

발 간 등 록 번 호

11-1541000-001493-01

농업용 저수지 자율항법 무인자동 수질측정기술 개발

Development of Water Quality Monitoring System Using
Autonomous Unmanned Water Sampling Technology

연 구 기 관
한국농어촌공사

농 립 수 산 식 품 부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “농업용저수지 자율항법 무인자동 수질측정기술 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2012년 6월 일

주관연구기관명 : 한국농어촌공사 농어촌연구원

주관연구책임자 : 김 진 택

연 구 원 : 윤 동 균

연 구 원 : 나 민 철

위 축 연 구 원 : 김 대 식

협동연구기관명 : (주)백년기술

협동연구책임자 : 권 남 선

연 구 원 : 최 송 범

연 구 원 : 서 준 호

요 약 문

I. 제 목

농업용저수지 자율항법 무인자동 수질측정기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

국내 농업용저수지는 전체 농업용수의 약 60%에 달하는 많은 양의 청정 용수 공급을 담당하고 있으며 전국에 17,621개소가 축조되어 농어촌지역 수자원관리의 주요시설로써, 평시 농작물에 대한 용수공급 등 이수 기능과 홍수 시에는 홍수저감 등 치수 기능을 담당하고 있다.

우리나라의 수질측정 현황은 환경정책기본법과 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률에 의해 규정되어 있으며 하천 및 호소 등 수질보전대상 공공수역에 대한 수질 현황을 종합적으로 조사하여 수질변화 추세를 파악하고 주요정책 사업의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료를 확보하기 위한 목적으로 수질측정망 운영사업이 종합적으로 실시되고 있다. 국가수질측정망 조사사업 중에서 농림수산식품부는 농업용수 수질측정망 사업을 실시하고 있으며 그 대상인 농업용수 수질측정망 조사시설은 저수지 800개소이며, 농업용 호소로서 환경부 조사·시행 호소수질측정망시설 26개소(저수지 16개소, 담수호 10개소)를 포함한 826개소를 대상으로 농업용수 수질을 조사·분석·평가하고 있다. 지역별 분포 현황은 광주·전남이 174개소로 가장 많고, 강원이 53개소로 가장 적은 분포를 보이고 있다.

농업용수의 주공급원인 농업용저수지의 수질측정을 위하여 현재는 측정기술자가 차량으로 이동한 고무보트 등 선박에 승선하여 저수지 내의 측정지점으로 이동한 후 조사자의 경험적인 방법으로 측정지점을 선정하고 수상선박에서 수심측정, 종합수질측정기 측정과 수심별 시료채취 작업을 실시하고 있다. 그러나, 이러한 현행방식의 경우 여러 작업에 필요한 장비를 각각 준비, 설정하고 선박(주로 고무보트)에서 인력으로 작업함으로써 선박전복 등의 안전사고 위험이 크며 비용이 크게 소요되고 작업의 효율성과 정확성이 저하되는 어려움이 있는 실정이다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 측정 비용을 절감하고 유지관리가 용이하며 기 개발된 자율항법 무선탐사선(2007년도 농림기술개발사업 과제로 수행, 완료)과 융합한 농업용저수지 무인자동 수질측정 기술의 개발이 절실하다.

이를 위해서 저수지의 수질 측정을 위한 농업용저수지 자율항법 수질측정 선박체 및 제어기술 개발, 무인자동 수질측정 및 시료채취 장치 개발이 필요하며 이를 활용하기 위한 농업용저수지 자동 수질측정 기술지침서의 작성, 제시가 필요하다. 이

를 실현하는 방법으로는 전체 시스템의 안정적인 통합을 고려하여 개별 수질자동 측정 및 채수 모듈을 개발하고 적정 운항·제어 시스템으로 결합함으로써 전체시스템의 안정성을 제고하여 효율적인 농업용저수지의 무인자동 수질측정 및 채수기술을 개발·제공하고자 한다. 본 기술개발을 통하여 우리나라 농업용저수지 수질관리의 기초자료 확보와 체계적인 수자원 관리를 실현할 수 있으며 또한 수질측정에 소요되는 인력과 시간의 획기적인 절감을 도모하고자 한다.

또한, 국내 높은 수준의 IT(정보기술)기반 관리기술을 농촌용수 및 수리시설 관리에 융합(convergence)하고 한국의 IT 대외경쟁력과 동반하여 해외 농업기반사업 진출의 신산업 분야를 개척할 필요가 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

- 농업용저수지 자율항법 수질측정 보트 및 제어기술 개발
- 무인자동 수질측정 및 시료채취 장치 개발
- 현장시험 및 실용화 방안 제시

Ⅳ. 연구개발 결과

- 내용적 자율항법 보트를 자동 수질측정 및 시료채취 무인 보트에 연계하기 위하여 전원 및 통신체계를 개선 개발하고, 수질측정 및 채수장치와 기존 탐사선 연계 운항·제어모듈과 최정항로 운항모듈 및 시료채취 지점 정박, 유지 제어모듈을 개발함.
- 보트에 설치된 다항목센서를 이용하여 다양한 지점의 수질을 측정하여 전송할 수 있는 수질측정 기술을 개발하고, 호심 및 임의지점에서 수심별 수질데이터를 측정할 수 있는 농업용저수지 자동 수질측정 및 채수장치 기술을 개발함.
- 시작품 시범운영을 통한 기능검사 및 성능개선, 효과 분석을 통한 활용성 검증 및 자동수질측정 및 채수 기술지침서 작성 및 실용화사업 방안 제시

Ⅴ. 연구성과 및 성과활용계획

- 자동수질측정 및 시료채취 기술을 최초로 개발하고 연구성과를 특허등록 1건, 프로그램등록(5건) 하였으며, 연구성과의 실용화를 위하여 국내외 전시박람회(국내4건, 국외1건) 출품과 현장설명회(3회)를 실시하였음
- 본 연구를 통해 개발한 자동수질측정 및 시료채취 기술의 실용화를 위하여 정책반영과 시범사업을 추진하고 있으며 한국농어촌공사에 제공하여 농업용수 수질측정망 사업 등에 활용.

Summary

I. Title

Development of Water Quality Monitoring System Using Autonomous Unmanned Water Sampling Technology

II. Objectives and necessities of this study

Domestic Agricultural Reservoirs cover about 60% of total agricultural water to supply clean water to agricultural area. 17,621 agricultural reservoirs are critical infrastructure not only provide agricultural water at normal time but prevent the flood damage.

Current status of water measurement in South Korea is fixed by framework act on environmental policy and on water quality and water ecosystem. An operational project for water quality monitoring network has implemented to plan for water prevent policy by gathering basic information and figuring out changes in water quality

Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries has carried out project of domestic agricultural water quality monitoring network in 800 agricultural reservoirs to examine agricultural water quality monitoring network and 826 agricultural small reservoirs. Gwangju/Jeonnam has a lot of agricultural reservoirs (174) and Gangwon has the least reservoirs (53).

Current water quality monitoring method in agricultural reservoirs is used for costly and dangerous way. Development of Water Quality Monitoring System Using Autonomous Unmanned Water Sampling Technology is essential to solve these problems, we can have cost and manpower saving by development of this technology as well as improve agricultural water quality system having convergence IT(Information technology) with agricultural water management technology.

III. Substance and scope of this study

- Development of boat with autonomous unmanned water sampling and control technology
- Development of equipment with autonomous unmanned water quality monitoring system and water sampling
- Field Testing and Policy suggestions on the Practical Use

IV. Results of this study and suggestions for their utilization

- Power supply, communication system, AUV link up water monitoring/sampling was developed.
- Water quality monitoring and transferring system using boat with multi sensors was developed.
- Practical use method by field testing and technology guideline for Water Quality Monitoring System Using Autonomous Unmanned was suggested

V. Outcomes of the study and suggestions for their utilization

- Autonomous unmanned water quality monitoring and water sampling technology was developed originally, and the two patent applications were made through the study results, the system was submitted for domestic and foreign exhibitions four times and one time, respectively, and was presented on the actual spots three times.
- To practically popularize the autonomous unmanned water quality monitoring and water sampling technology developed in this study, the study results were reflected on the related policies, the pilot project has been carried out, and the system was supplied for Korean Rural Community Corporation to utilize it for agricultural water monitoring.

목 차

제1장 연구개발과제의 개요	1
제1절 연구개발 배경 및 필요성	3
제2절 연구개발 범위 및 내용	5
제2장 국내외 기술개발 현황	7
제1절 국내 기술개발 현황	9
2.1.1 환경부 수질측정망 운영계획	9
2.1.2 농업용수 수질관리 매뉴얼	12
제2절 해외 기술개발 현황	16
2.2.1 미국 환경청	16
2.2.2 미 지질조사국	24
제3장 연구 개발수행 내용 및 결과	31
제1절 농업용저수지 자율항법 수질측정 탐사선 및 제어기술 개발	33
3.1.1 자동 수질측정 및 시료채취용 무인 탐사선 개선	33
3.1.2 자율항법 수질측정을 위한 운항 및 제어기술 개발	35
제2절 무인자동 수질측정 및 시료채취 장치 개발	41
3.2.1 농업용저수지 자동 수질측정 기술 개발	41
제3절 자율항법 탐사선 원격 실시간 자료 모니터링	52
3.3.1 탐사선 제어	52
3.3.2 수질측정 정보 관리	54
제4절 현장시험 및 실용화 방안제시	55
3.4.1 개발 시작품 및 시스템 현장시험 및 개선	55
3.4.2 자율항법 자동수질측정 시스템 현장시험 및 개선	59

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	67
제1절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	69
제5장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	71
제1절 연구개발결과의 활용계획	73
제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	75
제1절 저수지 수질시료 채취 지점 선정방법	77
제2절 저수지 수질시료 채취 깊이 및 간격 결정	84
제7장 참고문헌	89
부 록	93
A1. 자동수질 측정 시스템 사용자 매뉴얼	95
A2. 자동수질 측정 시스템 운용 기술 지침서	127
A3. 육상유닛 시스템 주요 기능 소스 코드	143
A4. 선박제어 유닛 시스템 주요 기능 소스 코드(1)	159
A5. 선박제어 유닛 시스템 주요 기능 소스 코드(2)	191

표 목 차

<표 1-1> 농업용수 수질측정망 현황	4
<표 2-1> 기관별 지역별 조사지점 현황	10
<표 2-2> 수질 측정 항목, 획수, 주기	11
<표 2-3> 농업용수 수질조사 체계	13
<표 2-4> 규모별 매국 호수 개소 및 조사 대상 저수지 개소	21
<표 3-1> 공간적 포텐셜 중심지 추적프로그램 (예)	39
<표 3-2> 수질자동측정센서 규격	42
<표 3-3> 설계 변경에 따른 개선 항목	58
<표 3-4> 선박운영 PC와 채수기, 원치 및 센서 간 통신규약	63
<표 3-5> 원치 상태 코드	64
<표 3-6> 호스의 규격별 채수 시간	66
<표 6-1> 저수지 이용 목적에 따른 모니터링 전략	77
<표 6-2> 저수지 시료채취 수심 및 간격 결정 방법	84

그림목차

<그림 2-1> 수질 측정망 운영 체계	9
<그림 2-2> 저수지 주요 조사 지점	14
<그림 2-3> 미국 호수의 생태적 건강 상태	17
<그림 2-4> 미국 호수의 수질 및 생태 상태	18
<그림 2-5> 미국 환경청 조사 대상 호수 분포	19
<그림 2-6> 미국 환경청 습지 조사 지점 현황	22
<그림 2-7> 미국 환경청 습지 조사대상 분포 현황도	23
<그림 2-8> USGS 국가수질 조사단위 현황도	25
<그림 2-9> USGS WaterWatch - 실시간 하천 유량	26
<그림 2-10> USGS WaterWatch - 7일 평균 하천 유량	27
<그림 2-11> USGS WaterWatch - 홍수 및 고유량 분포	28
<그림 2-12> USGS WaterWatch - 과거자료 하천 유량 분포	29
<그림 2-13> USGS 실시간 수질 정보서비스	30
<그림 3-1> 기존 개발된 자율항법 선박	33
<그림 3-2> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (당초계획)	34
<그림 3-3> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (최종설계)	34
<그림 3-4> 유인선 및 무인선 측정점의 투영	36
<그림 3-5> 유인선 측정점의 좌표이동 결과	36
<그림 3-6> NGIS 미산저수지 경계와 무인측정보트의 측량 결과	37
<그림 3-7> 무인선 측정결과 바닥 등고선	37

<그림 3-8> 측정수심 등고선도	38
<그림 3-9> 수심별 측정위치	38
<그림 3-10> 농업용저수지 수질측정 지점	39
<그림 3-11> 단일 중심지 경계에서 내부로 누적 그리드 맵 생성	40
<그림 3-12> 다수 중심지 저수지의 다수 중심점 도출	40
<그림 3-13> 수질측정센서	41
<그림 3-14> 센서 하우스징 설계도	43
<그림 3-15> 센서 하우스징 제작	43
<그림 3-16> 센서 하우스징 및 수질측정센서	43
<그림 3-17> 하우스징 및 센서 장착 사진	43
<그림 3-18> 자동원치 시스템 구성 도면	44
<그림 3-19> 자동원치 시스템 제작	45
<그림 3-20> 자동원치 시스템 구동부 모터 사양	46
<그림 3-21> 케이블 단면도	46
<그림 3-22> 통신/채수용 케이블 제작	46
<그림 3-23> 통신 케이블 연결 잭	47
<그림 3-24> 케이블 연결	47
<그림 3-25> 통신 케이블, 호스 하우스징	47
<그림 3-26> 센서 연결	47
<그림 3-27> 자동채수장치	48
<그림 3-28> 자동채수기 밸브부 내·외부	49
<그림 3-29> 자동채수기 챔버부	50

<그림 3-30> 자동채수기 제어용 메인보드	51
<그림 3-31> 자율운항 탐사선	52
<그림 3-32> 자율운항 탐사선 제어 프로그램	53
<그림 3-33> 기존 개발된 자율항법 선박	56
<그림 3-34> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (1차년도)	56
<그림 3-35> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (개선)	57
<그림 3-36> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (최종)	57
<그림 3-37> 운항 경로 설정 화면	60
<그림 3-38> 운항 모듈 개선 전(좌측), 개선 후(우측)	60
<그림 3-39> 채수 시 정박 알고리즘 적용	61
<그림 3-40> 시스템 연계 운영 구성도	61
<그림 3-41> 다항목 수질센서 측정자료 모니터링 화면	62
<그림 3-42> 센서 측정 자료	64
<그림 3-43> 호심 탐색 화면	65
<그림 3-44> 채수지점 의사결정 지원 기능	66
<그림 6-1> 저수지 샘플링 지점 선정 원리	79
<그림 6-2> 호소 다채수 지점 구획 선정 예	80
<그림 6-3> 복합 채수지점 선정 예 (수질, 생태계, 서식처 등)	81
<그림 6-4> 모니터링 지점 선정 원리 예	83
<그림 6-5> Isokinetic depth-integrating samplers	85
<그림 6-6> Nonisokinetic open-mouth samplers	86
<그림 6-7> Nonisokinetic thief samplers	87

농업용저수지 자율항법 무인자동 수질측정기술 개발

제1장 연구개발과제의 개요



제1절 연구개발 배경 및 필요성

제2절 연구개발 범위 및 내용

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발 배경 및 필요성

국내 농업저수지는 전체 농업용수의 약 60%에 달하는 많은 양의 청정 용수 공급을 담당하고 있으며 전국에 17,621개소가 축조되어 농촌지역의 수자원관리 주요시설로서의 이수 및 치수 기능을 담당하고 있다.

2009년 12월 현재, 농림수산식품부 한국농어촌공사의 농업기반공사시설관리시스템에 등록·관리되고 있는 저수지는 3,336개소이며 1종시설 841개소, 2종시설 2,495개소로 국가 주요기반시설로 관리되고 있으며 그 이외 중·소규모 저수지는 지자체 시·군에 의해 관리되고 있다.

우리나라의 수질측정은 환경정책기본법과 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률에 의해 하천 및 호소 등 수질보전대상 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 조사하여 수질변화 추세를 파악하고 주요정책 사업의 효과를 분석하여 장래 수질보전정책 수립을 위한 기초자료를 확보하기 위한 목적으로 수질측정망 운영을 통하여 실시되고 있다.

농업용수 수질측정망 조사시설은 저수지 800개소이며, 농업용 호소로서 환경부 조사·시행 호소수질측정망시설 26개소(저수지 16개소, 담수호 10개소)를 포함한 826개소를 대상으로 농업용수 수질을 분석·평가하고 있다. 지역별 분포 현황은 광주·전남이 174개소로 가장 많고, 강원이 53개소로 가장 적은 분포를 보이고 있다.

수질측정망 시설의 권역·수계별 분포현황을 5권역과 22개 수계로 분류하면 <표 1-1>과 같으며 낙동강권역이 244개소(29.5%)로 수질측정망 826개소 중 가장 많고, 금강권역 192개소(23.3%), 한강권역 174개소(21.1%), 섬진강권역 111개소(13.4%), 영산강권역 105개소(12.7%)의 수질측정망이 운영되고 있다.

저수지 수질관리에 있어서 저수지 수질측정 지점들의 정확한 수질측정과 시료채취를 통한 실내분석은 과학적이고 효율적인 수질관리에 중요하며 최근, 자주 발생하는 수질 악화에 대비하고 청정 농업수자원 확보를 위해 기본적인 사항이라고 할 수 있다.

<표 1-1> 농업용수 수질측정망 현황

(단위 : 개소)

구 분	계	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
계	826 (870)	3 (3)	7 (7)	13 (13)	1 (1)	2 (2)	7 (7)	58 (69)	53 (53)	73 (74)	107 (119)	98 (103)	173 (184)	144 (147)	87 (88)
농업용수 수질측정망	800 (805)	3 (3)	7 (7)	13 (13)	1 (1)	2 (2)	7 (7)	52 (52)	53 (53)	73 (74)	101 (102)	94 (94)	165 (165)	143 (145)	86 (87)
호 소 수질측정망	26 (65)	-	-	-	-	-	-	6 (17)	-	-	6 (17)	4 (9)	8 (19)	1 (2)	1 (1)

※ ()는 조사지점수임

농업용수의 주공급원인 농업용저수지의 수질측정을 위하여 현재는 측정기술자가 고무보트 등 선박에 승선하여 측정지점으로 이동한 후 경험적인 방법으로 측정지점을 선정하고 수상선박에서 수심측정, 종합수질측정기 측정과 수심별 시료채취 작업을 실시하고 있다.

그러나, 이러한 현행방식의 경우 여러 작업 장비를 각각 준비, 설정하고 선박(주로 고무보트)에서 인력작업함으로써 선박전복 등의 안전사고 위험이 크며 비용이 크게 소요되고 작업 효율과 정확성이 저하되는 어려움이 있는 실정이다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 측정 비용을 절감하고 유지관리가 용이하며 기개발된 자율항법 무선탐사선(2007년도 농림기술개발사업 과제로 수행, 완료)과 융합한 농업용저수지 무인자동 수질측정 기술의 개발이 절실하다.

이를 위해서 저수지의 수질 측정을 위한 농업용저수지 자율항법 수질측정 선박체 및 제어기술 개발, 무인자동 수질측정 및 시료채취 장치 개발, 농업용저수지 자동 수질측정 기술지침서 작성이 필요하며 이를 실현하는 방법으로 전체 시스템의 안정적인 통합을 고려하여 개별 모듈을 개발하고 적정 운항·제어 시스템으로 결합함으로써 시스템의 안정성을 제고하여 효율적인 농업용저수지의 무인자동 수질측정 및 채수기술을 개발·제공하고자 한다. 본 기술개발을 통하여 우리나라 농업용저수지 수질관리의 기초자료 확보와 체계적인 수자원관리를 실현할 수 있으며 또한 수질측정에 소요되는 인원과 시간의 획기적인 절감을 도모하고자 한다.

제2절 연구개발 범위 및 내용

1. 기술개발의 주요내용

(1) 농업용저수지 자율항법 수질측정 보트 개선 및 제어기술 개발

- 자동 수질측정 및 시료채취용 자율항법 보트 개선 개발
- 자율항법 수질측정을 위한 운항 및 제어기술 개발

(2) 무인자동 수질측정 및 시료채취 장치 개발

- 농업용저수지 자동 수질측정 기술 개발
- 농업용저수지 무인 채수장치 개발

(3) 현장시험 및 실용화 방안

- 시제품제작 및 시스템의 현장시험
- 농업용저수지 자동 수질측정 및 무인채수 기술지침서 작성

제2장 국내외 기술개발 현황



제1절 국내 기술개발 현황

제2절 해외 기술개발 현황

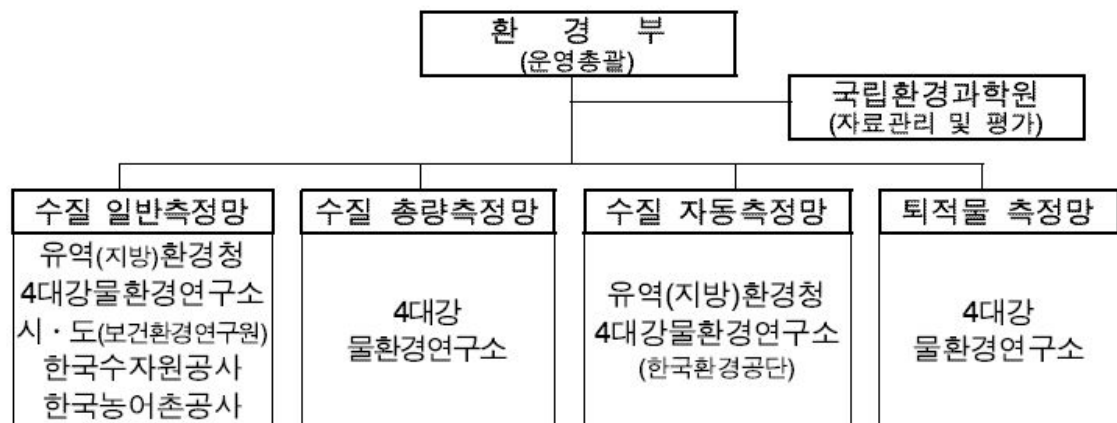
제2장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 기술개발 현황

2.1.1 환경부 수질측정망 운영계획(환경부, 2012)

「환경정책기본법」 과 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」을 법적인 근거로 환경부에서는 수질 및 하천, 호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계의 실태를 파악을 목적으로 수질측정망을 설치하고, 운영 및 관리하고 있다. 이렇게 모니터링 자료를 바탕으로 수질오염 총량관리를 위한 총량 측정망으로 활용하여 수질 현황 및 총량제 이행 평가에 활용하고 있다.

