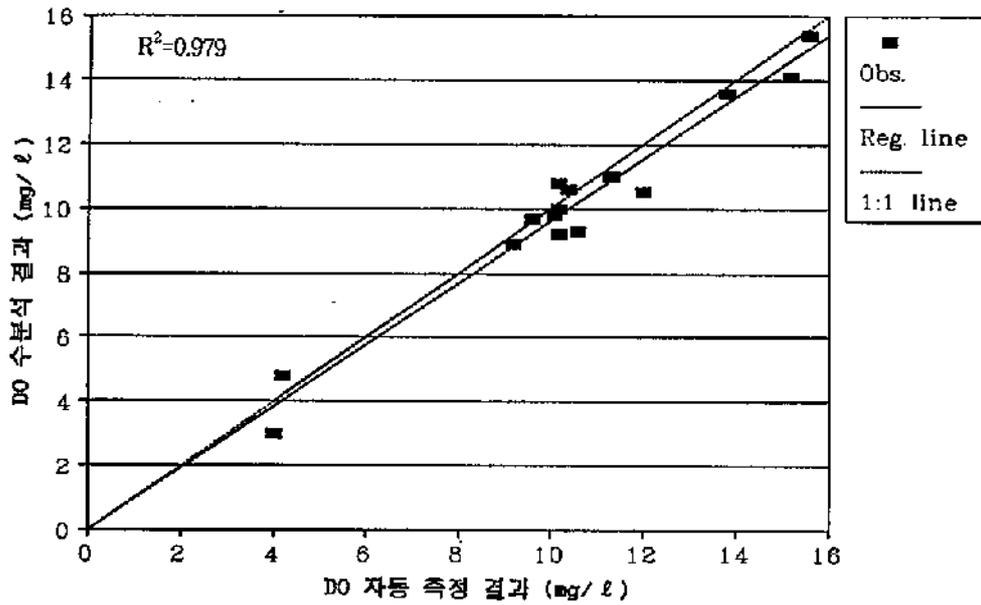
<부록 1.16> 수분석치와 자동측정치의 상관관계 (잠실,DO)



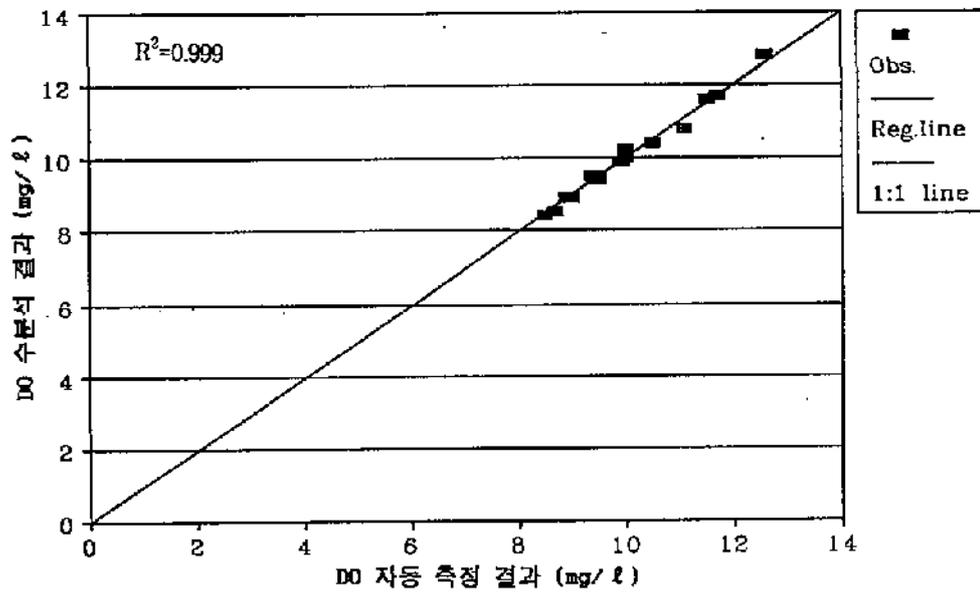
<부록 1.17> 수분석치와 자동측정치의 상관관계 (노량진,DO)



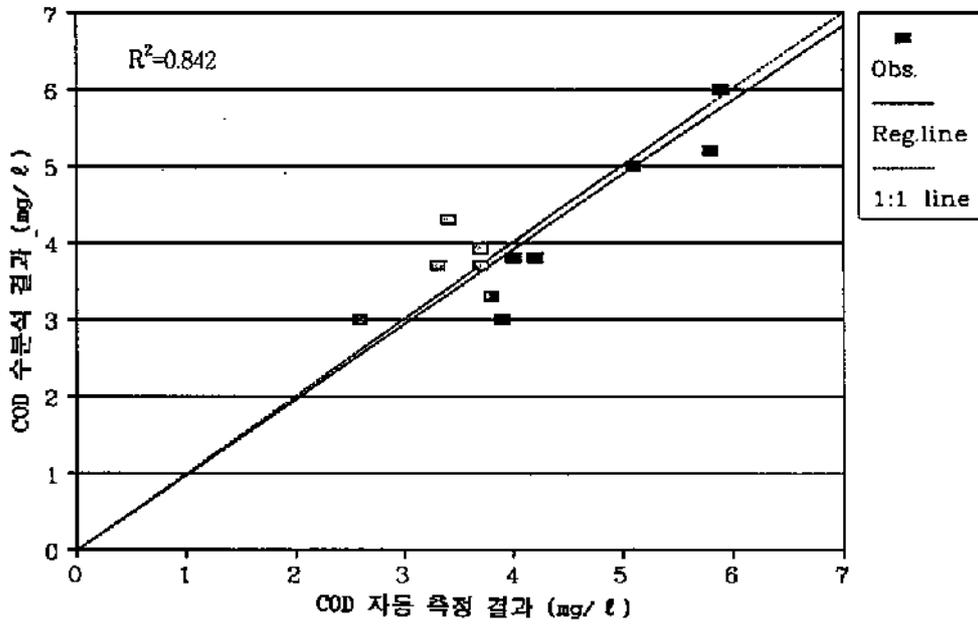
<부록 1.18> 수분석치와 자동측정치의 상관관계 (영등포,DO)