조사 기관으로는 환경부(국립환경과학원, 유역환경청, 물환경연구소) 및 시도(보건환경연구원)과 기타 한국수자원공사법에 따라 댐의 수질을 관리하는 한국수자원공사, 친환경농업육성법에 따라 농업용수 수질을 조사하는 한국농어촌공사가 조사기관에 포함된다. 운영체계는 다음의 <그림 2-1>과 같으며, 환경부가 운영총괄을 맡고, 수질 일반측정은 유역환경청, 물환경연구소, 시도, 수자원공사 및 농어촌공사에서 분야별로 담당한다. 수질 총량 측정망은 4대강 물환경연구소가 수질 자동측정망은 유역환경청 및 환경공단에서, 퇴적물 측정망은 물환경연구소에서 담당한다.



※ 한국환경공단은 「한국환경공단법」 제17조제1항에 따른 환경측정망 설치·운영 기관으로서 수질자동측정망에 대한 설치·관리 업무를 대행

<그림 2-1> 수질 측정망 운영 체계 (환경부, 2012)

기관별 조사지점을 살펴보면 다음의 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> 기관별 지역별 조사지점 현황 (단위: 개소) (환경부, 2012)

구분	계	일반측정망						총량 측정망 (일반병행)	자동 측정망	퇴적물 측정망	
		소계	하천	호소	농업 용수	도시 관류	공단 배수			하천	호소
계	2,158	1,687	573	189	805	50	70	267 (104)	60	144	-
환경 청	소계	436	376	291	81	-	4	-	60	-	-
	한강유역	66	55	46	7	-	2	-	11	-	-
	낙동강유역	42	36	34	2	-	-	-	6	-	-
	금강유역	69	58	38	20	-	-	-	11	-	-
	영산강유역	63	56	37	19	-	-	-	7	-	-
	원주지방	94	86	62	24	-	-	-	15	-	-
	대구지방	66	51	49	2	-	-	-	8	-	-
전주지방	36	34	25	7	-	2	-	2	-	-	
4 대 강 물 환 경 연 구 소	소계	461	50	43	7	-	-	267 (104)		144	-
	한강	107	16	11	5	-	-	62 (48)		29	-
	낙동강	162	17	17	-	-	-	93 (26)		52	-
	금강	93	9	8	1	-	-	56 (17)		28	-
	영산강	99	8	7	1	-	-	56 (13)		35	-
시 · 도	소계	348	348	209	23	-	46	70	-	-	-
	서울	24	24	21	-	-	-	3	-	-	-
	부산	26	26	5	-	-	19	2	-	-	-
	대구	13	13	-	2	-	7	4	-	-	-
	대전	20	20	14	-	-	3	3	-	-	-
	인천	9	9	1	-	-	4	4	-	-	-
	광주	6	6	1	2	-	-	3	-	-	-
	울산	28	28	16	-	-	4	8	-	-	-
	경기	68	68	39	18	-	-	11	-	-	-
	강원	19	19	16	-	-	-	3	-	-	-
	충북	32	32	27	-	-	-	5	-	-	-
	충남	27	27	25	-	-	-	2	-	-	-
	전북	21	21	12	-	-	4	5	-	-	-
	전남	15	15	9	-	-	-	6	-	-	-
	경북	11	11	4	-	-	1	6	-	-	-
경남	29	29	19	1	-	4	5	-	-	-	
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
한국수자원공사	108	108	30	78	-	-	-	-	-	-	
한국농어촌공사	805	805	-	-	805	-	-	-	-	-	

조사항목, 횡수, 주기는 다음의 <표 2-2>와 같고, 농업용 저수지를 대상으로하는 농업용수의 조사항목으로는 총질소, 총인, TOC, COD, SS 등 16개 항목이 있고, 조사 횡수 및 주기는 2, 5, 8, 10월로 연 4회 실시하고 있다.

<표 2-2> 수질 측정 항목, 횟수, 주기 (환경부, 2012)

구분	조사항목	일반 지점	총량 지점	중권역 대표	주요 지점	보 지 점	예 보 지 원	
하천수	페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수	12회/년 (매월)	-	12회/년 (매월)	48회/년 (매월4회)		*	
	TOC						*	
	pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, 총인, 수은, 전기전도도		36회 이상/년 (평균8일)				36회 이상/년 (평균8일)	
	NH ₃ -N, NO ₃ -N, DTN, DTP, PO ₄ -P, 클로로필a		-				*	
	유량	-	36회 이상/년 (평균8일)	-	-	-		
	Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, ABS	4회/년 (3,6,9,12월)	-	4회/년 (3,6,9,12월)	12회/년 (매월)		-	
	TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	-	-	2회/년 (3,9월)		-	-	
	PCB, 유기인	-	-	1회/년(7월)		-	-	
	디에틸헥실프탈레이트 (DEHP)	-	-	1회/년 (10월)	-	-	-	
	안티몬	-	-	1회/년(9월)	-	-	-	
	호소수	TOC, 페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수, 투명도	12회/년 (매월)	-	12회/년 (매월)		-	12회/년 (매월)
		pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, DTN, NH ₃ -N, NO ₃ -N, 총인, DTP, PO ₄ -P, 수은, 전기전도도, 클로로필a		-			-	36회 이상/년 (평균8일)
		Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, ABS	4회/년 (3,6,9,12월)	-	4회/년 (3,6,9,12월)		-	4회/년 (3,6,9,12월)
		TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	-	-	-	2회/년 (3,9월)	-	-
PCB, 유기인		-	-	-	1회/년 (7월)	-	-	
농업용수	pH, DO, BOD, COD, TOC, SS, 총질소, 총인, 수은, Cu, Pb, Cd, As, Hg, Cl, 전기전도도	4회/년 (2,5,8,10월)	-	-	-	-	-	
도시관류	'하천수'와 같음							
공단배수	pH, DO, BOD, COD, SS, 수은, 전기전도도	24회/년 (매월 2회)	-	-	-	-	-	
	Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, Cu, Zn, Cr, F, ABS, 색도, 총질소, 총인, 페놀, N-핵산, 용해성Mn, 용해성Fe, 총대장균군수	12회/년 (매월)	-	-	-	-	-	
	유기인, PCB, TCE, PCE, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름	1회/년 (11월)	-	-	-	-	-	

시료의 채취 방법에 대한 기술로, 환경부 수질측정망 운영계획에는 최저수심이 5m 이하인 지점에서는 상층수만 채수하고, 최저수심이 5m를 넘는 지점은 3가지 이상의 위치를 선정하여 채수하도록 규정하고 있다. 상층수는 수표면으로부터 아래로 5m 사이, 중층수는 전체 수심의 1/2에 해당하는 수심, 저층수는 호소바닥으로부터 5m 사이로 하고 표층에 육안으로 현저한 수준의 조류가 분포할 경우에는 평균적 수질자료를 얻을 수 있도록 채수지점을 증가시켜 운영하도록 하고 있다(환경부, 2012). 총량관리 대상 측정항목의 경우 2개 이상의 반복 시료로 분석하고 이들의 산술평균을 해당지점의 대표 값으로 결정하도록 하고 있다. 농업용수 수질 측정망의 대상 저수지 목록은 부록 I에 첨부하였다.

2.1.2 농업용수 수질관리 매뉴얼 (한국농어촌공사, 2010)

농업용수 수질조사의 법적근거로는 환경부법에 추가하여 농어촌정비법, 친환경농업육성법에서 농어촌용수의 수질개선 대책, 농업자원 및 농업환경의 실태조사를 규정하고 있다. 수질 조사의 목적은 저수지, 담수호, 양수장, 양·배수장을 포함하는 농업용수원에 대한 정기적인 수질조사로 오염추이를 분석하여 농업용수 수질관리 및 정책수립을 위한 기초자료를 확보하는데 목적이 있다.

현재 농업용수 수질조사 체계를 보면 다음 <표 2-3>과 같이 크게 3가지로 구분할 수 있다. 농업용수 수질측정망, 수질실태 일제조사, 공사관리 저수지 수질전수조사가 이것이다. 각호에 대한 수질조사 대상저수지 개소수는 각각 800개, 17천여개, 3천여개로 수질측정망 및 공사관리 저수지는 년 4회 조사하는 것으로 되어 있고 수질실태 일제조사는 격년단위로 조사한다. 농업용수 수질실태 일제조사의 경우 1단계로 COD kit을 이용하여 간이조사를 실시하고, 2단계로 유효저수량 150천m³, 수혜면적 20ha이상, 양수장 순관개면적 상위 400개소 대상 총 1천여개소를 선정하여 수질분석 시험을 수행하는 2단계 방법을 적용하고 있다.

조사 시기는 매년 일정시기로 하되, 강우중이거나 강우직후를 피하여 가능한 한 수질이 안정되고 대표적인 상태를 보이는 시기를 선정한다. 또한 강풍이나 강풍직후 퇴적층 교란이 예상되는 경우 조사를 피하고, 강우기에는 가능한한 강우에 영향이 덜한 시기를 선정하여 조사를 실시하여 특정월이나 요일에 집중하지 않도록 한다. 플랑크톤의 일반적 변화 등을 고려하여 비교적 안정된 오전 중 또는 가급적 이른 아침에 조사하는 것이 바람직하고, 하루 중의 기상변화의 영향이 있을 수 있으므로 조사지와 조사기간을 기록하여야 한다.

<표 2-3> 농업용수 수질조사 체계 (농어촌공사, 2010)

구분	농업용수 수질측정망조사	농업용수 수질실태 일제조사	공사관리 저수지 수질전수조사
조사대상	전국 800개 농업용저수지 (주요저수지, 담수호)	전국 17천여개 저수지	공사관리 저수지 3천여개
조사빈도	매년 4회	격년	매년 4회
조사기관	한국농어촌공사	한국농어촌공사	지사
조사내용	수질조사 : COD 등 16개 항목 오염원 및 환경조사 : 오염원 분포, 환경기초시설 현황 등	1단계 : COD kit 이용 간이수질측정 2단계 : 1,000여개소 대상 (저수지 유효저수량 및 양수장 규모 기준)	pH, COD, SS, TN, TP (5개 항목)

호소 내의 관측장소의 수는 호수의 크기와 특성 및 조사목적과 조사인원에 따라 결정해야 한다. 호수가 클수록 조사 지점 수를 늘려야 하며, 몇 개 호수의 수질을 비교하고자 할 경우에는 각각 호수의 중앙부근 혹은 가장 깊은 지점을 대표 지점으로 하는 것이 바람직하다. 현재, 농업용수 수질측정망조사에서는 유효저수량 2천만 m³이상이고, 수혜면적 1,500ha 이상의 저수지에 대하여 호소 수질을 대표할 수 있는 2지점을 선정하여 조사를 실시하고 있다. 한 장소를 선택할 때는 가장 수심이 깊은 곳(최심점)에서 실시하나 최심점이 호수의 한쪽방향으로 치우쳐져 있을 경우는 호수의 중앙에서 조사할 수도 있다. 조사지점 선정에 있어서 다음과 같은 지점은 우선적으로 고려하여야 한다 : 호소 중앙, 호소로 물이 유입·유출되는 지점, 호소의 물을 취수하는 지점, 폐수나 하수의 유입으로 항상 오염이 심한 지점, 호소 내에서 지하수가 용천되는 지점, 목적외 이용 등으로 호소내 물이 이용되는 지점 등이다. 이와 같은 과정을 거쳐 대략적인 시료채취 위치가 선정되었다 하더라도 정확한 지점 결정에 영향을 미치는 요소인 대표성, 접근 가능성, 안정성을 고려하여 위치를 결정해야 한다. 즉 그 지역의 수질을 대표할 수 있는 곳에서, 채취 장비와 측정장비를 운반 가능하고, 기상이 좋지 않은 경우도 안정한 위치를 선정하도록 유의해야 한다. 조사 수심은 환경부 수질측정망 호소 기준을 따르고 있다.

수질측정망 대상 저수지는 전국의 모든 농업용 수리시설 중에서 수혜면적과 지역적 균형을 고려하여, 저수지를 중심으로 일정규모 이상의 농업요수원을 대상으로 선정된다. 주요 고려사항으로 수질변화상태 및 오염추이 파악에 대한 적합성, 농업용수 수질보전 및 개선을 위한 조사의 필요성, 수질오염에 대한 우려, 유효저수량

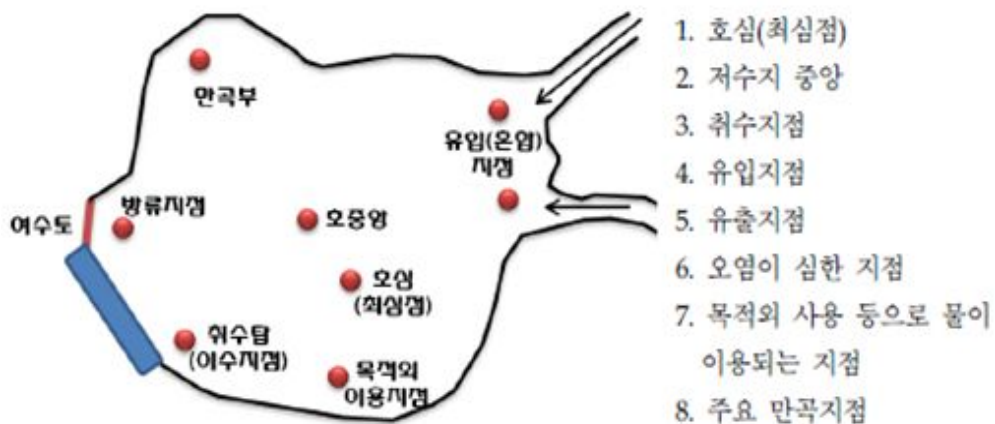
20만톤 이상, 수혜면적 30ha이상인 농업용수원을 기준으로 고려하고 있다.

현재 한국농어촌공사 관리 수질측정망 저수지는 유효저수량 2천만톤이상, 수혜면적 1,500ha이상인 저수지는 2지점에서 수질조사하고, 농어촌공사 관리하의 유효저수량인 50만톤 이상, 수혜면적 30ha이상 시설중 수질변화 추이가 요구되는 시설이나 시군관리 20만톤 이상, 수혜면적 30ha이상 중 수질 변화추이가 요구되는 시설은 1지점에서 조사하는 것으로 규정되어 있다. 일단 수질측정 조사 대상 저수지가 상기의 기준에 부합하게 결정이 되면, 조사시기와 조사지점에 대한 고려가 필요하다.

우선 조사 시기에 대한 농어촌공사 수질조사 매뉴얼 상의 기준은 다음과 같다. 매년 일정시기에 조사시기를 결정하되, 강우중이거나 강우직하는 가급적 피하여 가능한 수질이 안정되고 대표적인 상태라고 판단되는 때에 조사한다. 강풍이나 강풍 직후 조사는 피하고, 특히 바람에 의해 퇴적층이 교란될 정도로 수심이 얕은 호소에서는 가능한 바람이 없는 시기에 조사하는 것으로 지침을 정하고 있다.

조사지점 선정에 있어서 대표성은 가장 중요한 고려 인자 중의 하나이다. 조사지점은 저수지의 수질을 대표할 수 있는 지점, 즉 저수지의 평균적인 수질을 나타내는 지점을 선정하여 조사하거나 여러 개의 주요 지점을 선정하여 조사한 후 그 결과를 종합적으로 판단하는 것이 중요하다. 저수지 면적이 넓은 경우 여러 주요지점을 조사하고, 좁은 경우 대표지점을 선정하여 조사하는 것이 필요하다.

주요 조사 지점으로는 선박 등 조사 장비에 의한 접근이 가능하고 용이한 지점을 대상으로 해야 한다. 선박을 이용하는 경우 저수지 수질을 대표할 수 있는 최심점에서 실시하거나 최심점이 치우친 경우 저수지 중앙을 선정하여 조사할 수 있다. 선박이용이 어려운 경우 다음의 사항을 조사지점 선정 후보로 고려하는 것이 필요하다. <그림 2-2>에서 보는바와 같이 저수지 중앙, 취수지점, 유입지점, 방류지점, 오염우려지점, 만곡부, 용수의 이용지점 등을 우선적으로 선정에 고려하는 것이 요구된다.



<그림 2-2> 저수지 주요 조사 지점 (한국농어촌공사, 2010)

주요 조사 지점으로는 선박 등 조사 장비에 의한 접근이 가능하고 용이한 지점을 대상으로 해야 한다. 선박을 이용하는 경우 저수지 수질을 대표할 수 있는 최심점에서 실시하거나 최심점이 치우친 경우 저수지 중앙을 선정하여 조사할 수 있다.

이와 같은 과정을 거쳐 대략적인 시료채취 위치가 선정되었다 하더라도 정확한 지점 결정에 영향을 미치는 요소가 있으므로 다음과 같은 사항에 대한 원칙적인 고려도 필요하다. 여기에는 대표성, 접근가능성, 안전성에 대한 고려가 있다. 먼저 대표성은 시료가 그 지역의 수질을 대표할 수 있는 곳에서 채취하여야 한다. 즉, 시료의 측정 및 분석결과가 시료채취 장소와 채취 시간에 존재하였던 수체의 값과 같아야 한다. 호소에서는 수평혼합은 비교적 잘 일어나지만 수직혼합은 잘 일어나지 않으며 특히 성층이 형성된 시기는 수직혼합이 제한되므로 지점의 선정에 주의하여야 한다. 둘째, 접근 가능성이다. 시료 채취자는 상당한 무게의 채취 장비와 측정장비를 운반하므로 접근가능성이 용이하여야 한다. 셋째, 안정성으로 호소에서는 기상상태가 좋지 않은 경우는 선박의 운행에도 어려움이 있으므로 주의하여야 한다.

이를 충분히 고려하여 시료채취에 가용한 시설물을 최대한 활용하는 것 하나의 좋은 방안이다. 이러한 시설에는 교량, 취수탑, 선박 등이 있을 것이다. 교량은 큰 호소의 중심부는 교량이 없지만 호소 만입부를 조사지점으로 선정한 경우는 교량을 이용할 수도 있다. 이런 교량은 안전하며 가장 신속하고 또한 가장 경제적으로 시료를 채취할 수 있는 지점이 된다. 아울러 시료채취를 위한 수평, 수직 위치를 통제할 수 있으며 모든 기후에서도 시료채취가 가능하다. 취수탑 등 기타 시설은 호소의 물을 취수하는 지점으로 교량과 같이 가장 신속하고 또한 가장 경제적으로 시료를 채취할 수 있는 지점이 된다. 아울러 시료채취를 위한 수평, 수직 위치를 통제할 수 있으며 모든 기후에서도 시료채취가 가능하다. 선박을 이용하는 경우는 주요 호소에서 시료채취의 경우이다. 선박은 이동에 융통성이 있어 어느 지점에나 접근이 가능하다. 하지만 호소가 큰 경우는 위치식별이 어려운 단점이 있다. 이런 경우는 지상의 지형지물을 이용하기도 하지만 근래에는 GPS를 이용하기도 하는데 GPS를 이용하는 경우는 시료 채취자가 바뀌거나 수질조사 주기가 길어도 동일한 지점에서 채취할 수 있다는 장점이 있다. 단, 수심이 얇은 경우는 선박의 운행으로 바닥 퇴적물의 교란이 일어날 수 있으며 기상조건이 좋지 않은 경우는 선박의 운행이 불가능하다는 단점이 있다.

제2절 해외 기술개발 현황

미국의 수질 및 생태 모니터링은 미국 환경청 주도하에 환경청과 지질국을 중심으로 전역의 강, 하천, 호소, 지하수, 습지, 연안 등에 대한 조사를 수행하고 있다. 미국 환경청은 연구개발국에서 환경조사평가 프로그램(Environmental Monitoring and Assessment Program, EMAP)을 통해서, 미 지질조사국의 경우 북미수질평가(North American Water Quality Assessment, NAWQA) 프로그램을 각각 운영하고 있다. 미국 환경청은 그 대상 수역으로 지표수인 강, 하천, 호소, 습지, 연안 등 대부분을 포괄하지만, 미 지질조사국은 주로 강과 하천, 지하수를 주요 대상으로 모니터링을 수행하고 있다(USEPA, 1998). 수체에 대한 모니터링 전략에 있어서도 두 기관이 조금 차이가 있다. 미국 환경청의 경우 포괄적인 범위를 격자로 나누고 무작위로 격자를 추출하여 모니터링 대상 수체를 결정하고 조사하는 방법을 채택하여 수체의 공간적인 특성 파악에 유리하다. 반면, 지질조사국의 경우 강이나 하천의 전국 측정망을 구성하고 일정 시간 간격으로 반복하여 측정함으로써 시간적인 변화에 중점을 두고 모니터링을 실시한다.

2.2.1 미국 환경청 (USEPA, 1998)

지표 및 지하수 수질 모니터링은 미국 환경청 주관하에 각 주별로 모니터링 프로그램을 운영하고 있는데, 수질조사, 오염총량관리, 부하량 산정, 모델 검정, 수질제어방법의 효과 평가 등을 주요 목적으로 한다. 수질 모니터링의 경우 주정부 또는 주요 강 유역위원회가 주요 수자원에 대한 수질 모니터링 프로그램을 개발하고 미국 환경청에 격년단위로 보고하게 되어 있다. 미국 환경청이 이들 자료를 종합하여 국가수질인벤토리 보고서를 격년단위로 작성하여 미의회에 보고하도록 규정하고 있다.