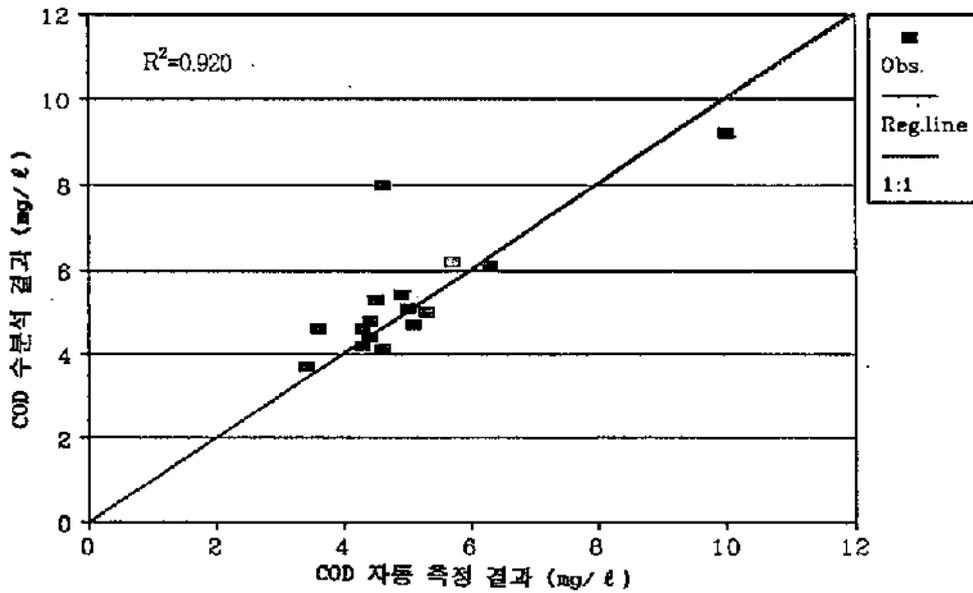
<부록 1.19> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (중랑천, DO)



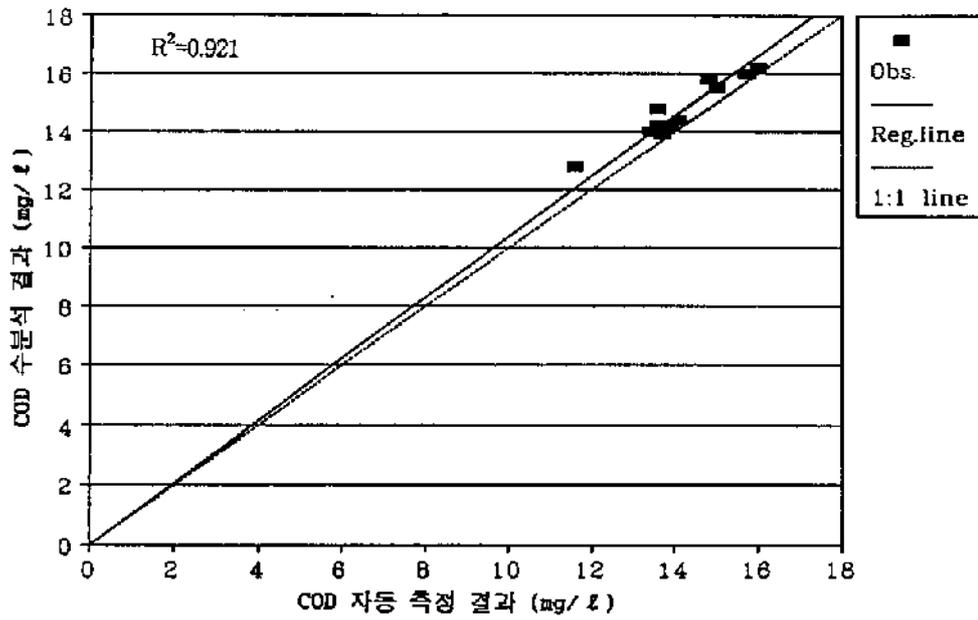
<부록 1.20> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (단천,DO)



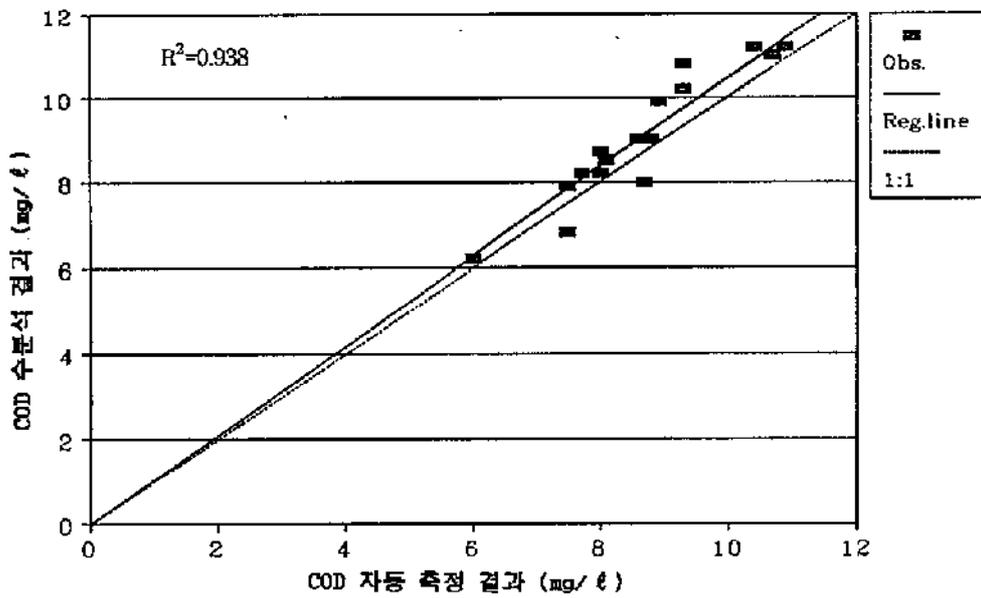
<부록 1.21> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (노량진,COD)



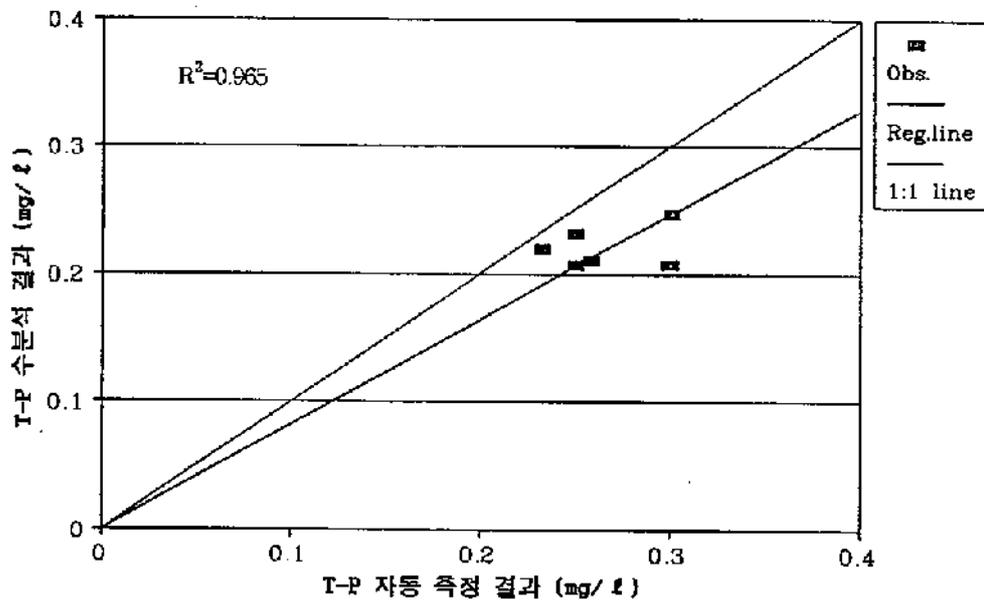
<부록 1.22> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (영등포,COD)



<부록 1.23> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (중랑천,COD)



<부록 1.24> 수분식치와 자동측정치의 상관관계 (단천,COD)



<부록 1.25> 수분석치와 자동측정치의 상관관계 (영등포, T-P)

<부록 2.>

<부록 2.1> 수질자동측정망에 의한 COD월평균(94년 자료)

	팔당	구의	잠실	노량진	영등포	중랑천	한천	안양천
94년1월	1.1		1.4	4.15			9.4	20.9
2월		2.8	1.7	4.6			8.9	23.3
3월		2.7	3.1	5.2			9.5	24.7
4월		2.7	2.5	4.16		13.2	11.7	24.8
5월		2.3	1.7	3.2		9.9	10.5	21.9
6월	2.0	2.0	2.0	3.5		10.0	9.6	29.5
7월		2.8	3.8	3.7		8.8	10.9	24.8
8월		2.6		3.9		7.7	6.1	16.2
9월		2.3		3.3		7.4	4.5	12.3
10월		2.6		3.5		7.5	5.5	11.7
11월	고장	2.2	고장	4.5	고장	8.1	6.8	12.0
12월		2.5		2.9		9.5	7.1	13.6

<부록 2.2> 수질자동측정망에 의한 Cond 월평균(94년 자료)

	팔당	구의	잠실	노량진	영등포	중랑천	한천	안양천
94년1월			146	256	263			
2월			124	258				
3월			133	272	276			
4월			179	239	273			
5월			177	203	219			
6월			178	199	203			
7월			169	167	142			
8월			178	184	158		279	682
9월		132	154	245	159	612	403	773
10월		143	163	241	196	554	369	755
11월		145	151	307	248	680	420	812
12월		155		346	309	798	490	869

<부록 2.3> 수질자동측정망 DO 월평균(94년 자료)