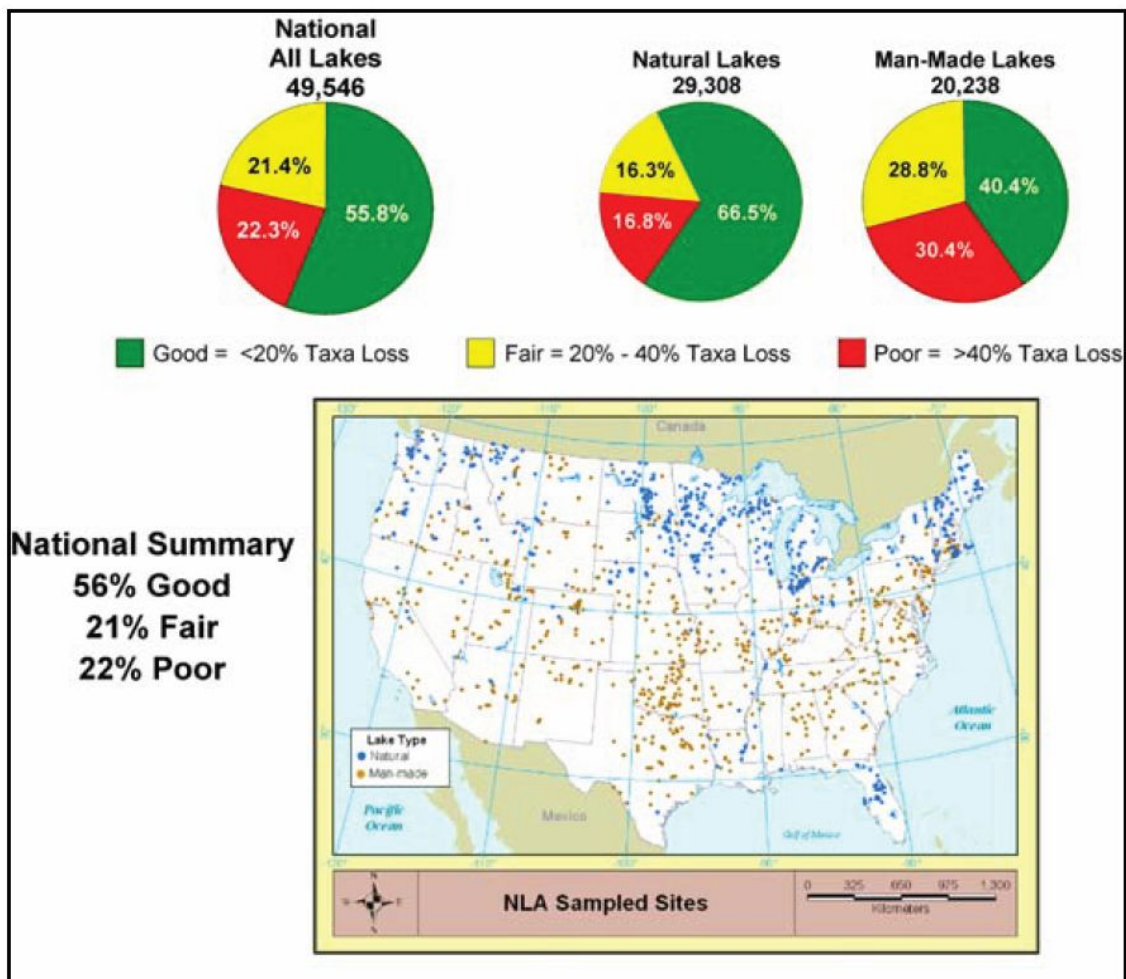
미국 환경청은 국가수자원조사(National Aquatic Resource Surveys, NARS) 프로그램을 통하여 강, 하천, 호소, 저수지, 늪지 등 모든 수체를 대상으로 수질 및 생태 모니터링을 수행하고 있다. NARS 프로그램은 조사대상 수체에 따라, 강과 하천 대상의 국가강하천평가(National River and Streams Assessment, NRSA), 호수/못/저수지 대상의 국가호수평가(National Lakes Assessment, NLA), 해안 대상의 국각연안조건평가(National Coastal Condition Assessment, NCCA), 그리고 습지를 대상으로 USFWS(US Fish and Wildlife Service)와 공동으로 국가습지조건평가(National Wetland Condition Assessment, NWCA) 등의 하부 프로그램을 운영하고 있다.

이중 저수지 프로그램인 NLA는 2007년에 50,000개의 호소를 대표할 수 있는 1,028개 호수를 대상으로 영양상태, 생태 등에 대해 조사한 바 있고, 대략 20%정도가 부영양 상태에 있는 것으로 보고하였다. 총 680,000개 이상의 화학 및 생물학적 지표에 대한 조사가 이루어졌다. 이는 미국 최초로 호수나 저수지에 대한 기초 조

사로 이루어진 것으로 EPA와 주정부 등에 의한 국가수자원에 대한 일련의 조사 중 가장 광범위하고 최신의 것이다. 대상 저수지로는 면적인 10 에이커 이상이고 수심이 1미터 이상인 인공 호수, 연못, 저수지를 포함한다. 48개주를 통틀어 호소의 상태를 대표할 수 있는 저수지를 대상으로 무작위 추출하여 조사를 실시하였다.

그림 3에서 보는 바와 같이 전체 호수에서 56%가 생물학적으로 건강한 것으로 나타났다, 21%가 보통, 22%가 열악한 것으로 조사되었다. 평가는 식물성 및 동물성 플랑크톤 지표에 의해 이루어졌다.

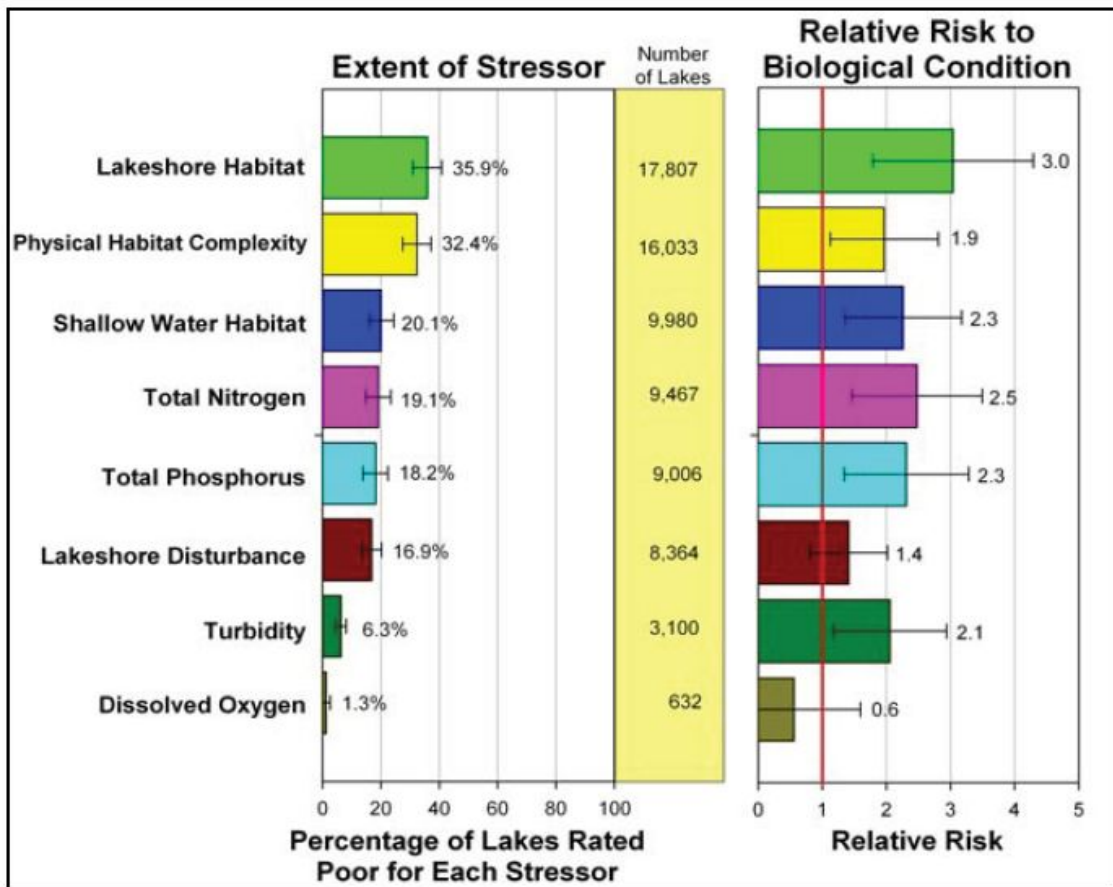
이러한 결과를 외부 요인 조사결과와 비교하여 분석하면 <그림 2-4>와 같다. 주요 요인 중 호소 연안의 서식지 조건을 보면 36%가 나쁜 것으로 조사되었고, 연안 서식지가 나쁜 저수지의 경우 전체적인 호소의 생태적 건강성은 양호한 서식지를 가진 호소에 비해 3배가량 나쁜 것으로 보고되어 연안 서식지가 호소의 생태적 건강성에 매우 중요한 인자도 조사되었다. 질소와 인 등의 영양물질 과잉인 호소는 전체 호소의 약 20%로 조사되었고, 과영양 호소의 경우 생태적 건강성이 그렇지 않은 경우보다 나쁠 확률일 2.5배 되는 것으로 조사되었다. 주요 영향인자를 그 중요도 측면에서 나열하면, 연안 서식지가 가장 중요하고, 다음으로 서식처의 물리적 복잡성, 천수 서식처, 총질소, 총인, 연안교란, 탁도, 용존 산소 순으로 나타났다.



<그림 2-3> 미국 호수의 생태적 건강 상태 (US EPA, NLA 2007 Factsheet)

미국의 저수지의 경우 대부분 수영, 보팅, 기타 다양한 수상 레크레이션용으로 광범위하게 이용되는 것으로 나타났다. 하지만, 일부 조류 독성물질이나 병원성 미생물에 의한 보건 건강성 문제가 잠재하는 것으로 보고된다. 이 조사 결과를 보면 인간, 반려동물, 야생동물에 독성을 보이는 물질이 전체 1/3의 저수지에 존재하고 약 1% 호소에 있어서 그 정도가 우려되는 것으로 조사되었다.

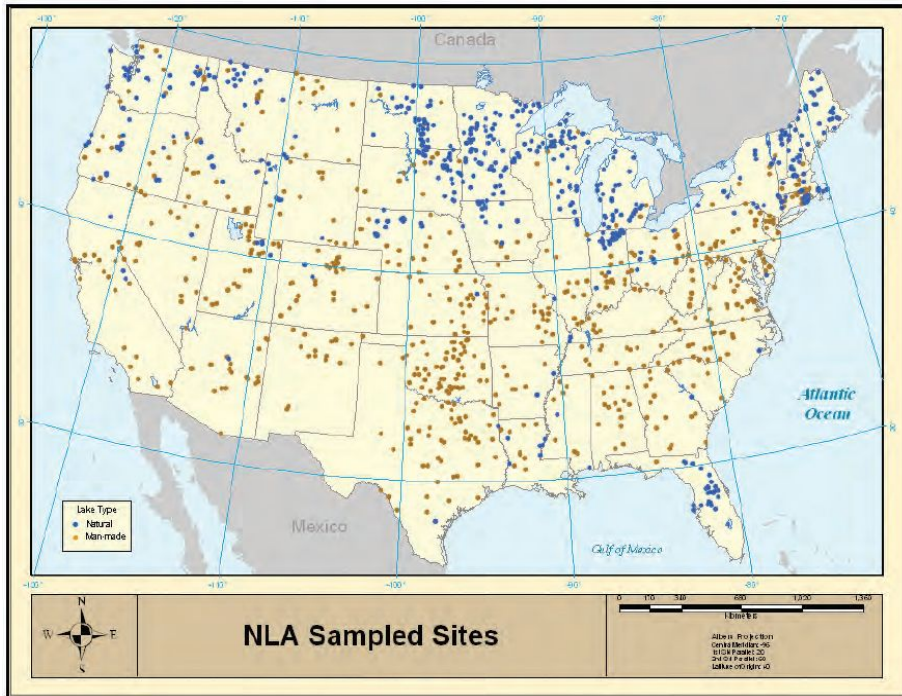
전체적으로 약 35년 전에 하수처리시설 및 기타 오염물질 제어 활동이 여전히 유효한 것으로 나타났다. 1970년대 샘플된 800개 호수 중 75%의 인 농도가 변화가 없거나 향상된 것으로 조사되었다. 따라서 안정적인 영양상태에 따른 생물학적 산생선 또한 자연조건에서는 변화가 매우 느리다.



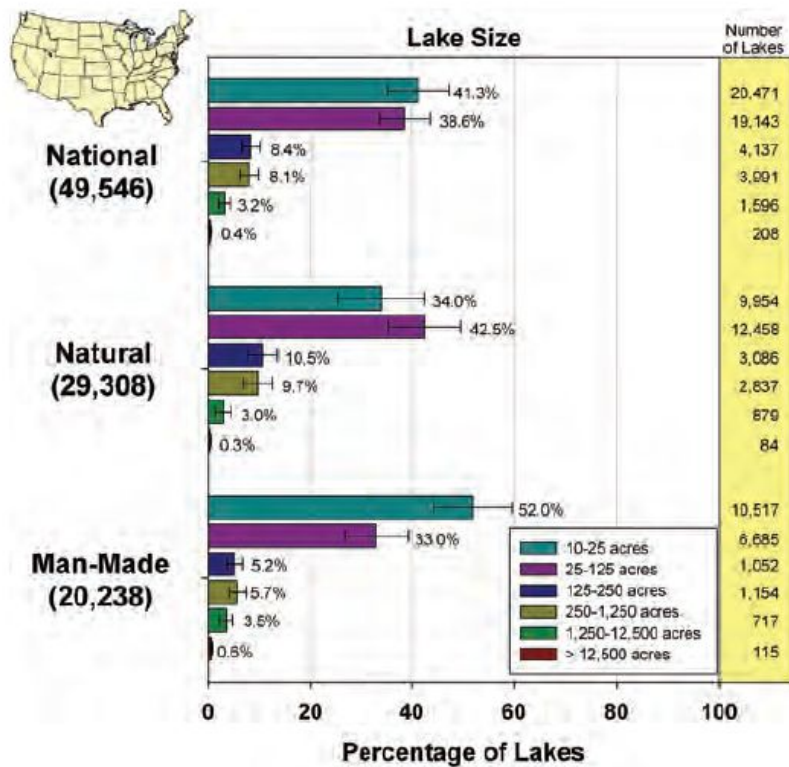
<그림 2-4> 미국 호수의 수질 및 생태 상태 (US EPA, NLA 2007 Factsheet)

2011년에 2차 조사를 위해 조사 설계 및 조사 지표를 검토하였고, 2012년에 여름 기간에 2차 조사를 실시할 계획이다. 2차 조사는 48개 주를 통틀어 904개 호소 등을 대상으로 하는데, 최소 깊이 1m 이상, 면적은 1ha 인 호소를 대상으로 하고 있다. 조사대상 호소의 분포는 <그림 2-5>와 같다. 주요 조사 대상으로는 수온, 용존 산소, 영양물질, 클로로필-a, 투명도, 탁도, 색도 등의 수질, 연안 서식처 상태, 동·식

물성 플랑크톤, 수체 무척추동물, 독성물질, 대장균, 농약 성분 등을 포함한다. 본 연구 조사의 결과는 자료의 분석을 통해 2014년에 보고서로 출판되어 일반에 공개 될 예정이다.



(a) 공간적 분포



(b) 공간적 분포

<그림 2-5> 미국 환경청 조사 대상 호수 분포 (US EPA, 2009)

미국 전역에 호수 중에서 자연호수는 규모에 있어서 다양하나 인공호수는 대부분 상대적으로 규모가 작은 것이 특징이다. 인공호수의 52%가량의 4-10ha 규모인 반면 자연호수는 이 규모가 차지하는 비율이 34% 정도이다.

조사 대상 지료에 대해서는 과학자 및 호수 관리자들의 협력하에 결정되었으며, 주요 지표는 생물학적, 레크레이션, 화학, 물리 지표로 구분된다. 먼저 생물학적 지표에는 저층 조류, 식물성 플랑크톤, 동물성 플랑크톤, 저생 대형 무척추동물, 조류 밀도, 외래종 등의 지표가 포함된다. 레크레이션 측면에서는 병원균, 독성 조류, Cyanobacteria, 조류 밀도가 조사되었다. 화학적 지표에는 영양물질(인, 질소), 용존 산소, 온도, pH, 탁도, 산중성능, 염도, 유사 수은 농도 등이 조사되었고, 물리적 지표에는 연안 서식처 식생 및 구조, 천수 서식처 식생 및 구조, 연안지구의 인간에 의한 교란 정도 등이 조사지표로 선정되었다.

현장 조사 방법으로는 각 조사 대상 호수에 대해, 호수의 가장 깊은 지점을 시료 채취 지점으로 선정하였고, 호수의 주변부를 통해 10개 지점을 추가로 선정하여 시료를 수집하였다. 가장 깊은 지점은 수심에 따른 온도 분포를 측정하고, 또한 pH, 용존산소 등을 측정하였다. Secchi 판을 이용하여 물의 투명도를 조사하였다.

호수 평가 프로그램을 통한 평가 대상 저수지 선정 절차에 대해 간략하게 살펴보면 다음과 같다. 먼저 잠재적인 평가대상이 되는 모든 호수에 대한 목록을 작성하고 오대호를 제외한 미국에 있는 10에이커(약 4헥타르) 이상의 호수, 연못, 저수지를 1,000개를 추출하였다. 조사를 위해서 호수의 크기에 따라 5개 범주로 구분하고 또한 공간적으로 48개주로 분포시키고, 생태지역에 대한 9개 범주도 고려하였다. 이렇게 선정된 호수를 크기별로 정리하면 다음의 <표 2-4>와 같다. 1,000개 호수 중 909개에 대해 조사를 추진하고 91개 저수지에 대해서는 시료채취를 반복하는 것으로 결정하였다. 미국내 4ha 규모 이상의 호수는 약 12만 3천여개가 존재하고 이중 규모가 4-10ha 규모가 대략 절반가량 차지하고 있다. 조사에 가장 많이 포함된 호수의 규모는 100ha 이상의 큰 호수로 약 전체의 1/4을 차지하였다.

<표 2-4> 규모별 매국 호수 개소 및 조사 대상 저수지 개소 (USEPA, 2006)

저수지 크기	조사 대상 저수지수	미국 전역 총 개수
10-25 에이커 (4-10 ha)	104	68,559
25-50 에이커 (10-20 ha)	185	24,902
50-125 에이커 (20-50 ha)	184	16,488
125-250 에이커 (50-100 ha)	172	6,134
>250 에이커 (>100 ha)	264	7,356
합 계	909	123,439

전술하였듯이 미국 환경청에는 전국 호수 평가 프로그램 이외에 전국 습지조건 평가 프로그램(National Wetland Condition Assessment, NWCA)도 함께 운영하고 있다. 이를 위하여 미국환경청을 비롯한 연방정부는 물론, 주정부, 자치 부족단체들 인 협력하여 국가 습지 전방을 대상으로 하여 최초로 조사를 실시하고 있다. 이 프로그램에 대해 간략하게 소개하면 다음과 같다. 본 프로그램으로 플로리다에서 알래스카에 걸친 전국 전역의 1,179개 습지에 대한 조사가 이루어지고 있으며, 그 결과는 2013년 말에 보고서로 출판되어 일반에 공개될 예정이다.

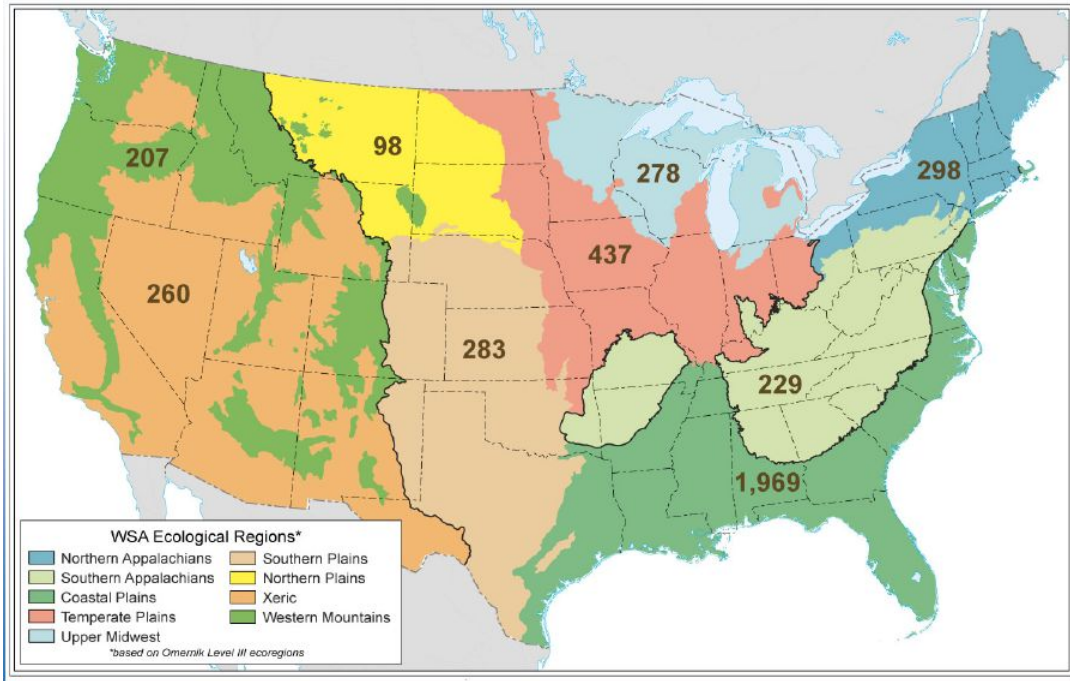
습지 평가 프로그램은 전국 습지에 대한 통계적인 조사로 국가수준의 습지의 생태학적 건전성을 결정하고, 주정부와 자치조직에 모니터링 및 분석 역량을 배양하고, 통계학적으로 타당한 습지 자료를 생산하여 습지에 대한 기본조사 정보를 구축하기 위해 시작되었다. 조사지점에 대한 정보는 다음의 그림 6과 같다. 대부분의 습지는 동부 또는 남동부 해안선을 따라 존재하거나 미시시피강을 따라서도 많이 존재하고 있음을 알 수 있다. 본 프로그램은 2007년에 연구가 시작되어 2010년에 조사 계획을 설계하고 2011년에 현장조사를 실시하고 2012년에 수집자료 자료를 분석하여 2013년에 조사결과를 공표하는 것으로 진행된다.