	합당	구의	잠실	노량진	영등포	중랑천	탄천	안양천
94년1월	13.9	13.4	13.3	10.7	6.3		3.1	1.8
2월	14.2	15.8	14.9	10.6			3.4	2.1
3월	13.3	14.0	12.7	8.2	5.8		3.5	2.0
4월	11.7	11.7	11.7	5.6	4.2	2.8	3.1	1.0
5월	8.3	8.6	8.4	4.5	3.4	2.7	3.0	0.5
6월	8.0	7.6	8.9	5.0	3.5	4.5	1.6	0.3
7월	7.4	6.7	9.5	6.2	3.6	2.8		0.2
8월	5.8	5.4	8.5	4.6	4.1	5.1	8.4	0.9
9월	7.1	7.1	8.4	7.3	5.2	4.2	5.2	2.6
10월	8.0	8.2	8.7	7.4	7.6	5.5	6.4	3.0
11월	9.9	9.3	10.9	7.7	8.0	6.5	8.4	3.7
12월	12.1	11.6	10.0	9.1	9.0	9.4	9.6	4.6

<부록 2.4> 수질자동측정망 pH 월평균(94년 자료)

	합당	구의	잠실	노량진	영등포	중랑천	탄천	안양천
94년1월	8.3	8.4	7.9	7.3	7.0		7.1	7.2
2월	8.6	8.8	8.3	7.2			7.2	7.2
3월	8.6	8.7	8.1	7.1	7.2		7.3	7.3
4월	8.4	8.6	8.2	7.0	7.2	7.6	7.3	7.4
5월	7.6	7.6	7.5	6.9	7.1	7.3	7.2	7.4
6월	7.6	7.4	7.4	6.8	7.0	7.5	6.9	7.3
7월	7.2	7.3	7.2	6.6	6.9	7.0	6.8	7.2
8월	7.2	7.4	7.3	6.7	7.0	7.0	7.0	
9월	7.2	7.5	7.5	6.8	7.0	7.1	6.9	7.4
10월	7.3	7.6	7.6	6.9	7.1	7.2	6.7	7.1
11월	7.3	7.4	7.7	7.0	7.1	7.3	6.9	7.1
12월	7.8	7.8	7.9	7.0	7.1	7.4	7.0	7.3

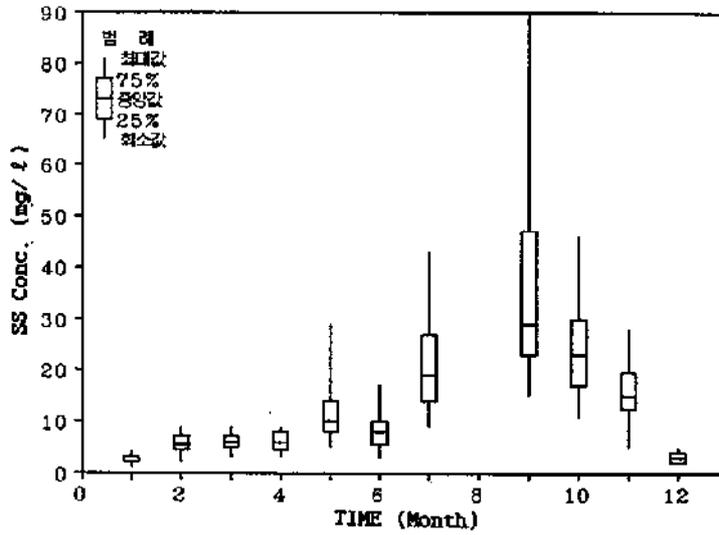
<부록 2.5> 수질자동측정망 SS 월평균(94년 자료)

	팔당	구의	잠실	노량진	영등포	중랑천	단천	만양천
94년1월		8.0	12.0	3.0	4.0			
2월		8.0	12.0	6.0				
3월		8.0	8.0	6.0	10.0			
4월		8.0	6.0	8.0	4.0			
5월		4.0	3.0	12.0	2.0			
6월		5.0	4.0	8.0	1.0			
7월		10.0	8.0	21.0	8.0			
8월		12.0	20.0	76.0	12.0			
9월		15.0	14.0	35.0	16.0		9.0	
10월		12.0	14.0	23.0	10.0	44.0	17.0	30.0
11월		5.0	5.0	16.0	7.0	29.0	16.0	38.0
12월		4.0	3.0	8.0	4.0	15.0	15.0	41.0

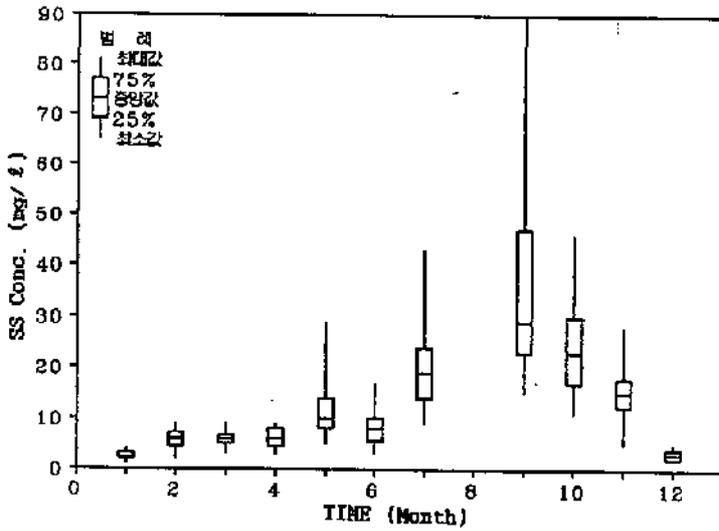
<부록 2.6> 수질자동측정망 Temp 월평균(94년 자료)

	팔당	구의	잠실	노량진	영등포	중랑천	단천	만양천
94년1월	2.4	2.1	1.8	2.6	2.6		7.0	6.2
2월	2.7	2.6	2.9	3.4			8.2	7.1
3월	5.9	5.9	5.9	6.5	6.8		10.1	9.2
4월	12.3	12.6	11.8	13.6	15.1	18.8	15.4	16.0
5월	17.5	17.3	16.2	18.0	20.3	21.3	18.1	18.7
6월	22.1	21.8	21.2	22.3	23.5	24.1	22.0	23.3
7월	24.8	25.0	22.9	25.3	26.6	25.3	27.3	29.4
8월	28.6	28.5	26.2	27.7	29.4	25.5	25.0	28.5
9월	23.9	23.2	23.7	24.1	25.0	22.7	23.7	23.8
10월	17.8	17.7	18.3	19.0	19.6	17.8	18.4	18.7
11월	12.1	11.4	11.9	13.3	13.2	13.3	14.0	13.6
12월	5.6	4.9	5.0	8.0	7.3	6.5	9.1	8.4

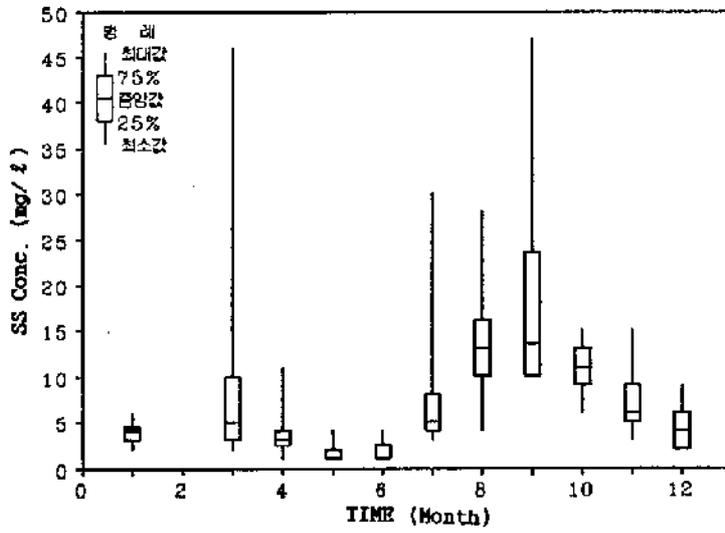
<부록 3>



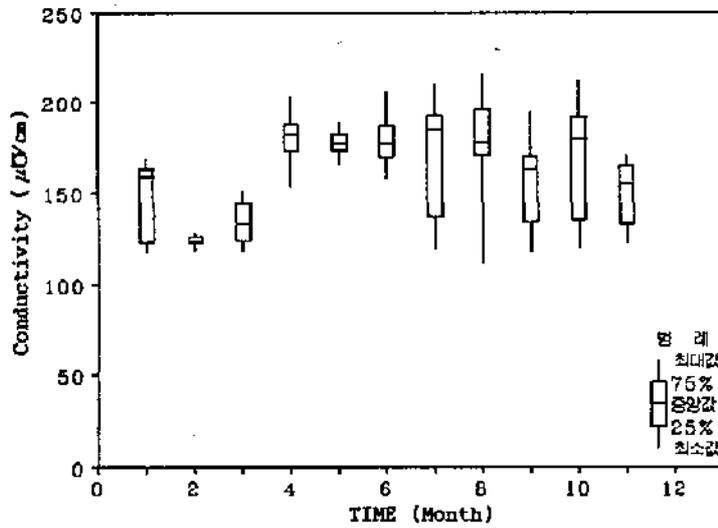
<부록 3.1> 잠실지점의 Box-and-whisker 그래프 (SS)



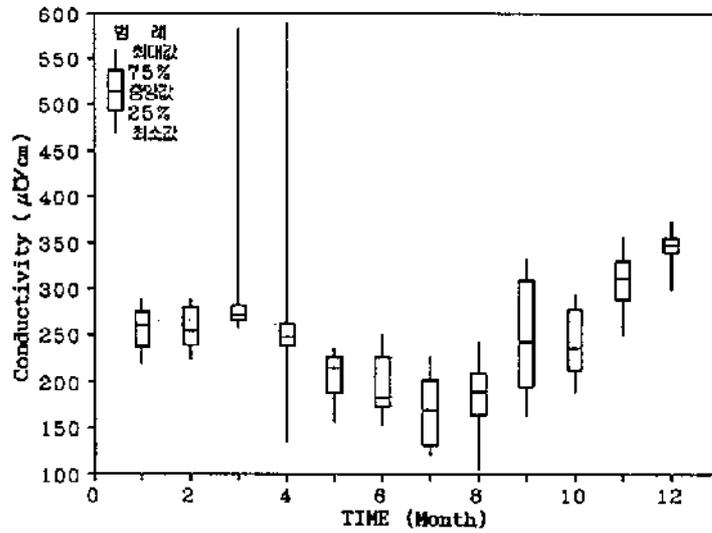
<부록 3.2> 노량진 지점의 Box-and-whisker 그래프 (SS)