2011 NWCA Site Locations

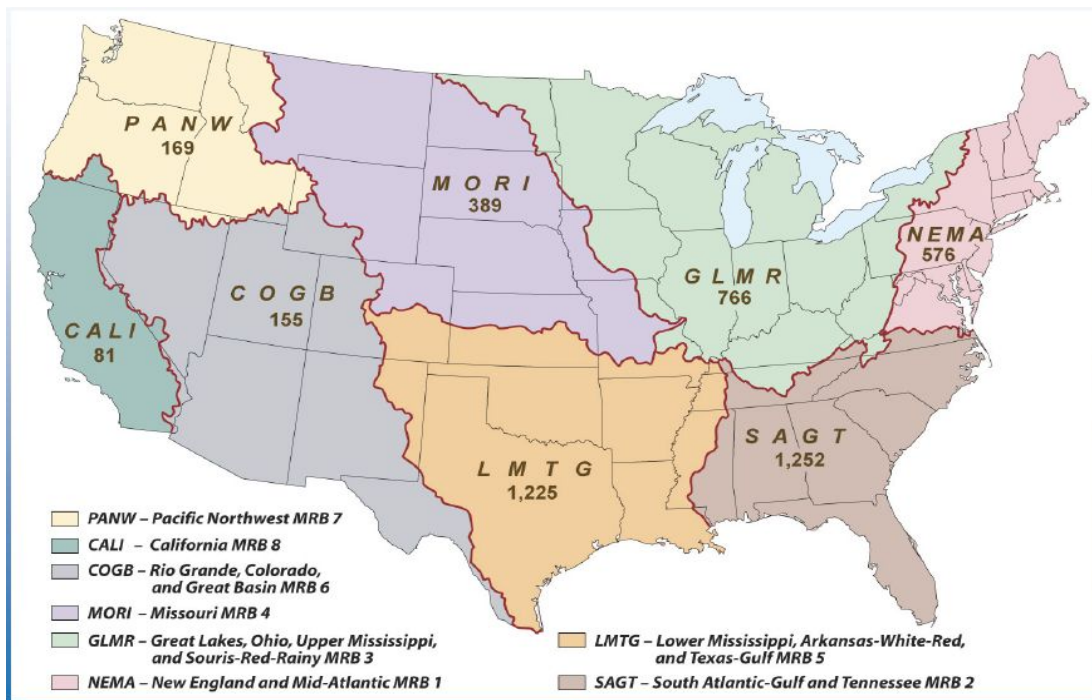


<그림 2-6> 미국 환경청 습지 조사 지점 현황 (US EPA, NWCA Factsheet)

NWCA 프로그램의 현재 상태는, 2011년 4월부터 현장조사가 시작되었고 55명의 현장조사자가 미국 전역을 통해 2011년 9월까지 약 1,179개 지점에 대한 조사를 실시하였다. 조사자들은 수문, 식생, 토양, 조류, 수질, 습지 완충지역 등에 대한 표준 프로토콜에 대한 훈련을 사전에 받도록 하여 조사의 신뢰성을 높였다. 현재 수집된 33,000 시료에 대한 실험실 분석이 이루어지고 있으며 추가적인 자료 분석 작업을 수행 중인 것으로 알려져 있다(US EPA, NWCA Factsheet). <그림 2-6>의 습지 분포를 공간적으로 주정부 및 생태지역으로 분류하여 보면 다음의 <그림 2-7>과 같다.



(a) 생태지역 기준



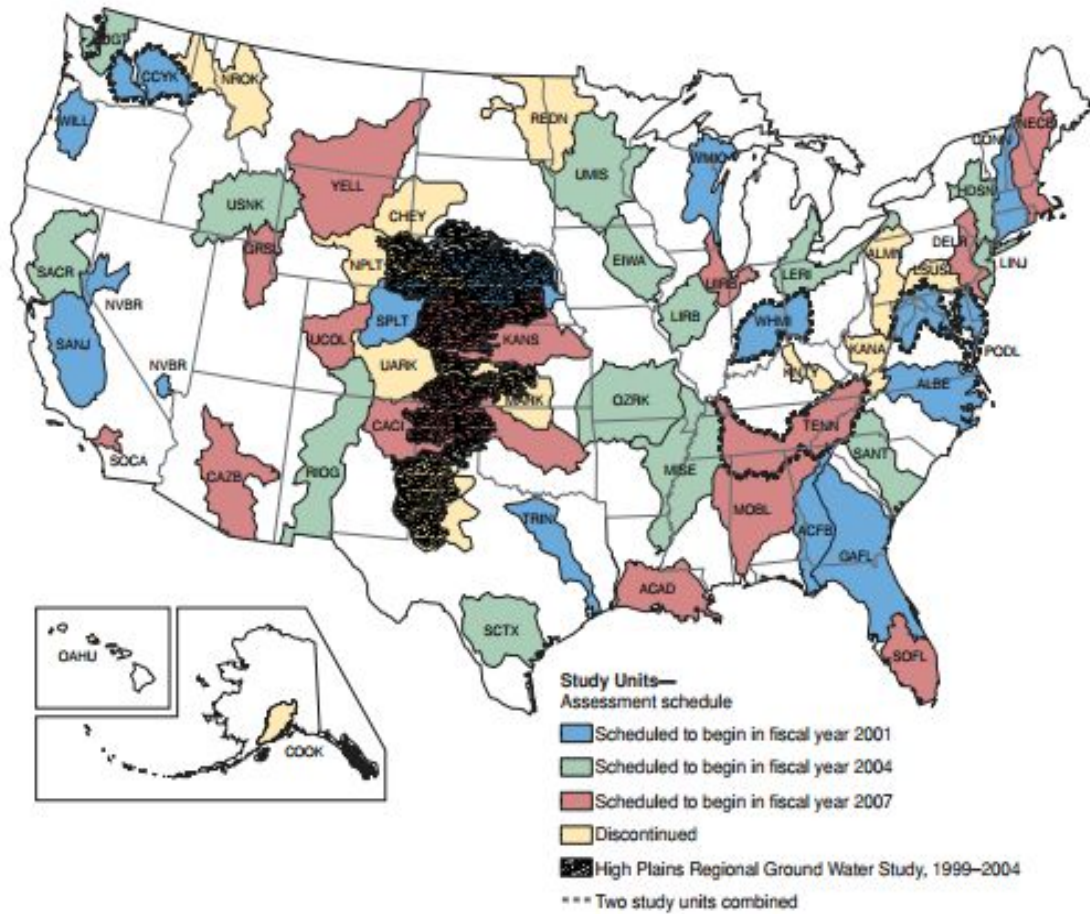
(b) 주정부 기준

<그림 2-7> 미국 환경청 습지 조사대상 분포 현황도

2.2.2 미 지질조사국 (USGS, <http://water.usgs.gov>)

미국 지질 조사국(USGS)은 루더 포드 B. 헤이즈 대통령때인 1879년 3월 제 45회 국회 마지막 세션의 폐막 불과 몇 시간 전에 대통령이 연방정부법의 여러 종류의 시민경비 지출에 관한 법안에 서명하면서 설립되었다. 지질 조사국은 생태계와 환경, 자연 재해, 천연 자원, 기후와 토지 이용 변화의 영향, 그리고 현안에 대한 시의 적절하고 유용한 정보를 제공하는 과학체계를 포함하고 있다. 지질국의 수자원관련 업무는 수자원부에서 총괄하고 있으며, 하천/호소/저수지, 지하수 등에 대한 수질 및 수량 정보와 홍수 및 가뭄 연구, 물이용에 관한 연구 조사, 모델링 등 수자원 관련 모든 업무를 총괄하고 있다. 이중 지표수국에서는 지표수 수문학, 수리학, 하천 형태학, 수질관리 등에 관한 서비스를 제공하고 있으며, 하천/호소/저수지에 대한 모니터링을 주관하고 있는 부서이기도 하다.

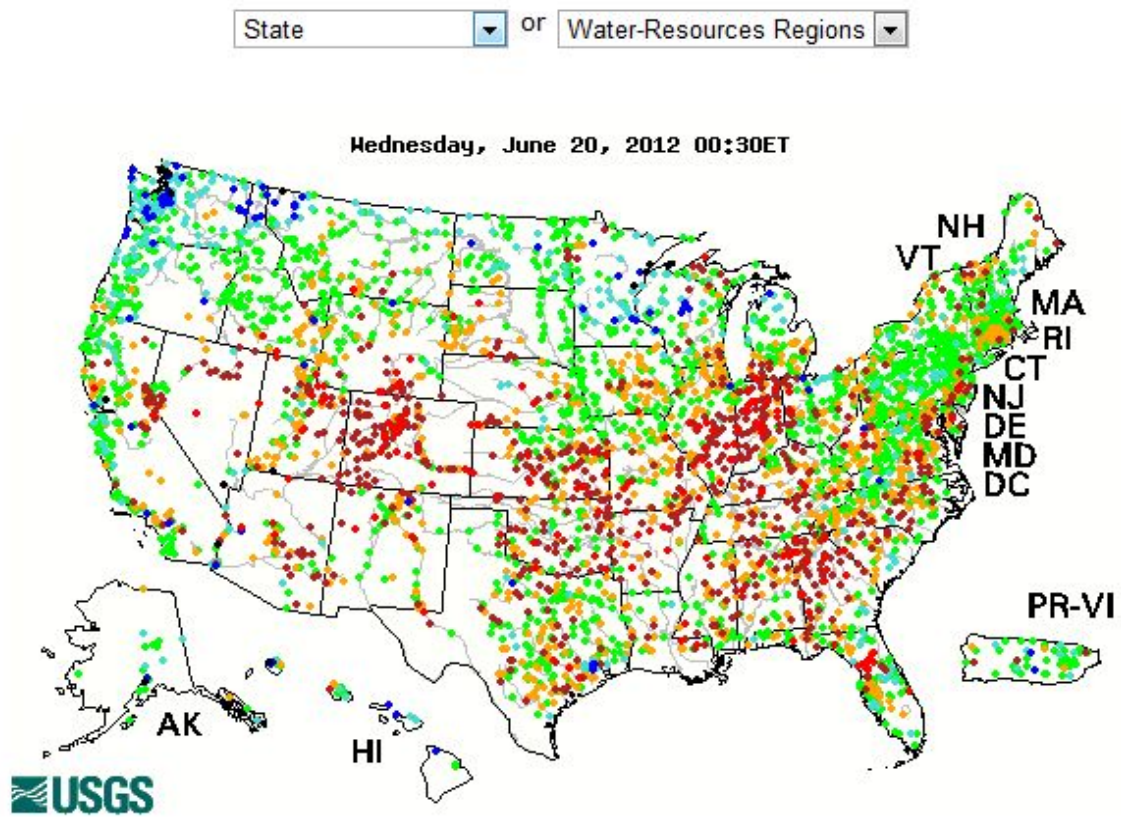
북미수질평가 프로그램은 강, 하천, 지하수 등의 수체를 중심으로 장기간 일관성 있는 자료를 제공하기 위해 1991년에 처음 실행되어 지금에 이르고 있다. 주요 목적은 하천, 강, 지하수의 상태를 파악하고, 시간적인 변화를 조사하고, 인간의 활동에 의한 수체 영향을 분석하는데 있다. 1999-2001년 기간동안 전국 51개 강유역 및 지하수 대상의 조사단위에 대해 수질 현황에 대한 조사를 실시한 바 있다. 현재는 2차 조사 기간(2001-2012)로 42개 조사단위에 대한 국가 및 지역단위 평가를 수행하고 있다<그림 2-8 참조>.



<그림 2-8> USGS 국가수질 조사단위 현황도 (USGS Fact Sheet, 071-01)

지질조사국은 지표수 측정에 있어서 가장 전문성을 가진 기관으로써 미국 전역의 물감시 프로그램인 WaterWatch 프로그램을 운영하고 있다. 이 프로그램을 통해 실시간 유황자료, 지역별 가뭄현황, 홍수, 과거 유황 및 유출에 대한 분포를 온라인으로 제공하고 있다. 이에 대한 예시는 다음의 <그림 2-9~12>와 같다.

Map of real-time streamflow compared to historical streamflow for the day of the year (United States)



Choose a data retrieval option and select a location on the map

- List of all stations in state,
 State map, or
 Nearest stations

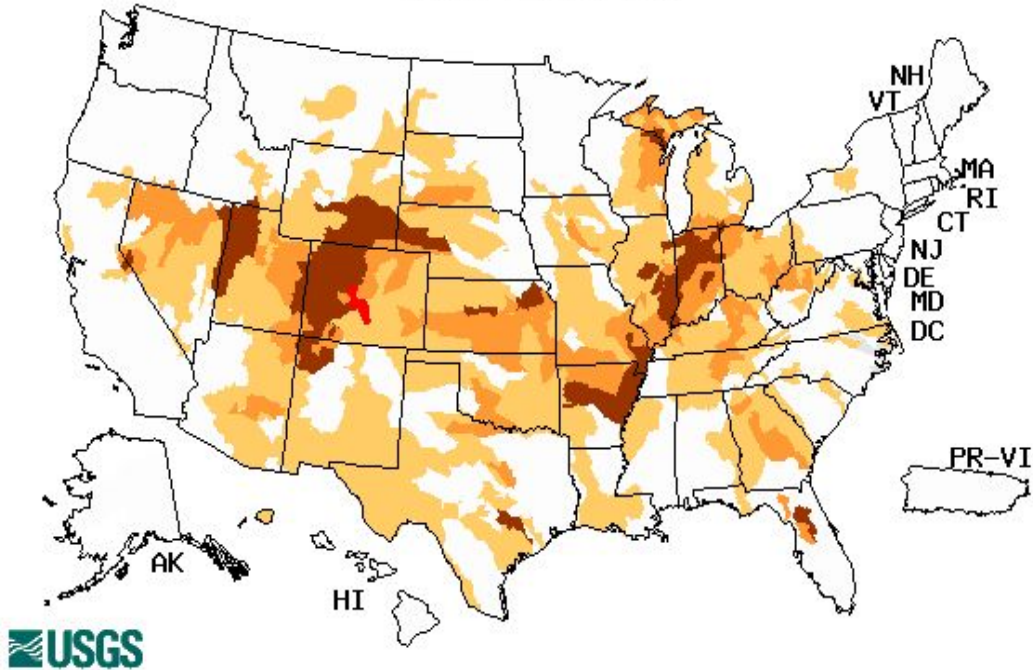
Explanation - Percentile classes						
Low	<10	10-24	25-75	76-90	>90	High
	Much below normal	Below normal	Normal	Above normal	Much above normal	

<그림 2-9> USGS WaterWatch - 실시간 하천 유량

Map of below normal 7-day average streamflow compared to historical streamflow for the day of year (United States)

State

Monday, June 18, 2012



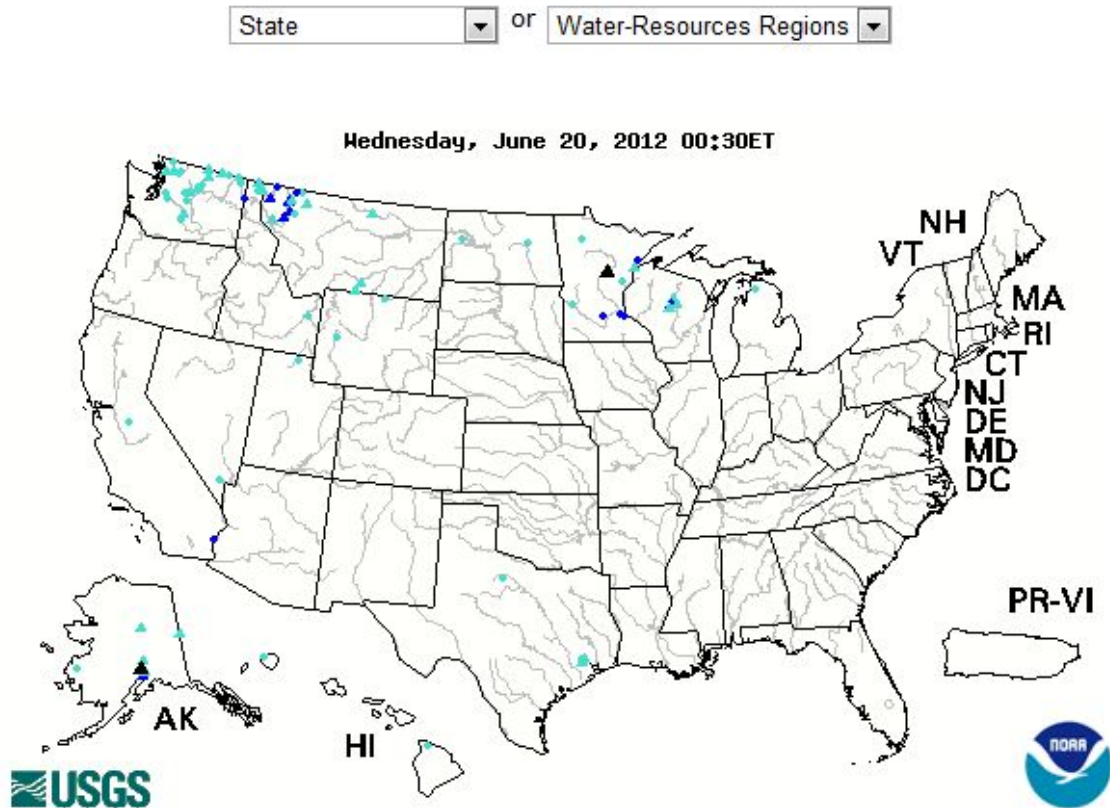
Choose a data retrieval option and select a state on the map

State DroughtWatch, State map

Explanation - Percentile classes				
Low	≤5	6-9	10-24	Insufficient data for a hydrologic region
Extreme hydrologic drought	Severe hydrologic drought	Moderate hydrologic drought	Below normal	

<그림 2-10> USGS WaterWatch - 7일 평균 하천 유량

Map of flood and high flow condition (United States)



Choose a data retrieval option and select a location on the map

- List of all stations in state, State map, or Nearest stations

Explanation - Percentile classes		
95-98	>= 99	River above flood stage
<input checked="" type="checkbox"/> Streamgage with flood stage	<input type="checkbox"/> Streamgage without flood stage	

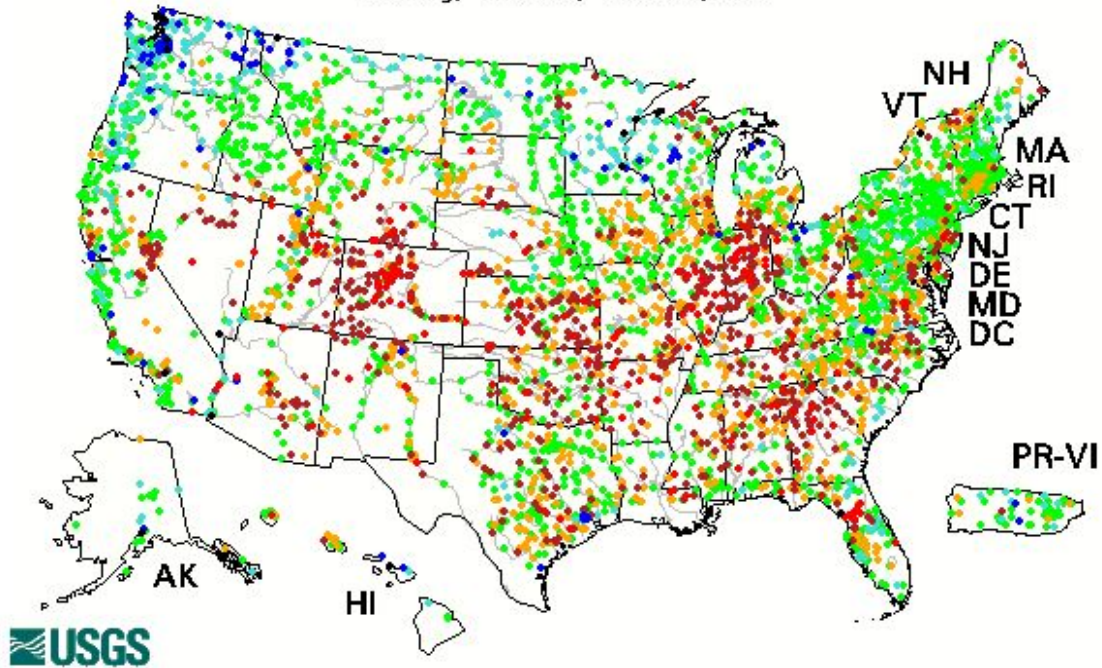
<그림 2-11> USGS WaterWatch - 홍수 및 고유량 분포

Archive of streamflow maps (United States)

Choose one of the following options to view a map.