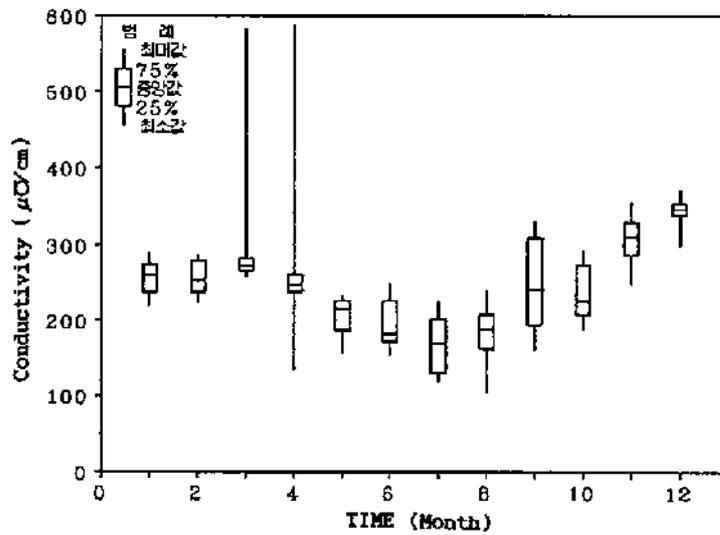
<부록 3.3> 영등포 지점의 Box-and-whisker 그래프 (SS)



<부록 3.4> 잠실지점의 Box-and-whisker 그래프 (전기전도도)



<부록 3.5> 노량진 지점의 Box-and-whisker 그래프 (전기전도도)



<부록 3.6> 영등포 지점의 Box-and-whisker 그래프 (전기전도도)

<부록 4>

<부록 4.1> 각국의 음용수 수질기준

기 준 항 목		단 위	한국	일본	미국	프랑스	독일	WHO
1	미생물							
	일반세균	개/1ml	100	100	IT	100	-	-
	대장균	개/50ml	불검출	음성	P/A	불검출	음성	음성
	분변성 대장균군	개/100ml	-	-	-	//	-	-
	분변성 연쇄상구균	//	-	-	-	//	음성	-
	아황산환원력기성균	개/20ml	-	-	-	//	음성	-
	상모넬라, 포도상구균	51,100ml당	-	-	-	//	-	-
	장내바이러스	10 L당	-	-	IT	//	-	-
	Giardia Lamblia	-	-	IT	-	-	-	
	Legionella	-	-	IT	-	-	-	
2	유해영양물질							
	암모니아질소	mg/l	0.5	-	-	0.5	0.5	-
	아질산성질소	//	-	-	1	0.1	0.1	3*
	질산성질소	//	10	-	10	50	50	50
	아질산+질산성질소	//	-	10	10	-	-	-
	킬달성질소	//	-	-	-	2	1	-
	철소	//	1	0.8	4.0	1.5	-	1.5
	시안	//	불검출	0.01	0.2	0.05	0.05	0.07
	몰소	//	-	-	-	-	1	0.3
	황화수소	//	-	-	-	불검출	-	0.05
	인	//	-	-	-	5	0.7	-
	수은	//	불검출	0.0005	0.002	1	0.001	0.001
	납	//	0.05	0.05	T	0.05	0.04	0.01
	카드뮴	//	0.01	0.01	1.085	0.005	0.005	0.003
	비스	//	0.05	0.01	0.05	0.05	0.04	0.01*
	크롬	//	-	-	0.1	0.05	0.05	0.05*
	6가크롬	//	0.05	0.05	-	-	-	-
	셀레늄	//	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01
	바륨	//	-	-	2	-	1	0.7
	은	//	-	-	0.1	0.01	0.01	-
니켈	//	-	-	0.1	0.05	0.05	0.02	
안티몬	//	-	-	0.006	0.01	0.01	0.005*	
칼륨	//	-	-	-	12	12	-	
나트륨	//	-	200	-	150	150	200	
염화물	//	-	-	-	250	-	-	
황산염	//	-	-	-	250	-	240	
마그네슘	//	-	-	-	50	50	-	
몰리브덴	//	-	-	-	-	-	0.07	
3	염드린	mg/l	-	-	0.2	-	-	-
	폭시젠	//	-	-	3	-	-	-
	2,4,5-TP(실백소)	//	-	-	50	-	-	-
	다이아지논	//	20	-	-	-	-	-
	파라치론	//	60	-	-	-	-	-
	카바릴	//	70	-	-	-	-	-
	클로로포름 추출물질	//	-	-	-	-	1000	-
	사염화탄소 추출물질	//	-	-	-	10	10	-
폼트리알로데탄	//	100	100	100	-	25	-	