Time Period :	Year:	Month:	Day:	
Real-time ▾	< 2012 ▾ >	< June ▾ >	< 19 ▾ >	Help
<< < 2012-06-19 > >>				Map Type: Streamflow Map ▾

Tuesday, June 19, 2012 19:30ET



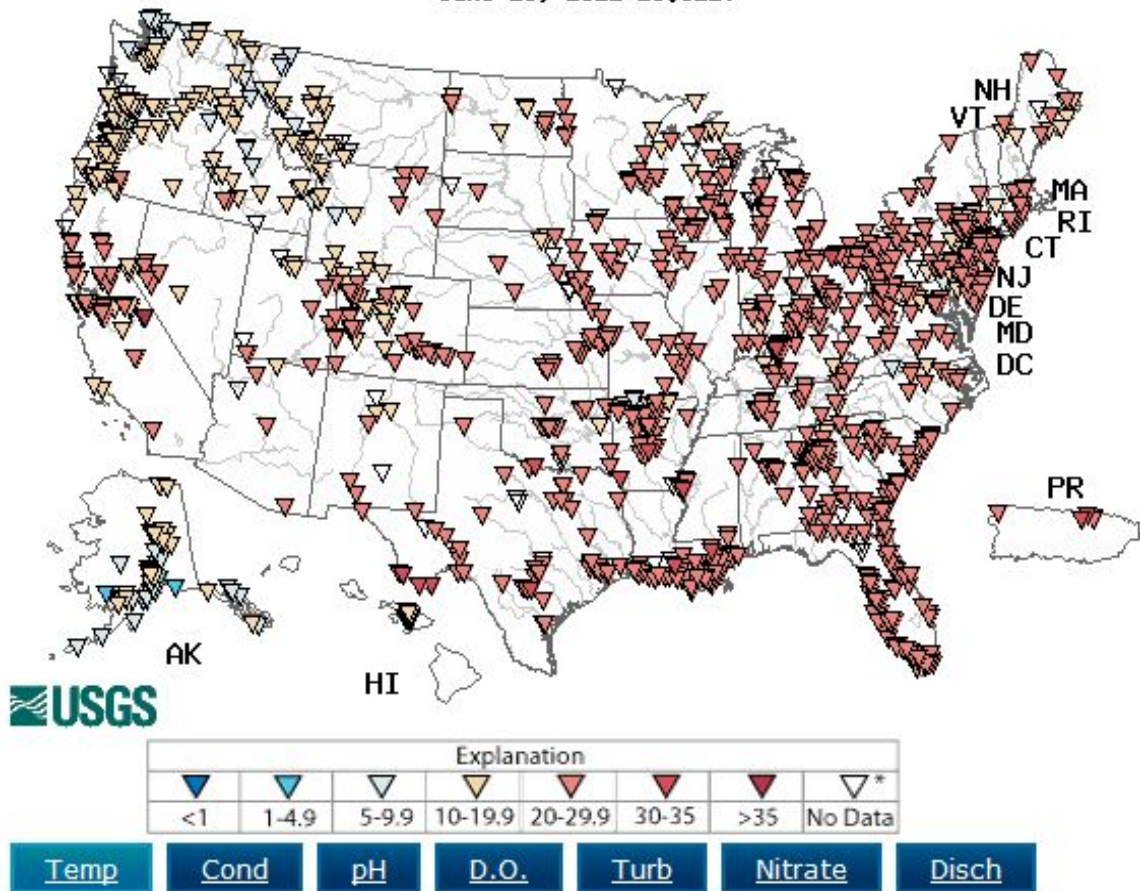
Explanation - Percentile classes						
●	●	●	●	●	●	
Low	<10	10-24	25-75	76-90	>90	High
	Much below normal	Below normal	Normal	Above normal	Much above normal	

<그림 2-12> USGS WaterWatch - 과거자료 하천 유량 분포

지질조사국은 또한 수질모니터링 프로그램인 WaterQuality Watch Program을 통하여 미국 전역 주요 지표수의 수질에 대한 실시간으로 모니터링하고, 온라인으로 실시간 정보서비스하고 있다. 다음 <그림 2-13>은 온라인으로 제공하고 있는 실시간 수온정보 서비스의 예이며, 서비스 수질항목에는 전기전도도, pH, 용존산소, 탁도, 질산성질소, 실시간 유황 정보도 제공하고 있다.

Real-Time Water Temperature, in °C

June 19, 2012 23:31ET



<그림 2-13> USGS 실시간 수질 정보서비스(<http://waterwatch.usgs.gov/wqwatch/>)

제3장 연구 개발수행 내용 및 결과



제1절 농업용저수지 자율항법 수질측정 탐사선 및
제어기술 개발

제2절 무인자동 수질측정 및 시료채취 장치개발

제3절 자율항법 탐사선 원격 실시간 자료 모니터링

제4절 현장시험 및 실용화 방안제시

제3장 연구 개발수행 내용 및 결과

제1절 농업용저수지 자율항법 수질측정 탐사선 및 제어기술 개발

3.1.1 자동 수질측정 및 시료채취용 무인 탐사선 개선

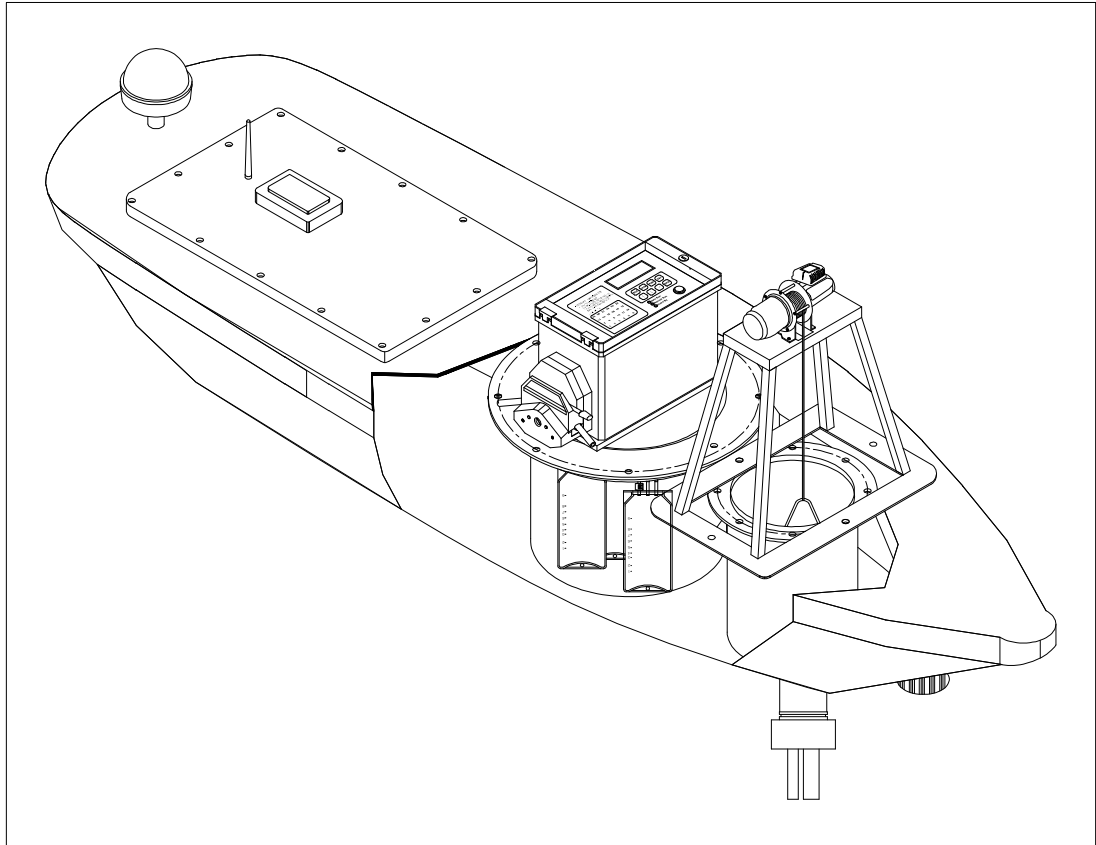
자동수질측정 및 시료채취용 자율항법 탐사선 개선은 수질측정모듈 부착을 위한 탐사선 구조설계 및 제작, 무인자동 수질측정모듈 연계를 위한 전원 및 통신체계 개선, 수질측정용 선박체 운항 특성 시험 및 개선에 대해서 개발하였다.

기존의 선박 <그림 3-1>에 수질센서와 채수기를 정착하기 위하여 선박체(중앙부 혹은 측면부) 구조를 개선 할 예정<그림 3-2>이었으나 이와 같은 방법은 기존의 사용하는 선박에 본체에 $\phi 100$ 정도의 홀을 가공해야 한다. 홀을 가공할 경우에는 부가적으로 발생할 수 있는 선박의 기본기능을 수행하는데 문제가 발생할 수 있고 장기간 사용 시 누수의 위험에 쉽게 노출될 수 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 <그림3-3>과 같이 자동원치시스템에 갠트리(Gentry)를 장착하여 수질자동측정센서를 선박의 뒷부분으로 내려가도록 설계하였다.

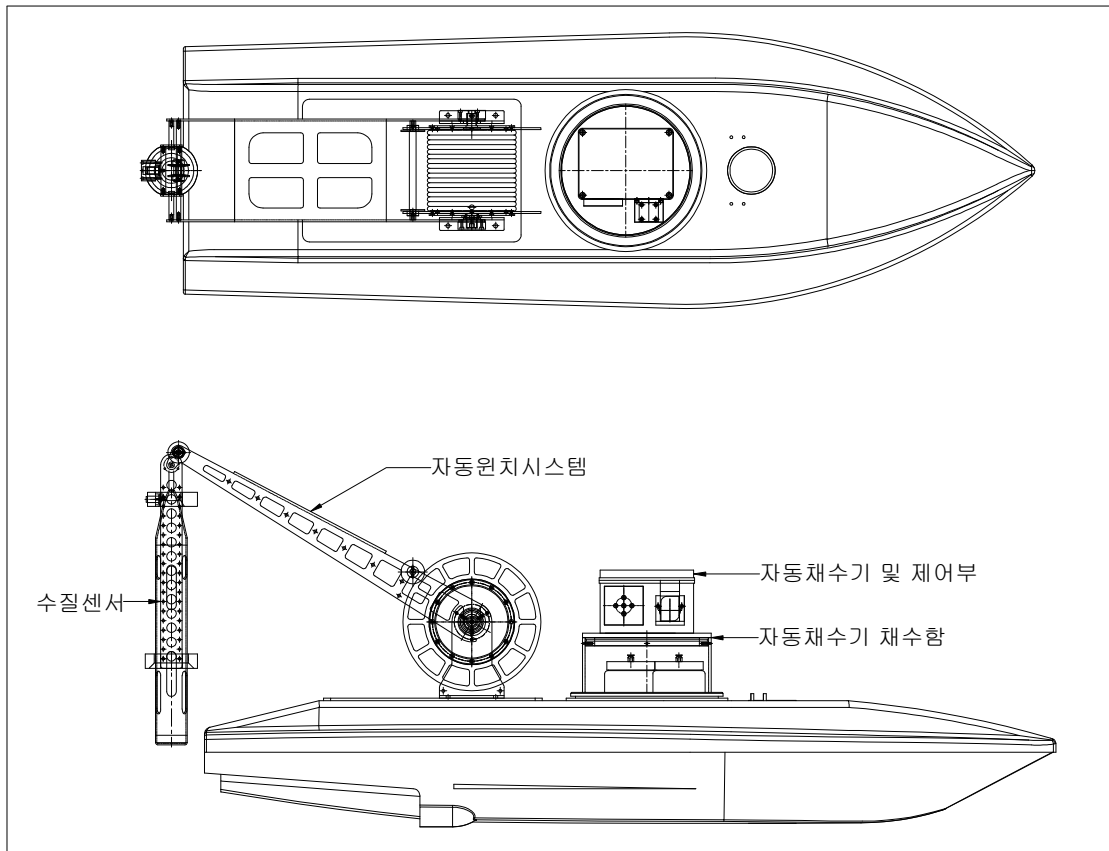
무인자동 수질측정모듈 연계를 위하여 새로 개발되어진 무인자동 채수기와 자동원치시스템은 직류 전원을 사용하도록 설계되었고 이미 선박에 장착되어진 밧데리를 이용하기 위하여 전력소모를 최소화 할수 있도록 설계 하였고 수질센서와 제어모듈, 선박에 있던 기존의 제어모듈간의 통신을 원활히 할수 있도록 RS232C 통신이 가능한 새로운 제어모듈을 개발하였다.



<그림 3-1> 기존 개발된 자율항법 선박



<그림 3-2> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (당초계획)



<그림 3-3> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (최종설계)

3.1.2 자율항법 수질측정을 위한 운항 및 제어기술 개발

자율항법 수질측정을 위한 운항 및 제어기술 개발을 위하여 기존 탐사선과의 연계 운항·제어모듈 개발 및 저수지 수질측정을 위한 최적항로 운항모듈 개발을 하였다.

자율항법 무인탐사선의 자동수질 측정을 위한 운항·제어 알고리즘 설계를 위하여 기존의 자율항법 탐사선의 운항 알고리즘과 수질자동 측정장치 제어 알고리즘을 분석하여 연계·제어모듈을 설계하고 프로그래밍 하였다. 본 연구의 자동수질채수 및 측정제어 프로그램과 효과적인 인터페이스를 고려하였으며 2차년도 현장시험을 통해 자동 및 성능을 시험하고 개선하도록 하였다. 저수지 자율항법 자동수질측정을 위하여는 기존저수지 지형자료의 활용성을 높여야 하는데 기존의 활용 가능한 자료로 저수지 내용적 측정자료와 국립지리원의 지형도가 이에 해당한다. 그러나, 이 두 자료는 서로 측정범위와 한계가 있어서 본 연구를 위하여는 전처리(Pre-Processing) 과정을 통한 좌표변환과 연계를 실시하여야 하며, 이를 위하여 수질측정 위치 자동생성 알고리즘을 개발하였다.

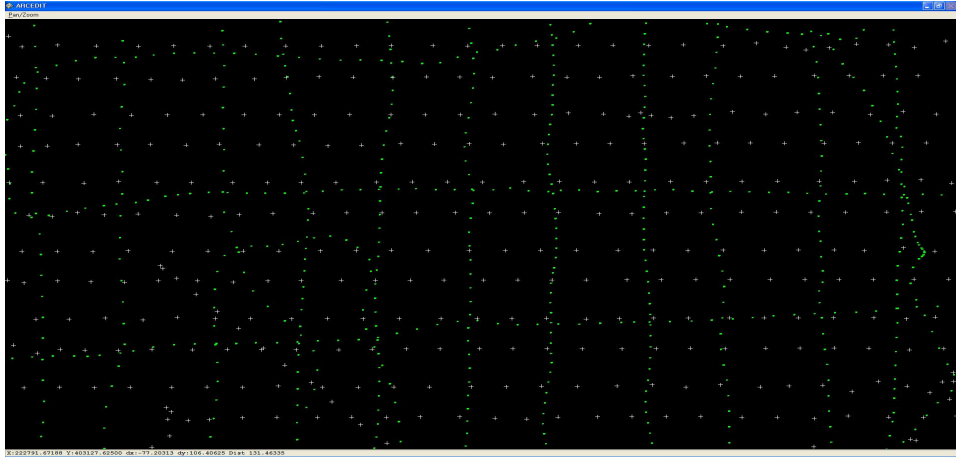
기존탐사선과의 연계 운항·제어모듈을 개발하기 위하여 기존 운항항법의 범위가 유인선에 비하여 물리적으로 제한된 범위를 좌표이동을 통하여 확장할 수 있도록 모듈을 보정하여 측정치를 지도화하였다.

저수지 수질측정을 위한 최적항로 운항모듈 개발을 위하여 수질측정 위치 자동생성 알고리즘을 개발하였으며 2차년도 현장시험을 통하여 평가 및 실용성을 분석하였다..

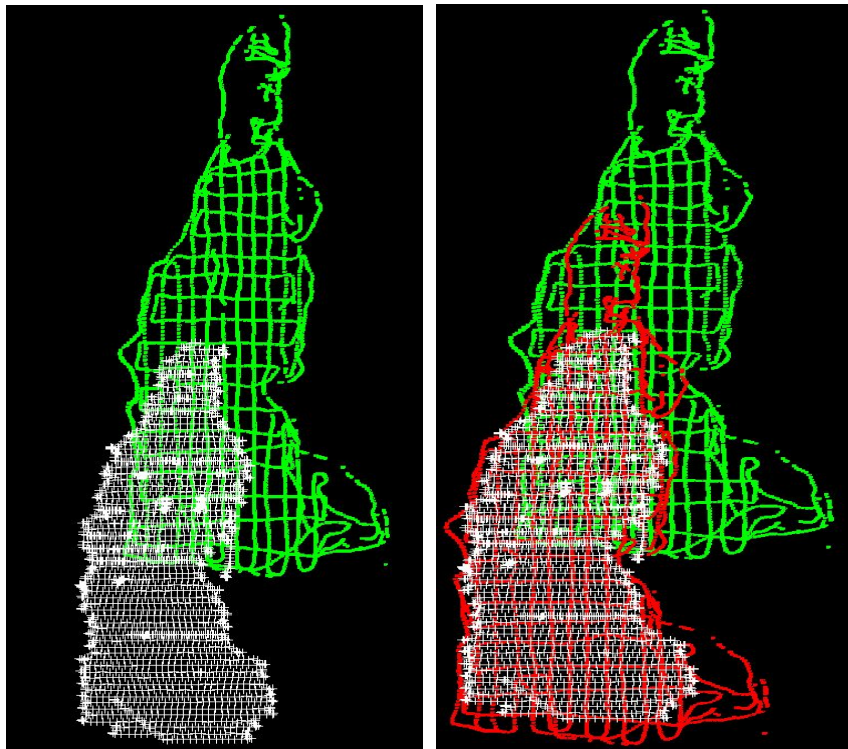
가. 저수지 관련 지형자료의 연계·변환

NGIS의 좌표와 유인선 측정좌표 및 무인선 측정좌표를 비교 분석한 결과 유인선 측정점의 TM좌표에 위상차가 발생하는 것이 발견되었다. 위상차를 NGIS 지도를 기준으로 비교 분석 결과, 무인선 측정 좌표는 NGIS 좌표체계와 동일하나, 유인선 측정점의 경우 동서방향(X)에 69.5513m, 남북방향(Y)에 305.8480m의 위상차를 구하였다. 두 측정치의 좌표를 통일하기 위하여 NGIS 지도를 기준으로 유인선 측정점을 이동하는 수식은 다음과 같음 <그림 3-4~6참조>

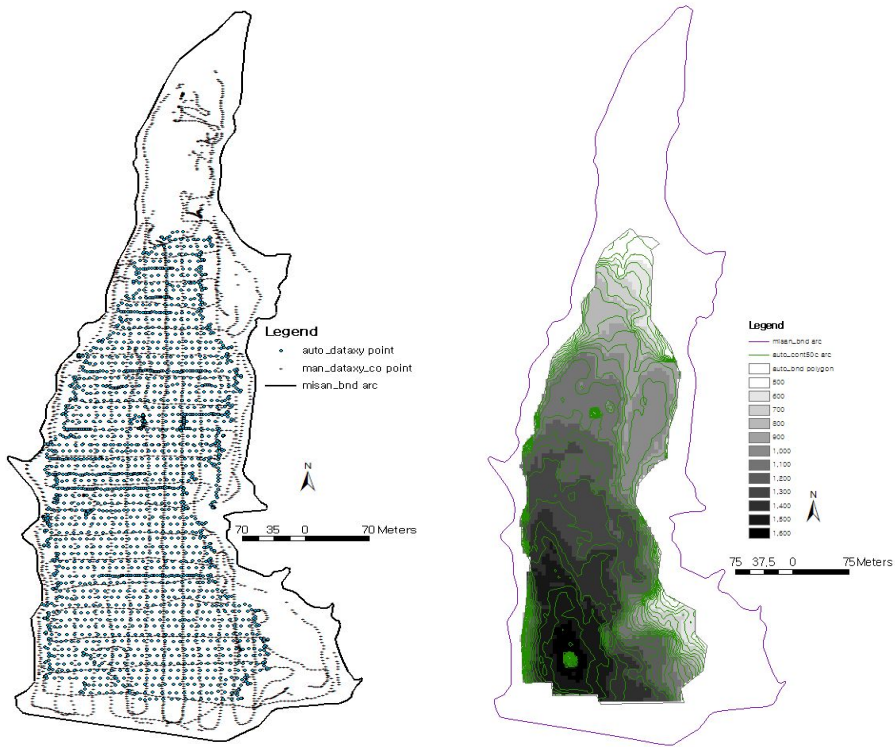
유인선 측정좌표 이동식: X - 69.5513m, Y - 305.8480m



<그림 3-4> 유인선 및 무인선 측정점의 투영(white: 무인측정점, green: 유인측정점)

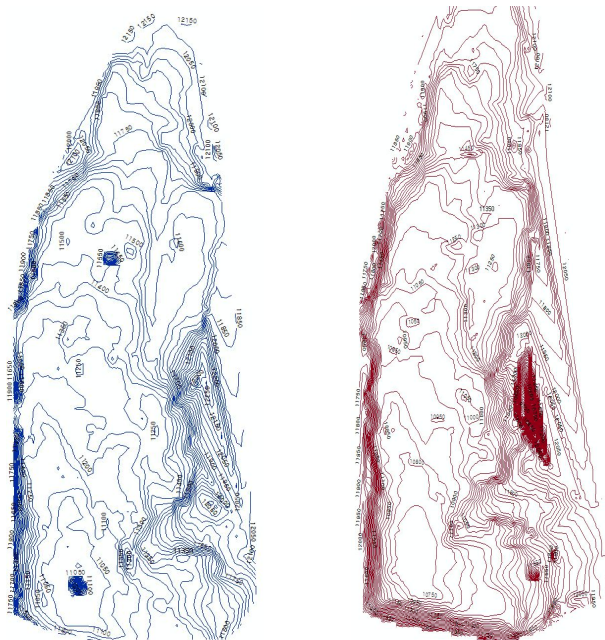


<그림 3-5> 유인선 측정점의 좌표이동 결과(녹색과 빨간색: 유인선, 흰색: 무인선)

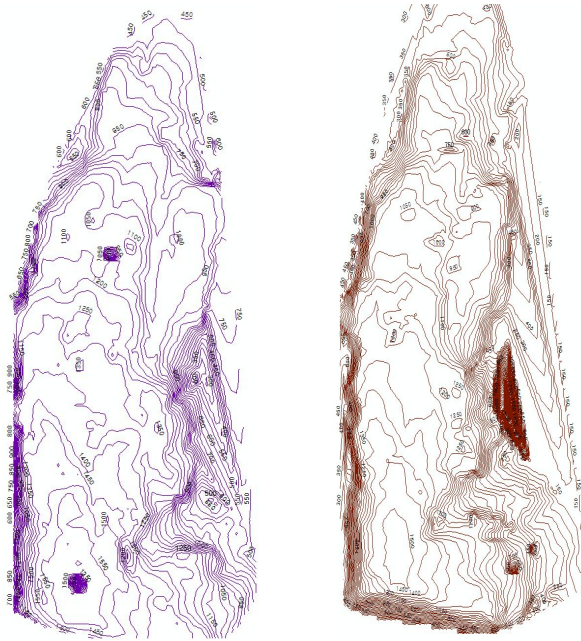


<그림 3-6> NGIS 미산저수지 경계와 무인측정보트의 측량 결과

아래 그림에서 보는 바와 같이 유인선과 무인선의 측점은 동일지점이 없으므로 측점간 정확도의 직접 비교는 어렵다. 따라서 측점의 측정치를 공간 보간한 지도를 만들고 지도를 비교하여 정확도를 검정하는 방안을 모색하였다. 격자 간격은 5m를 설정하여, 측점의 수심 측정값으로부터 격자 지도를 만들고, TIN과 그리드, 그리고 등고선을 생성하였다.



<그림 3-7> 무인선 측정결과 바닥 등고선(좌), 유인선 측정결과 : 경정수심(우)

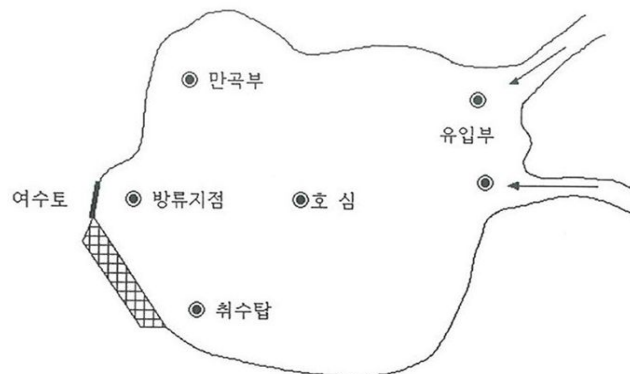


<그림 3-8> 측정수심 등고선도 (좌: 무인선, 우: 유인선)

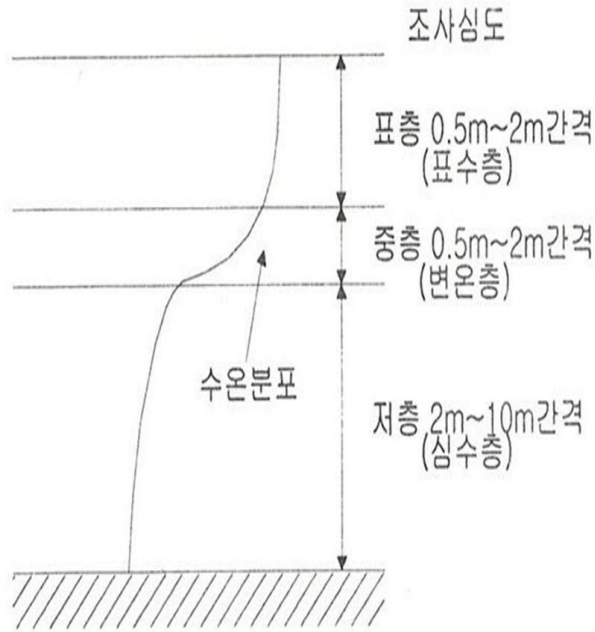
나. 수질 측정위치 자동생성 알고리즘 개발

농업용저수지 수질측정 현황은 17,600여 개소 농업용저수지 중 농업용수 수질측정망 조사시설은 저수지 800개소이며, 농업용 호소로서 환경부 조사·시행 호소수질측정망시설 26개소(저수지 16개소, 담수호 10개소)를 포함한 826개소를 대상으로 농업용수 수질을 분석·평가하고 있다.

농업용저수지 수질조사는 년 4회로 저수지규모에 따라 호심<그림 3-9>를 포함한 1~2개 지점을 및 지점별 표층, 중층, 저층에 대해 3수심<그림 3-10>을 측정하고 있다. 측정항목은 현장측정에서 수온, pH, DO, EC, 탁도 등 5항목을 측정하고 현장물시료 채취를 하여 BOD, COD, SS, T-N, T-P, Chl-a, CI-, Cd, Pb, Cu 등 10항목을 실험을 통하여 조사하고 있다.



<그림 3-9> 수심별 측정위치



<그림 3-10> 농업용저수지 수질측정 지점

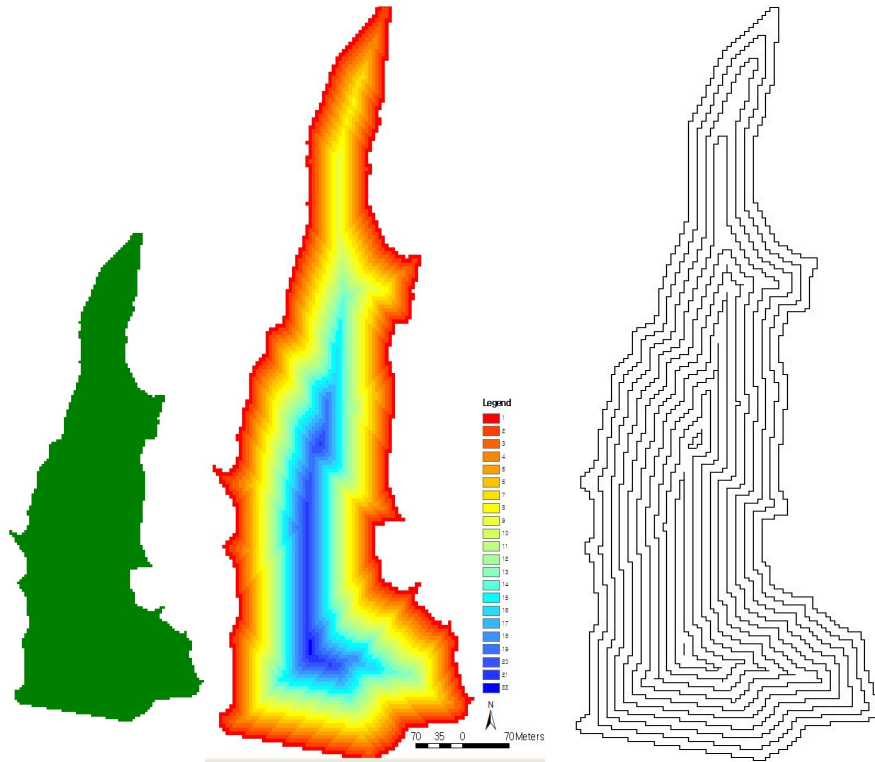
농업용저수지 호심측정을 위하여 저수지 지형상의 중심 측정 추적 알고리즘을 개발하여 내용적측정시스템에 적용하였다. 개발된 알고리즘은 농업용저수지의 중심을 필요한 지점수별로 자동 생성하고, 그 위치를 탐사선 운항제어 알고리즘과 연계하였으며 향후, 자동수질측정지점 선정에 활용될 계획이다.

<표 3-1> 공간적 포텐셜 중심지 추적프로그램 (예)

```

/*
&s i = 1
ss_sum%i% = ss%i%
&label top
&s j = %i% + 1
docell
ss%j% = focalsum(ss%i%, rectangle, 3,3) / 9
end
ss_sum%j% = ss%j% + ss_sum%i%
&s i = %i% + 1
&if %i% < 100 &then &goto top
&else &goto end
&label end

```



<그림 3-11> 단일 중심지 경계에서 내부로 누적 그리드 맵 생성(프로그램 적용)
 (좌: 입력 그리드, 중: 생성결과, 우: 중심성 등고선도)



<그림 3-12> 다수 중심지 저수지의 다수 중심점 도출 (프로그램 적용)

제2절 무인자동 수질측정 및 시료채취 장치 개발

3.2.1 농업용저수지 자동 수질측정 기술 개발

현재 현장에서 운영하고 수질측정은 수질센서를 수중에 고정식으로 넣어 한곳의 데이터를 측정하거나 수중펌프를 이용하여 하천변 또는 저수지 주변에 설치한 측정소 내부로 물을 보내 내부에서 수질을 측정하는 방식이 대부분이다. 이러한 방식은 지정되어 있는 한 곳의 데이터만을 측정하는 단점이 있다. 이에 소형선박에 탑재 가능한 센서를 이용하여 다양한 지점의 수질을 측정할 수 있고 각 지점의 수심에 따른 수질데이터를 측정할 수 있도록 자동으로 상하운동이 가능한 자동원치 시스템을 개발하였다.

자동 원치시스템은 통신용 케이블과 시료채수용 호스를 넣어 특수 제작된 케이블을 한 개의 드럼에 장착하고 자동수질센서에 장착되어 있는 수심측정센서의 데이터를 이용하여 사용자가 원하는 지점의 수질을 측정할 수 있는 제어기술을 개발 하였다. 또한 측정된 자료를 선박에 있는 제어모듈에 전송할 수 있는 통신모듈을 개발 하였다.

가. 수질측정센서

- 1) 수질측정센서는 수온, 용존산소, 전기전도도, pH, 수심을 한번에 측정할 수 있는 다항목센서를 자동원치 시스템에 장착하여 수심에 따른 수질 데이터를 측정한다.



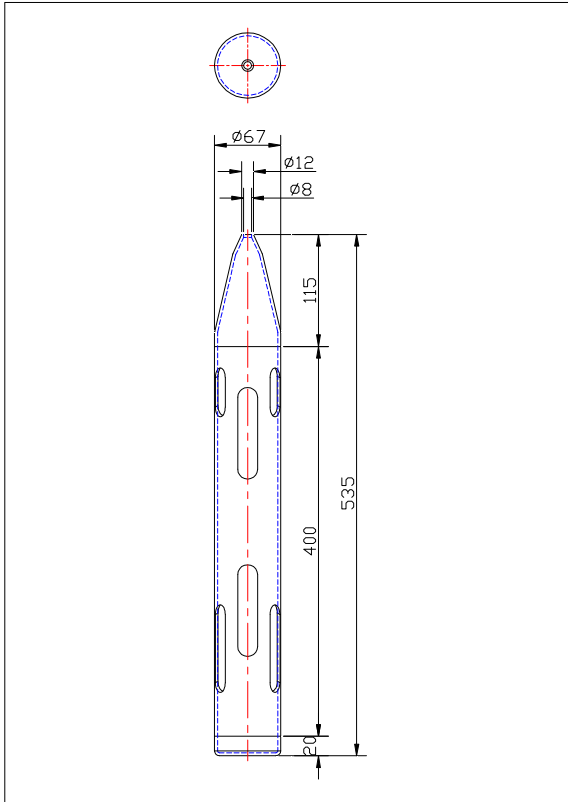
<그림 3-13> 수질측정센서

<표 3-2> 수질자동측정센서 규격

Main Body	Quanta G Transmitter	Diameter : 4.5cm Length : 38.1cm Weight : 1.9kg
Sensors	Temperature	Range : -5°C ~ 50°C Accuracy : ±0.15°C Resolution : 0.01°C
	Dissolved Oxygen	Range : 0 ~ 50mg/L Accuracy : ±0.2mg/L < 20mg/L ±0.6mg/L > 20mg/L Resolution : 0.01mg/L
	Specific Conductance	Range : 0 ~ 100mS/cm Accuracy : ±1% of reading / ±0.01 PSS Resolution : 4digits
	pH	Range : 0 ~ 14units Accuracy : ±2units Resolution : 0.01units
	Depth 0-25	Range : 0 to 25m Accuracy : ±0.1m Resolution : 0.1m
Cable	Under Water	30 meter cable
Accessories	RS-232 인터페이스 내장보드	1.413mS/cm, Conducti. Cal, Sol .. 946ml 7.0 pH, Cal, Sol .. 1.000ml 10.0 OpH Cal, Sol .. 1.000ml DO Maintenance Kit

2) 수질자동측정 센서 하우징

수질측정센서 하우징은 수질센서를 보호하기 위한 외부케이스다. 알루미늄을 재질을 사용하여 무게를 최소화 하였고 경질아노다이징 처리를 하여 부식을 방지 하였다. 상부는 원치의 아래쪽 캔트리 부분에 쉽게 들어 갈 수 있도록 고깔형태로 제작하였고 센서부위는 외부에 노출시켜 물의 흐름을 원활히 하므로써 정확한 수질을 측정할수 있도록 설계 되었다. 고깔부분의 내부에서는 센서의 통신용 케이블과 채수용 호스를 분리하고 방수처리된 연결부가 있다.



<그림 3-14> 센서 하우징 설계도



<그림 3-15> 센서 하우징 제작



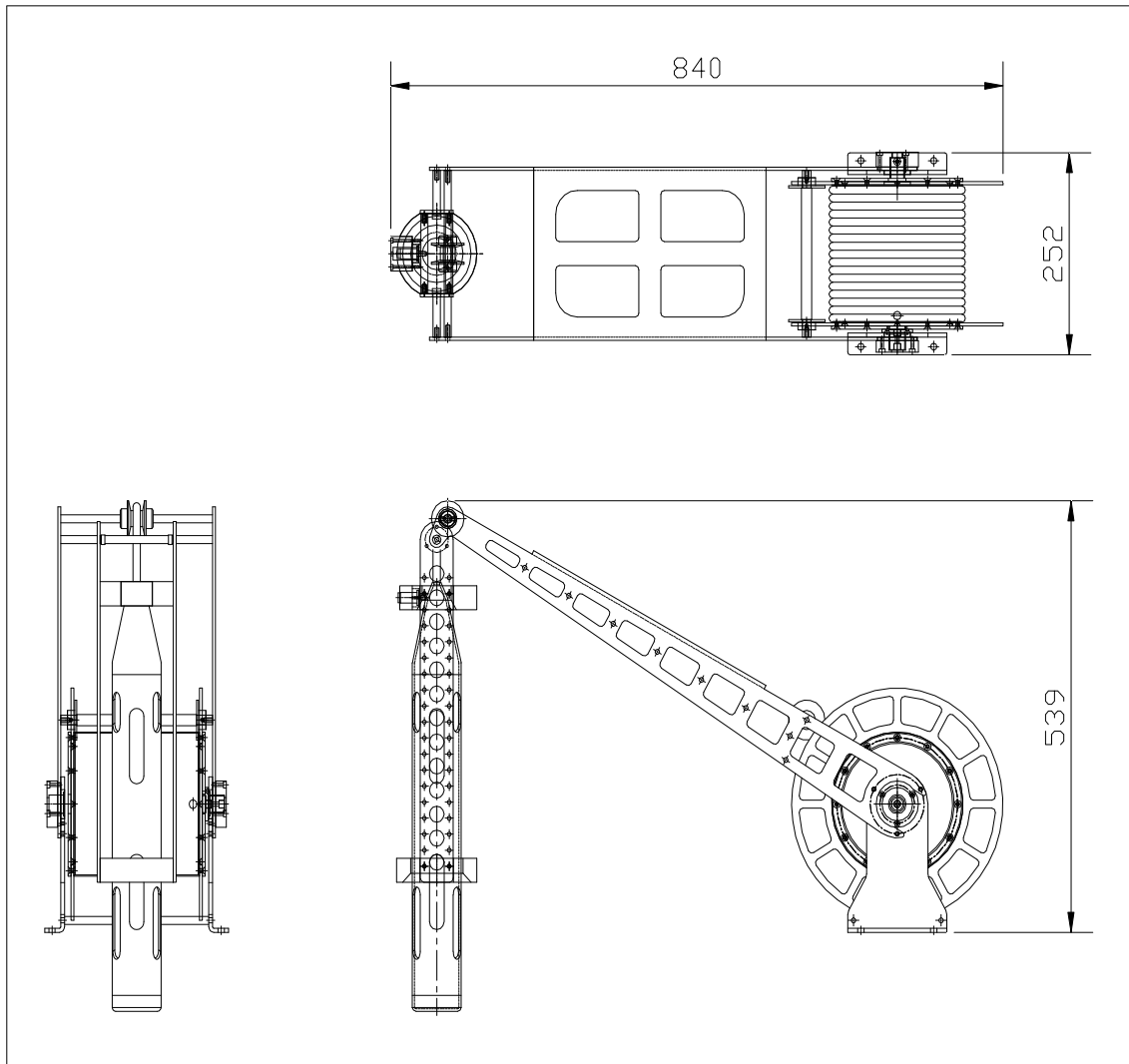
<그림 3-16> 센서하우징 및 수질측정센서



<그림 3-17> 하우징 및 센서 장착 사진

나. 자동원치 시스템

자동원치 시스템은 수질측정센서에서 측정된 수심측정데이터를 실시간으로 확인하여 사용자가 원하는 수심으로 센서를 이동시켜 원하는 수심의 수질 데이터와 시료를 채취 할 수 있도록 개발된 장치이다. 자동원치 시스템은 케이블을 감을 수 있는 드럼부와 드럼을 고정시켜주는 좌우 브라켓, 수질자동측정센서를 고정시켜 주기 위한 GENTRY와 센서 가이드로 구성되어 있다. 센서 가이드는 상단부와 하단부로 구성되어 다항목 수질 센서를 고정시켜주며 원치 구동 시 수질자동측정센서를 올리고 내릴 때 쉽게 움직일 수 있도록 도르레가 장착되어 있다.



<그림 3-18> 자동원치 시스템 구성 도면






<그림 3-19> 자동원치 시스템 제작

1) 원치 동력부

자동원치시스템은 드럼의 내부에 장착된 DC GEAREDMOTOR를 사용하여 구동시킨다. 이때 구동용 모터를 드럼의 축 중심에 부착할 수 없어 별도의 기어박스(5:1)를 제작하여 구동용 모터를 드럼 내부의 모서리로 장착하였다. 드럼의 양쪽축은 센서의 통신선이 연결되는 슬립링과 시료채취용 호스가 연결되는 스위벨이 각각 장착되어야 한다.

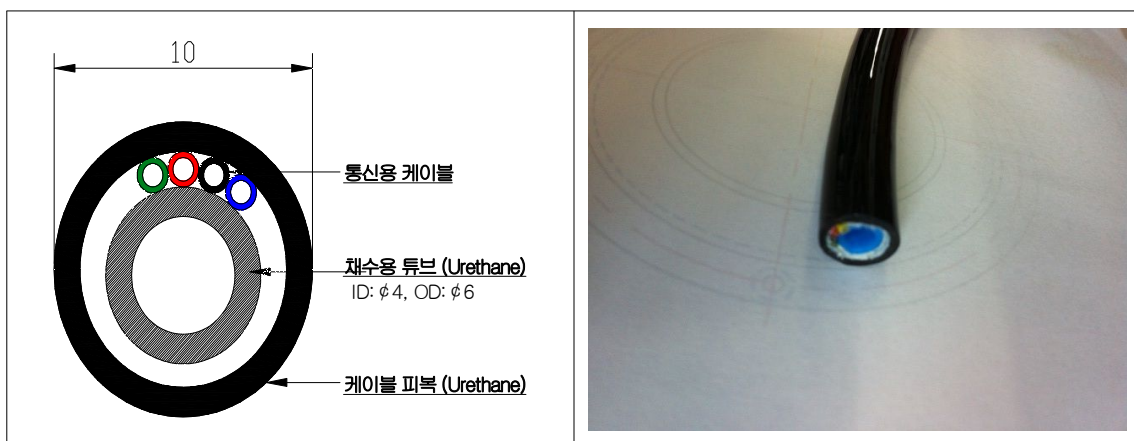
당초 DC12V-2.4A 용량의 모터를 선정하여 테스트를 진행한 결과 수질 자동측정 센서를 올리때 약 3A의 전류가 발생됨에 따라 모터에 과부하가 발생하였다. 이에 당초 계획했던 모터보다 고사양의 모터(DC12V-3.4A)를 사용하여 테스트를 진행하였다. 이 모터의 경우 회전수는 약 12rpm으로 이를 자체 제작한 기어박스(5:1)에 연결하여 동작 시킬 경우 원치를 가동시키는 시간이 많이 소요된다. 원치 구동 시간을 단축시키기 위해 현재 사용중 이었던 모터와 같은 출력이 가능하고 회전이 빠른 모터를 제작하여 원치의 동력부로 사용하였다.

당초계획	전 원	DC 12V, 2.4A	
	감 속 기	900:1	
	회 전 수	7.4rpm	
	크 기	38*38*75	
1차 시험	전 원	DC 12V, 3.4A	
	감 속 기	500:1	
	회 전 수	12rpm	
	크 기	∅42*128	
2차 시험	전 원	DC 12V, 3.4A	
	감 속 기	100:1	
	회 전 수	60rpm	
	크 기	∅42*118	

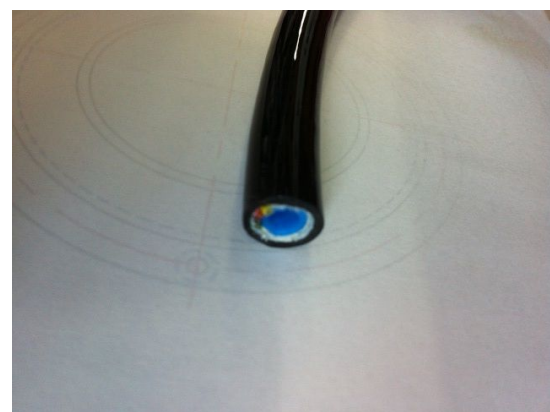
<그림 3-20> 자동원치 시스템 구동부 모터 사양

2) 케이블 및 배선

수질 자동측정센서의 데이터를 전송하기 위한 통신용 케이블과 자동채수기의 시료를 채취하기 위한 호스를 한 개의 드럼으로 작동시키기 위하여 통신용 케이블과 시료채취용 호스를 한 개의 케이블로 특수 제작하였다. 아래 그림과 같이 케이블의 중앙에는 시료 채취용으로 NYLON재질의 호스가 있고 그 주위로 통신용 케이블이 배치하여 원통형을 만든 후 우레탄 피복으로 덮어 특수 케이블을 제작하였다.



<그림 3-21> 케이블 단면도



<그림 3-22> 통신/채수용 케이블 제작

케이블 종단 부분에 방수처리 된 케이블 연결 잭을 부착하여 채수 및 통신 케이블이 손상 및 오염 되었거나 호소의 수심별 적합한 길이의 케이블을 손쉽게 교체 설치할 수 있도록 설계되어 제작되었다.



<그림 3-23> 통신 케이블 연결 잭



<그림 3-24> 케이블 연결

또한 특수 제작한 케이블의 끝부분은 통신용 연결잭과 호스를 분리하는 별도의 하우징을 제작하여 분리하고 방수 하였다. 또한 시료 채취관의 막힘을 방지하기 위하여 센서 하우징의 시료채취관 부분에 망을 설치하였다.