<부록 4.1> 계속

기준항목	단위	한국	일본	미국	프랑스	독일	WHO
클로로포름	㎍/l	-	60	-	30	-	200
사염화탄소	//	-	2	5	-	3	2
테트라클로로에틸렌	//	10	10	5	10	10	40
트리클로로에틸렌	//	30	30	5	30	10	70*
디클로로에탄	//	20	20	5	-	10	20
말라치온	//	250	-	-	-	-	-
메니프로티온	//	40	-	-	-	-	-
PCB와 PCB	//	-	-	-	0.5	-	-
시스-1,2디클로로에틸렌	//	-	40	70	-	-	-
1,1,2-트리클로로에탄	//	-	6	5	-	-	-
디브로모클로로에탄	//	-	10	-	-	-	100
브로모디클로로에탄	//	-	30	-	-	-	60
브로모포름	//	-	90	-	-	-	100
1,3-디클로로프로판	//	-	2	-	-	-	20
시마진	//	-	3	4	-	-	2
티우랍	//	-	6	-	-	-	-
타오벤칼브	//	-	20	-	-	-	-
클로라이드	//	-	-	250	-	-	-
모노클로로벤젠	//	-	-	100	-	-	300
1,2 디클로로벤젠	//	-	-	600	-	-	1000
1,4 디클로로벤젠	//	-	-	600	-	-	300
중트리클로로벤젠	//	-	-	-	-	-	20
1,1,1 트리클로로에탄	//	100	300	200	-	10	2000*
1,2-디클로로에탄	//	-	4	5	10	-	30
1,1-디클로로에틸렌	//	-	(20)	7	0.3	-	30
다관방향족탄화수소	//	-	-	-	0.2	0.3	-
벤조(a)피렌	//	-	-	0.2	0.01	-	0.7
페닐류	//	5	5	-	0.5	0.5	-
펜타클로로벤젠	//	-	-	1	-	-	9*
2,4,6-트리클로로벤젠	//	-	-	-	-	-	200
벤젠	//	10	10	5	-	-	10
p-디클로로벤젠	//	-	-	75	-	-	-
비닐클로라이드	//	-	-	0.2	-	-	5
디에디메이트	//	-	-	400	-	-	80
디프탈레이트	//	-	-	6	-	-	8
아크릴아이드	//	-	-	1	-	-	0.5
에피클로로히드린	//	-	-	1	-	-	0.4*
헥사클로로류타디엔	//	-	-	-	-	-	0.6
EDTA	//	-	-	-	-	-	200
nitrioltriacetic acid	//	-	-	-	-	-	200
tributyltin oxide	//	-	-	-	-	-	2
폴우엔	//	700	-	1000	-	-	700
에틸렌	//	300	-	700	-	-	300
스틸렌	//	-	-	100	-	-	20
크실렌	//	500	-	10000	-	-	500

<부록 4.1> 계속

기준 항목		단위	한국	일본	미국	프랑스	독일	WHO	
3 유해 영양 유기 물질	DDT	µg/l	-	-	-	-	-	2	
	알드린 및 디엘드린	//	-	-	-	0.03	-	0.03	
	클로르단	//	-	-	2	-	-	0.2	
	헥사클로로벤젠	//	-	-	1	0.01	-	1	
	헵타클로로(에폭사이드)	//	-	-	0.4	-	-	0.03	
	린단	//	-	-	0.2	-	-	2	
	메톡시클로로	//	-	-	40	-	-	20	
	2,4-D	//	-	-	70	-	-	30	
	벤타존	//	-	-	-	-	-	30	
	아트라진	//	-	-	3	-	-	2	
	알디카브	//	-	-	7	-	-	10	
	알리콜로	//	-	-	2	-	-	20	
	퍼메트린	//	-	-	-	-	-	20	
	프로파닐	//	-	-	-	-	-	20	
	피리다이트	//	-	-	-	-	-	100	
	트리플루라린	//	-	-	-	-	-	20	
	1,2-디클로로프로판	//	-	6*	5	-	-	20*	
	카보우란	//	-	검사항목임	40	-	-	5	
	클로로클루엔	//	-	-	-	-	-	30	
	1,2-디브로모3클로로프로판	//	-	-	0.2	-	-	1	
아이소 프로류론	//	-	-	-	-	-	9		
MCPA	//	-	-	-	-	-	2		
메틸라클로로	//	-	-	-	-	-	10		
올리네이트	//	-	-	-	-	-	6		
헨리메탈린	//	-	-	-	-	-	20		
4 심미 적영 양물 질	수소이온농도		5.8-8.5	5.8-8.6	6.5-8.5	6.5-9.0	6.5-9.5	-	
	냄새		무취	무취	-	2-3	12-2, 25-3	거부감	
	맛		무미	무미	-	2-3	-	없음것	
	색도	도	5	5	15	15	0.5m ⁻¹	15	
	탁도	(Kaolin)	2	2	5	2	1.5	5	
	과망간산칼륨소비량	mg/l	10	10	-	5	5	-	
	중발장류물	mg/l	500	500	500	1500	-	1000	
	온도	℃	-	-	-	25	25	-	
	알칼리도	mg/l	-	-	-	50	-	-	
	전도도	uS Cm ⁻¹	-	-	-	-	2000	-	
	경도	칼슘	mg/l	300	300	-	-	400	-
		마그네슘							
	염소이온	//	150	200	-	250	250	250	
총경도	//	-	-	-	15	-	-		
부식성	//	-	-	불검출	-	-	-		

<부록4.1> 계속

기준항목		단위	한국	일본	미국	프랑스	독일	WHO
4 실 미 조 염 염 함 물 질	황산이온	mg/l	200	-	250	250	240	250
	세제(음이온계면활성제)	//	0.5	0.2	0.5	0.2	0.2	-
	구리	//	1	1	1	1	-	2*
	망간	//	0.3	0.05	0.05	0.05	0.05	0.5*
	아연	//	1	1.0	5	5	-	3
	알루미늄	//	0.2	-	0.2	0.2	0.2	0.2
	황산아연	//	-	-	250	-	-	-
5 방 사 성 질	Gross Alpha Particle activity	pCi/l	-	-	15	-	-	0.1Bq/l
	Gross Beta Particle activity	mrem/yr	-	-	4	-	-	1Bq/l
	Radium 226 and 228	pCi/l	-	-	5	-	-	-
3 부 속 성 질	2,4-DB	µg/l	-	-	-	-	-	90
	디클로로벤젠	//	-	-	-	-	-	100
제 조 제	벤조피렌	//	-	-	-	-	-	9
	메코프렌	//	-	-	-	-	-	10
	2,4,5-T	//	-	-	-	-	-	9
	소 독 제	모노 클로라민	mg/l	-	-	-	-	3
	클로린	//	-	-	-	-	5	
3 부 속 성 질	브로메이트	µg/l	-	-	-	-	-	25
	습로라이트	//	-	-	-	-	-	200
	2,4,6-트리클로로페놀	//	-	-	-	-	-	200
	포름알데히드	//	-	-	-	-	-	900
	클로릴 하이드레이트	//	-	-	-	-	-	10
	디클로로아세틸산	//	-	-	-	-	-	50
	트리 //	//	-	-	-	-	-	100
	디클로로아세트니트릴	//	-	-	-	-	-	90
	디브로모 //	//	-	-	-	-	-	100
	cyanogen chloride(CN)	//	-	-	-	-	-	70
트리클로로아세트니트릴	//	-	-	-	-	-	1	

주) IT : 최대허용기준 대신 제정된 처리기준 요구사항(1993. 12월자)

P/A : 대장균군의 존재유무에 따름(1990년 12월 31일자 시행)

- 1개월에 최소 40개의 시료를 분석하는 시설 = 월별 시료의 5% 이상이 대장균군 양성 이어서는 안된다.
- 1개월에 40개 미만의 시료를 분석하는 시설 = 1개월에 1개 이상의 시료가 대장균군 양성이어서는 안된다.

* : 잠정 기준임(WHO)

'95년 7월 1일부터 추가항목(5) : 디클로로메탄, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌

SDI Research Series

Completion Report

Project Number	SDI 95-R-20
Title	Design for Automated Monitoring of Water Quality in Han River
Project Period	January 1, 1995 ~ June 30, 1995
Department	Department of Environment Management
Participation Staff	
Research Representative	Yong-Mo Cho(Senior Researcher)
Research Staff	Jung-Min Kim(Researcher)
	Jung-Woo Oh(Researcher)

Abstract

Design for Automated Monitoring of Water Quality in Han River

It is desirable to measure the water quality of river continuously. At present, automated monitoring of water quality has been operated at each water treatment plant. But automated measurement sites and automated measurement items must be set up again because the water source in Seoul moved to the upper stream of Chamshil weir.

The purposes of this study are as follows ;

- 1) To rearrange measurement sites for automated monitoring of water quality.
- 2) To rearrange measurement items of automated monitoring of water quality.

The conclusions are summarized as follows;

1. The measurement sites for automated monitoring of water quality have been chosen by Qual2E model, RMA model, water sampling guideline, Sander's method and the topographical characteristics of Han river. 8 sites have been selected as follows.

- o A site of immediately after Paldang water discharge point
- o A left site and a right site of Guŕi water intake point
- o A left site and a right site of Han River Bridge
- o A site between Shingok weir and Anyangchun confluence point(Haengju Bridge).
- o A site of Chungryangchun downstream(in operation)

- o A site of Tanchun downstream(in operation)
- o A site of Anyangchun downstream(in operation)
- o A site of Wangsukchun downstream

2. The measurement items for automated monitoring of water quality have been chosen by taking account of the stream water quality standard, the drinking water law, present monitoring items of Biwa lake & Osaka city stream, present monitoring items of Sene river and the topographical characteristics of Han river. The detailed items are shown in the table below.

Classification		Monitoring items (already in operation)	Monitoring items (mid term)	Monitoring items (long term)
Water sources		Temp., pH, DO, COD, Cond., Turbidity, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	Temp., pH, DO, COD, Cond., Turbidity, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	Temp., pH, DO, COD, Cond., Turbidity, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol
Water quality management for ecosystem conservation	main stream	Temp., pH, DO, COD, Cond., SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	Temp., pH, DO, COD, Cond., SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol	Temp., pH, DO, COD, Cond., SS, T-N, T-P
	tributary streams		Temp., pH, DO, COD, Cond., SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol, ABS	Temp., pH, DO, COD, Cond., SS, T-N, T-P, Pb, Cu, Cd, As, Cr, Phenol, ABS

Contents

1. Introduction	3
1.1 Objectives of Research	3
1.2 Scope of Research	4
1.3 Method of Research	5
2. Control and Monitoring of the Water Quality	9
2.1 Aims and Necessity of Water Quality Monitoring	9
2.2 Composition of Water Quality Monitoring based on Design Aims	11
2.3 Analysis of the Factors for Water Quality Monitoring	15
2.4 Water Quality and Resources in Han River	17
2.4 Water Quality Monitoring systems in Foreign Countries	46
3. Problems of Water Quality Monitoring	57
3.1 State of Water Quality Monitoring	57
3.2 Problems of Water Quality Monitoring Networks	63
3.3 Improvements of Water Quality Monitoring Networks	65
4. Sites Evaluation of Automated Monitoring Networks	69
4.1 Location of Automated Monitoring Sites	69

4.2 Middle & Short Term Plan of Automated Monitoring	89
5. Items Evaluation of Automated Monitoring	97
5.1 Comparison of Hand Operated and Automated Measurements	97
5.2 Measurement Methods for Automated Monitoring of Water Quality	107
5.3 Measurement Principle of Automated Monitoring Equipments	130
5.4 Maintenance of Automated Monitoring Equipments	146
5.5 Items of Automated Monitoring	159
6. Informations of Automated Monitoring Networks	169
6.1 Informations of Automated Monitoring	170
6.2 Long Term Plan of Water Quality Informations	174
6.3 Alarm System of Water Quality	178
7. Conclusion	187
References	195
Appendixes	201