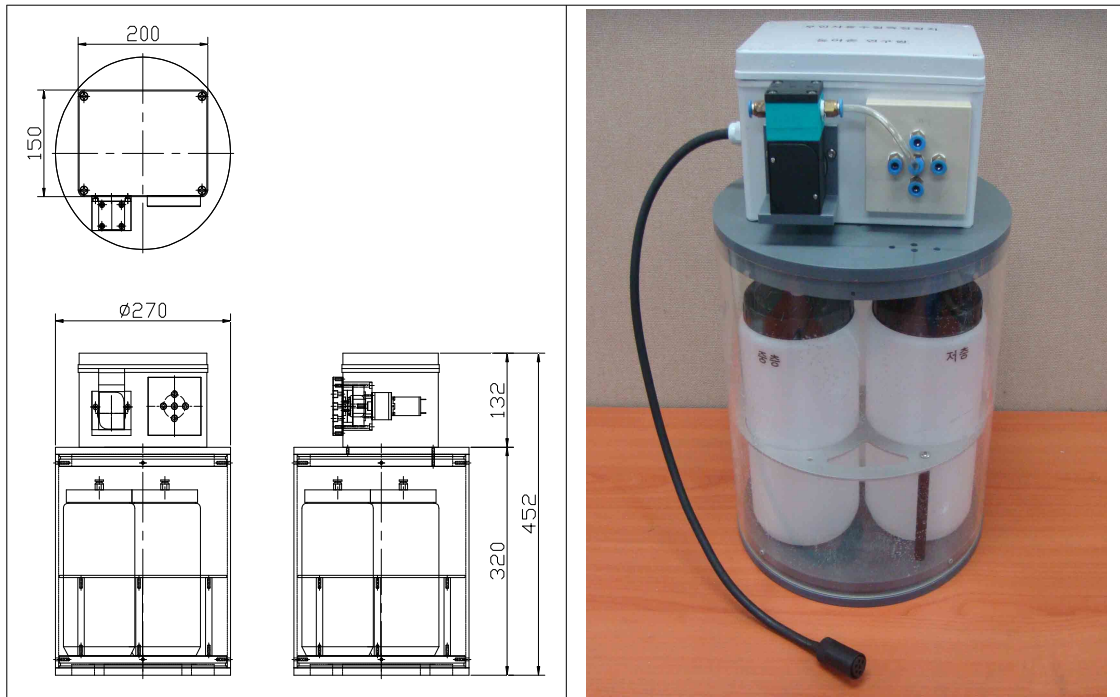
<그림 3-25> 통신케이블, 호스 하우징



<그림 3-26> 센서 연결

다. 농업용저수지 무인 채수장치 개발

자동채수장치는 시료를 분배하는 밸브부, 시료를 채수하는 펌프부, 시료를 보관하는 챔버부로 구분하였으며 채수용량은 표층, 중층, 저층으로 구분하여 각 2000mL 용량의 채수통을 장착할 수 있도록 설계 제작되었으며 이를 제어할 수 있는 제어보드를 개발하였다.

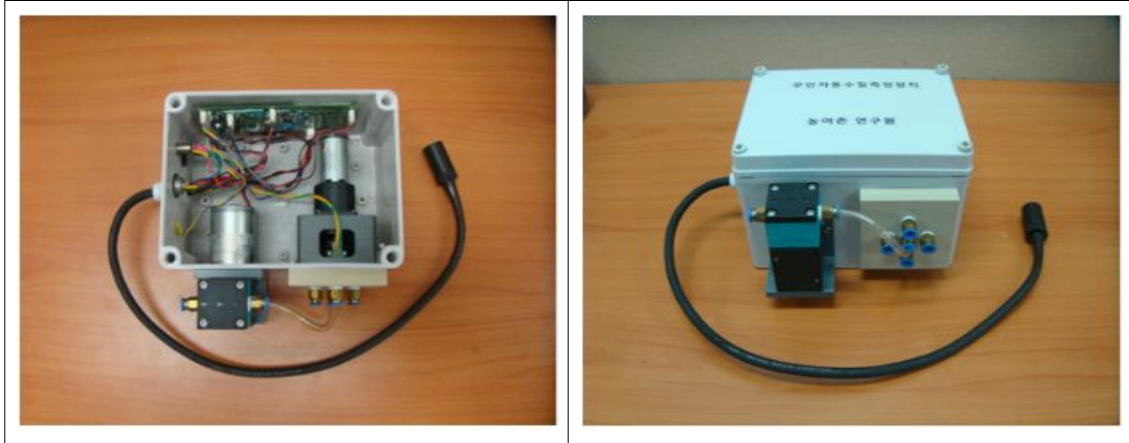


<그림 3-27> 자동채수장치

1) 밸브부

자동채수장치의 밸브는 다채널 멀티 밸브방식을 이용하여 개발되었다. 밸브의 중앙부에 유입포트를 만들고 그 주위로 4개의 포트를 만들어 그중 3개의 포트는 각각의 채수통에 연결하여 시료를 채수하고 1개의 포트는 선박의 외부로 연결한다. 이 포트는 채수를 시작할 때 호스에 남아있는 기존의 시료를 외부로 배출하는 포트로서 사용한다.

밸브의 스테이터 부분은 내화학성이 우수한 PEEK 재질을 사용하여 제작하고 로터 부분은 Teflon 재질을 사용하였다. DC Geared Motor를 사용하여 직류전원으로 구동이 가능하고 포토인터럽터를 사용하여 각 포트에 정확한 위치에 연결되도록 정밀 제어 하였다. 각 포트는 원터치 피팅을 사용하여 탈부착이 편리하게 제작되었다.



<그림 3-28> 자동채수기 밸브부 내·외부

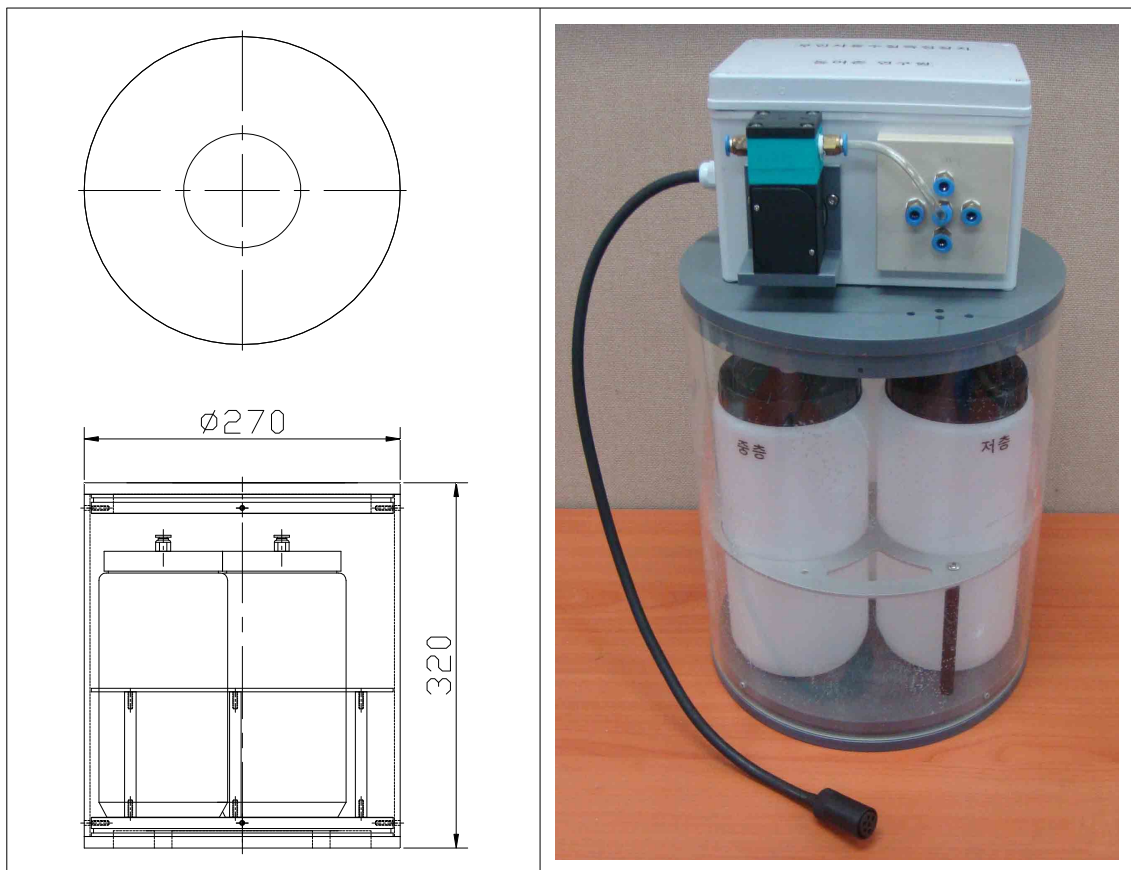
2) 펌프부

자동채수기의 펌프는 소형 DC모터를 이용한 연동식 펌프와 소형 DC 다이어프램 펌프를 사용하였다.

연동펌프	전 원	DC 12V, 2.4A	
	채수용량 (양정1m 기준)	500mL/min	
	크 기	180*100*120	
다이어프램 펌프	전 원	DC 12V, 2.2A	
	채수용량 (양정3m 기준)	1200mL/min	
	크 기	108*95*60	

3) 챔버부

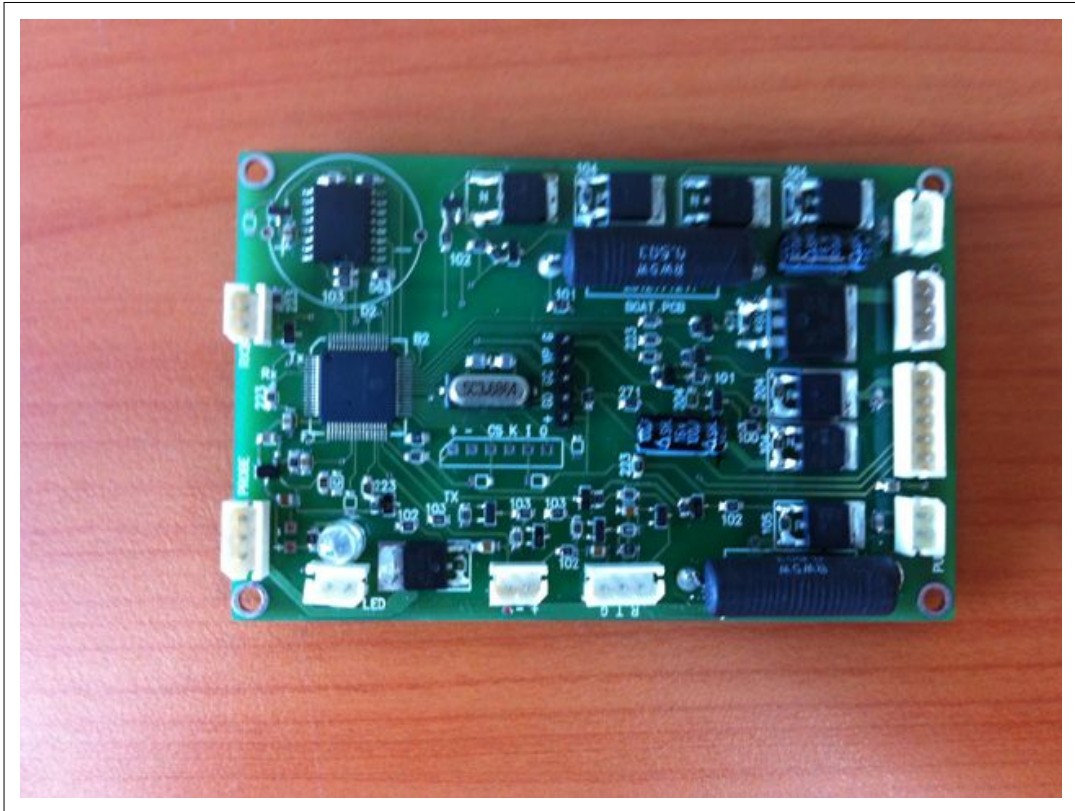
자동채수기의 시료 보관용 챔버는 아크릴로 제작되어졌고 아크릴의 상하는 오링으로 방수가 된 PVC 캡으로 제작되었다. 운영 중에 채수 시 누수가 발생하거나 채수된 시료백에서 누수가 발생하여도 시료가 선박으로 침투될 수 없도록 챔버와 선박간의 방수를 고려하여 제작하였다. 일반 PE병을 사용할 경우 채수 후 마개를 닫을 수 없어 선박이 이동 시에 누수가 발생할 수 있다. 이에 밸브와 직접 연결이 가능한 채수통을 사용하여 채수 후에도 선박이 이동시 발생할 수 있는 누수 현상을 원칙적으로 제한하였다.



<그림 3-29> 자동채수기 챔버부

4) 제어부

자동채수기의 제어부는 수질측정센서에서 측정된 자료를 실시간으로 받고 그중에서 수심 데이터를 이용하여 자동 원치시스템을 작동시켜 원하는 수심까지 센서를 이동 시킨후 센서부에 같이 부착되어 있는 입수호스를 통해 자동채수기에 시료를 채수하고 그동안 받은 수질데이터를 선박에 있는 메인PC에 전달하는 작업을 수행한다.



<그림 3-30> 자동채수기 제어용 메인보드

제3절 자율항법 탐사선 원격 실시간 자료 모니터링

3.3.1 탐사선 제어

가. 자율항법 탐사선 원격 제어

자율항법 탐사선은 그림 21에서 보는바와 같3이 전방에 카메라가 탑재되어 있고, 위치 추적을 위한 GPS, 채수장비 및 펌프, 수질 측정 장비 등이 탐사선에 설치되어 있다. 자율항법 탐사선의 가장 중요한 임무 중의 하나는 바로 채수를 원하는 지점을 정확하게 찾아가서 수질을 측정하고 절차에 맞게 수질 시료를 채취하는 것이다. 따라서 자율항법은 물론 필요시 언제든지 탐사선과 통신하여 적절한 제어가 항시 가능해야 하기 때문에 탐사선에 장착된 다양한 센서 및 통신 장비를 통한 실시간 자료의 원격 모니터링이 매우 중요한 요소이다.

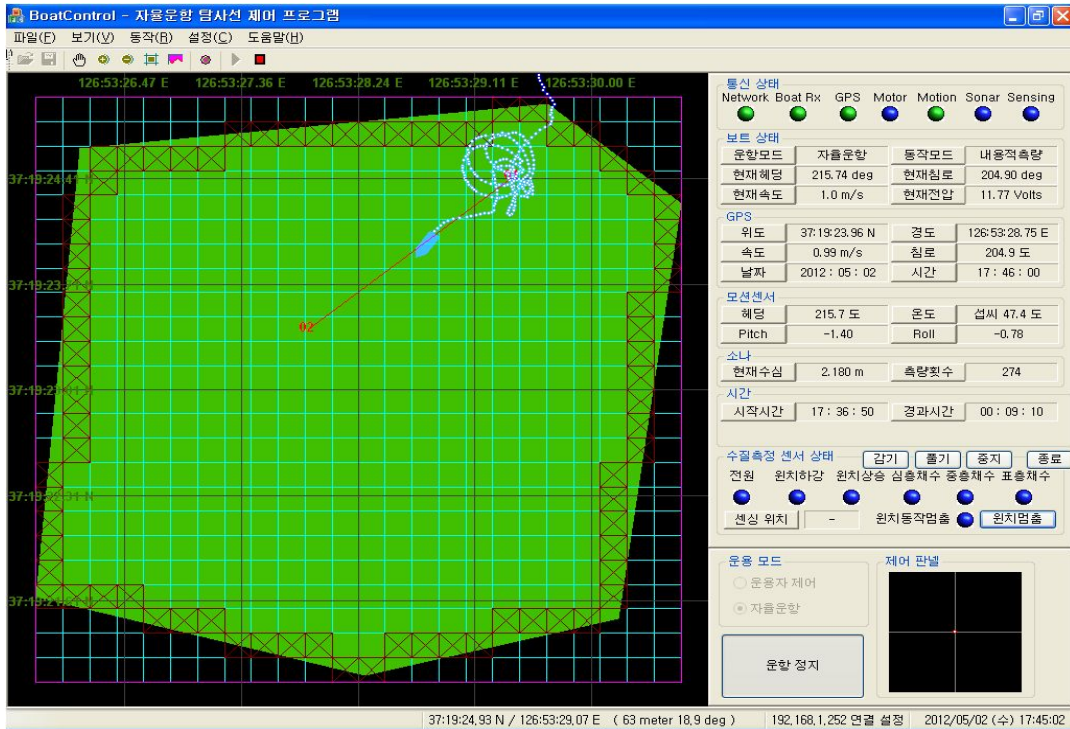


<그림 3-31> 자율운항 탐사선

탐사선의 적절한 제어를 위해서는 탐사선에 탑재된 GPS장비를 이용하여 실시간 위치정보, 항로, 항해 속도 등에 대한 정보를 실시간으로 모니터링 하는 것이 중요하다. 또한 원격 통신이 제어의 필수 사항으로 통신과 관련된 장비의 작동여부 및 현황에 대한 정보 역시 실시간으로 파악이 되어야 할 것이다. 현재 개발되어 있는 제어 프로그램에 이미 이러한 사항이 잘 반영되어 있고, 이에 추가로 대상 저수지를 격자로 구분하여 시각적으로 표현하는 모듈까지 구비되어 있어 제어에 매우 효율적일 것이다. <그림 3-31>

다만, 원격통신을 통하여 컴퓨터의 가상공간에 파악된 상태정보를 통해 탐사선의

제어가 충분히 가능하지만, 원거리에서 보다 탐사선 인근 상황을 보다 정밀하게 파악하기 위해서는 탐사선에 적재된 카메라를 통한 영상정보를 이용하는 것이 효율적일 것이다. 따라서 카메라를 통한 실시간 영상정보를 함께 볼 수 있는 모듈을 추가하여 실시간 영상정보를 통한 보다 정밀한 제어가 가능하도록 하는 것도 좋은 방안이다.



<그림 3-32> 자율운항 탐사선 제어 프로그램

나. 채수 및 수질 측정 제어

공간적으로 저수지의 수질 측정 지점을 찾아가는 것은 원격운항 내지는 자율운항을 통해 가능하다. 일단 정확한 지점을 찾아가면 다음 단계는 우리가 원하는 지점에서 수질을 측정하고, 수질 시료를 채취하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 대상 지점의 수심 파악이 우선 중요하다. 탐사선에 이미 소나가 탑재되어 실시간 수심 측정이 가능하고, 실제 <그림 3-32>처럼 실시간으로 현재 수심이 제공되고 있다. 측정 대상 지점의 수심이 결정되면 수심을 3개의 수심구간으로 구분하여 각 구간의 중간 지점을 수질 측정 및 채수 지점으로 결정하는 모듈이 필요하고, 이는 제어 프로그램의 하나의 모듈로 개발되었다.

채수 및 수질 측정의 원활한 수행을 위해 제어 시스템에 프로그램 되어 자동적으로 이루어지고 있지만, 그 상태를 확인하여 오류가 발생하지 않는지 실시간으로 점검하는 것이 필요하다. 따라서 수심, 윈치 작동 상태, 채수 또는 측정 상태 등에 대한 실시간 상태 파악이 요구된다. <그림 3-32>에서 보는 바와 같이 윈치의 수심,

하강, 상승, 펌프 작동여부, 채수 여부 등에 대한 정보를 실시간으로 파악하여 채수 및 수질 측정에 정도를 높이고 있다.

3.3.2 수질 측정 정보 관리

가. 실시간 수질 정보 파악

탐사선에 탑재되어 있는 수질측정센서는 수온, pH, EC, DO, 수심을 측정하고 있다. 측정지점이나 항로에서 필요한 경우 원치를 내려 특정지점에서 위 항목의 수질을 측정할 수 있다. 이렇게 측정한 자료는 원격으로 전송되어 컴퓨터에 하나의 로그파일로 저장되어 있다. 하지만, 센서의 적절한 작동여부를 파악하기 위해서는 실시간 측정 자료를 눈으로 확인할 수 있다면 더욱 효율적일 것이다. 물론 로그파일에 측정센서에 대한 전원으로 배터리 전압을 하나의 간접지표로 기록하고 있지만, 이에 대한 정보도 화면상으로 실시간으로 볼 수 있다면 수질 측정에 있어서 오차나 실수를 미연에 방지할 수 있을 것이다.

이를 위치정보와 연계하여 도면상에 측정지점의 수질 정보를 도시할 수 있다면 수질 측정 결과를 공간적으로 한눈에 볼 수 있어 수질측정에 보다 효과적일 것이다. 이와 함께 실시간 정보는 그림 21의 화면의 우측에 하나의 탭으로 설정하여 각 항목의 실시간 측정치를 수치로 보여 줄 수 있다면 유용할 것으로 생각된다.

나. 측정 대상 지점 수질 도표화

실시간 수질 센서 값의 파악과 함께, 실제 수질 측정을 대상으로 하고 있는 지점과 수심에 따른 측정값 정보를 확인할 수 있도록 하는 방안도 고려해야 한다. 물론 탐사선의 운항 완료 후에 로그파일 기록을 통해 정리할 수도 있다. 하지만, 측정 대상 지점의 측정값을 실시간으로 정리하여 하나의 도표로 보여줄 수 있다면 전반적인 저수지 수질 파악에 유용한 수단이 될 것이다. 진술하였듯이, <그림 3-32>에 화면 공간의 제약이 된다면, 수질 관련 정보를 새로운 탭으로 구성하여 제공할 수도 있을 것이다.

제4절 현장시험 및 실용화 방안제시

1차년도에 개발되었던 농업용저수지 자율항법 수질측정 선박체를 이용하여 현장 실험을 통해 문제점 파악 및 개선안을 도출하고 적용하였으며 자율항법 자동수질측정 시스템의 사용자 매뉴얼 및 기술지침서를 작성하여 실용화 방안을 제시하였다.

3.4.1 개발 시작품 및 시스템 현장시험 및 개선

자동수질측정 및 시료채취용 자율항법 탐사선 개선은 크게 자동수질측정선박 부문, 자율항법 자동수질측정 시스템부문으로 나누고 다시 자동수질측정선박 부문은 무인자동 채수기, 자동원치시스템, 센서, 제어부로 구분하고 자율항법 자동수질측정 시스템 부분은 최적항로운항 모듈, 정박 모듈, 통신 모듈, 호심탐색 모듈, 의사결정 지원 모듈로 구분하여 실내분석 및 현장실험 통해 문제점을 파악 및 개선안을 도출하고 적용하여 개발하였다.

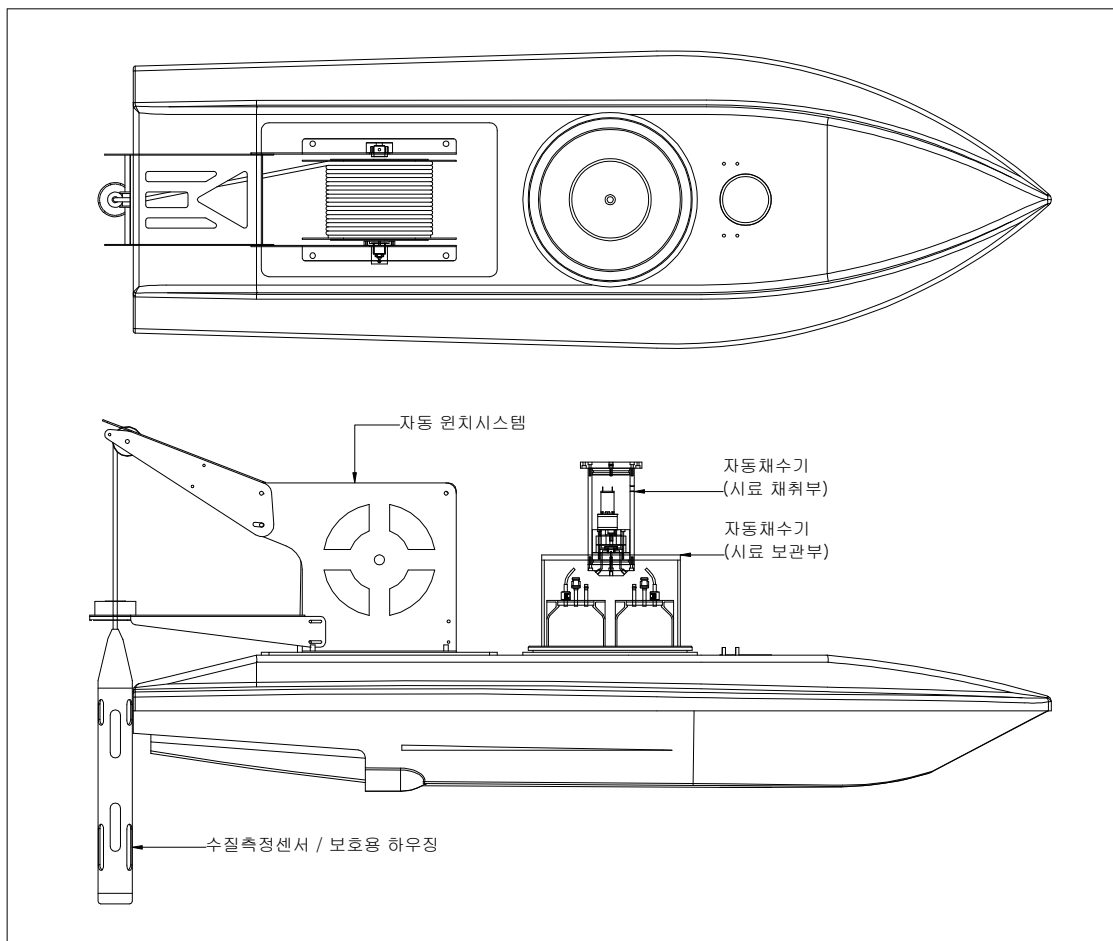
가. 수질측정선박 현장시험 및 개선

무인자동 수질측정모듈 연계를 위하여 개발되어진 무인자동 채수기와 자동원치시스템은 직류 전원을 사용하도록 설계되었고 이미 선박에 장착되어진 배터리를 이용하기 위하여 전력소모를 최소화 할수 있도록 설계 하였고 수질센서와 제어모듈, 선박에 있던 기존의 제어모듈간의 통신을 원활히 할수 있도록 RS232C 통신이 가능한 새로운 제어모듈을 개발하였다.

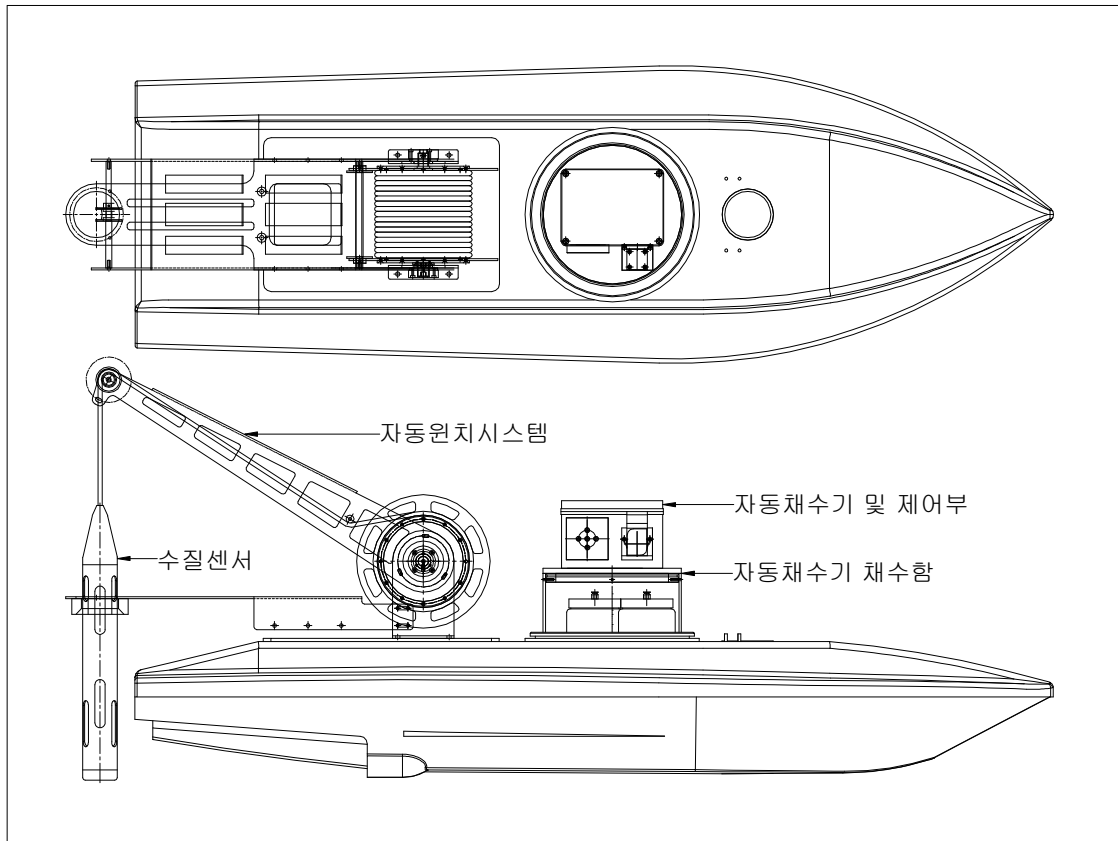
<그림3-34>는 1차년도 과제 완료 시 설계 개발된 구성도 이며 원치의 무게는 줄이되 내구도는 높이는 방향으로 <그림3-35>와 같이 개선되었으며 선박이 운항중일 때 센서가 수질에 노출되지 않고 채수 시 센서가이드에 가해지는 힘을 최소화 하고 채수호스가 풀리고 감길 때 엉킴 현상을 최소화 하기 위하여 <그림3-36>과 같이 최종 설계 및 개발되었다. 최종설계 시 개선된 사항은 <표3-3>과 같다.



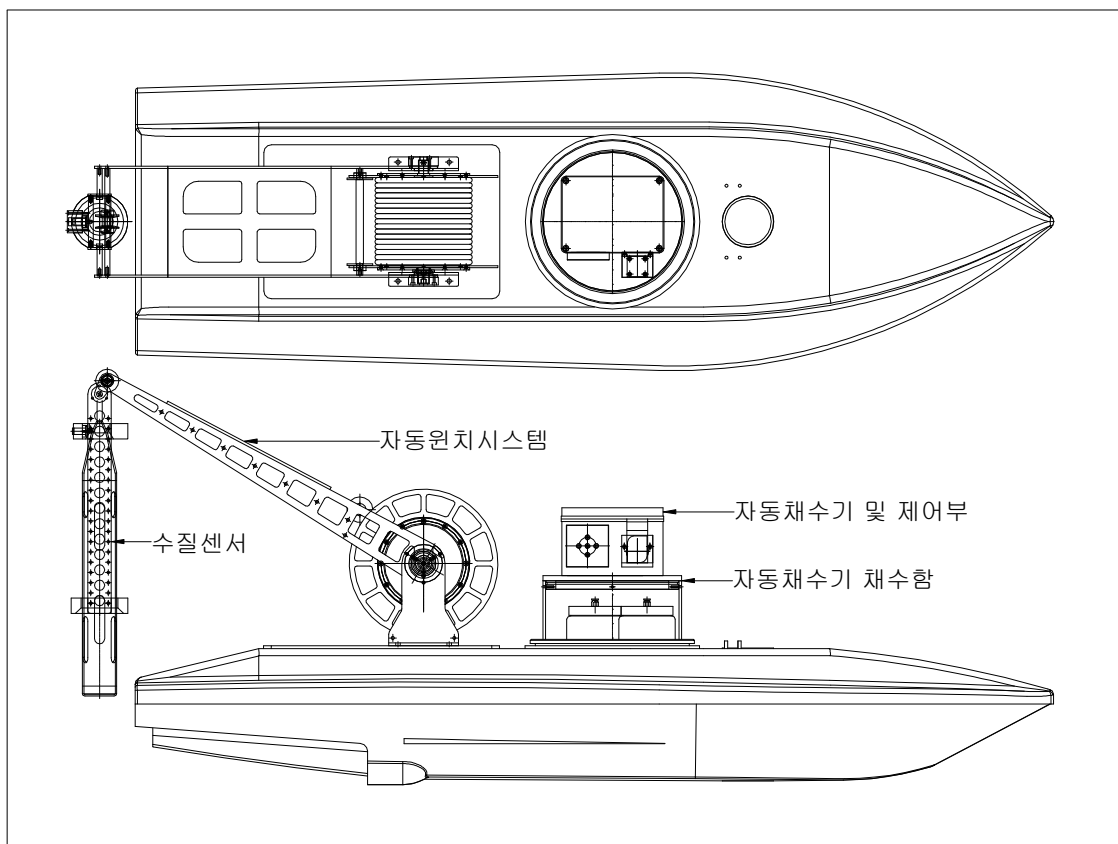
<그림 3-33> 기존 개발된 자율항법 선박



<그림 3-34> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (1차년도)





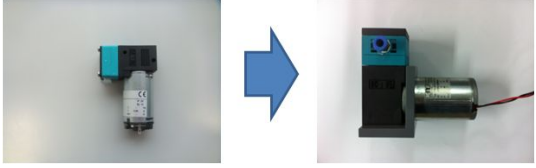
<그림 3-35> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (개선)



<그림 3-36> 자율항법 무인자동 수질측정 선박 구성도 (최종)

<표 3-3> 설계 변경에 따른 개선 항목

구분	개선 부위	내용
<p>센서 ON/OFF 감지 스위치</p>		<p>하단부에 센서 감지 스위치가 위치해 있는 경우 보트 운항 시 센서가 수중에 잠기는 현상이 발생되어 이를 보완하기 위하여 센서 감지스위치 위치를 상단부로 조절하여 운항 시 센서가 수중에 잠기는 현상을 방지하였음.</p>
<p>호스 가이드 높이 조절</p>		<p>호스가 감길 때 가이드를 벗어나는 현상을 방지하기 위해 가이드의 높이를 조절하고 호스의 길이도 25m에서 20m로 조절하였음.</p>
<p>호스 보조 가이드</p>		<p>호스가 감기거나 풀릴 때 가이드를 벗어나는 경우가 발생하여 이를 보완하기 위해 보조 가이드를 설치하였음</p>
<p>센서 가이드 무게추(2kg)</p>		<p>센서 하강 시 센서자체의 부력으로 케이블이 늘어지는 현상이 발생하여 채수 케이블의 엉킴 현상이 줄이기 위하여 제작되었음.</p>

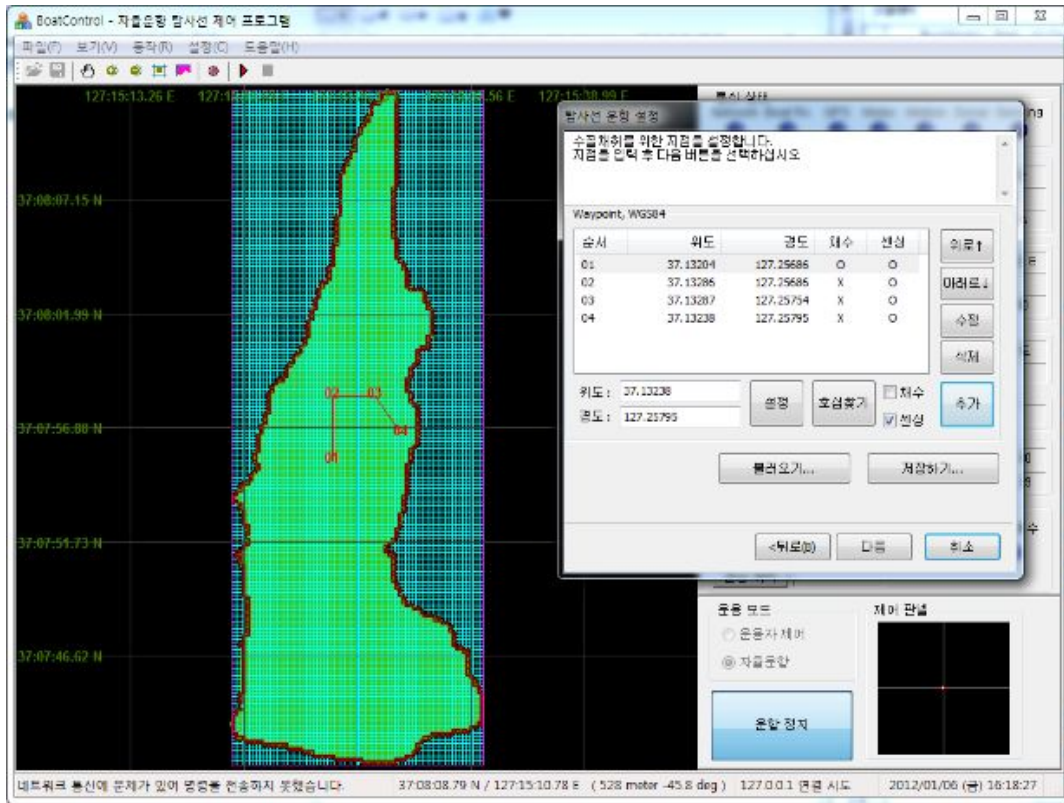
구분	개선 부위	내용
시료 보관		<p>1000mL 시료 백 6EA를 2000mL 시료 통 3EA로 변경하였음.</p>
시료채수용 펌프		<p>NF30-DC 모델을 NF100-DC모델로 변경하여 분간 유입유량의 용량을 개선하였음.</p> <p>개선 전 : 0.3L/min 개선 후 : 1.2L/min</p>

3.4.2 자율항법 자동수질측정 시스템 현장시험 및 개선

자율항법 수질측정을 위한 시스템 개선을 위하여 1차년도에 설계된 기존 탐사선과의 연계 운항·제어모듈 및 저수지 수질측정을 위한 다양한 모듈 개발하고 현장 시험을 통해 최적화 될 수 있도록 개선하였다.

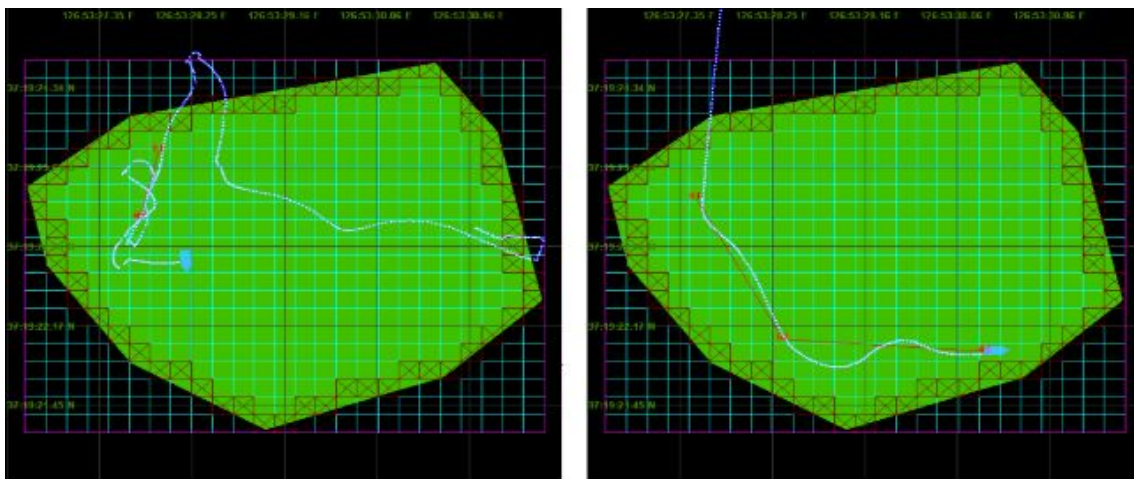
가. 최적 항로 운항 모듈

선박의 수질 측정 및 채수를 위한 항로를 설정하고 관리할 수 있도록 UI를 구성하였으며 설정된 항로의 재사용성을 위하여 저장하거나 불러올 수 있도록 설계 하였고 지점별 수질측정, 시료채수 및 경유지점 등을 설정 할 수 있도록 구성하였다.



<그림 3-37> 운항 경로 설정 화면

또한 설정된 경로로 운항될 수 있도록 운항모듈을 개발하였으며 현장시험 및 분석을 통해 개선하였다.

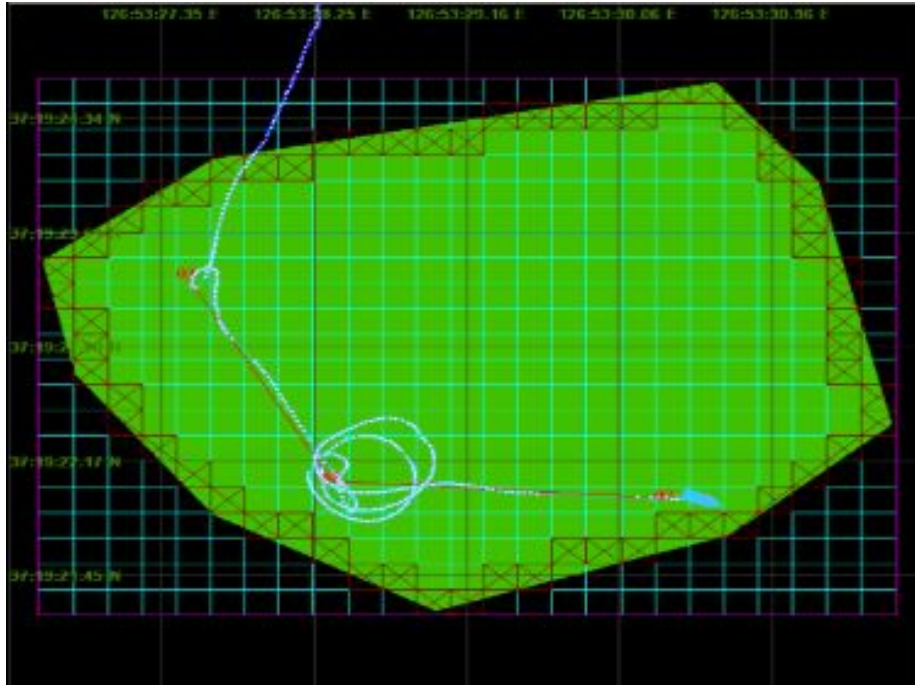


<그림 3-38> 운항 모듈 개선 전(좌측), 개선 후(우측)

나. 시료 채취지점 정박 운항 모듈

시료채수는 채수병에 표층, 중층, 저층 각각 2리터씩 채취하게 되어 있는데 채수 시간이 각 5분씩 총 15분정도 소요됨에 따라 채수 시 선박의 채수지점 이탈을 최소

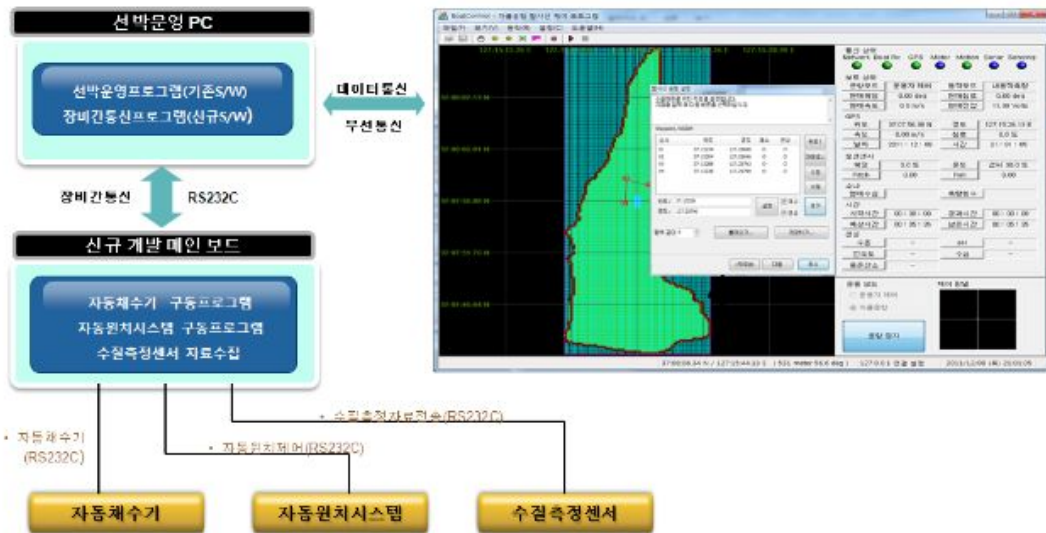
화 할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 위치유지 알고리즘을 적용한 정박운항모
 들을 개발하여 채수 시간동안 정박하는 기능을 개발하였다. 아래 그림에서 두 번째
 지점에서 채수 시 위치를 유지하는 것을 확인 할 수 있다.



<그림 3-39> 채수 시 정박 알고리즘 적용

다. 연계·제어 시스템 및 통신방식 개발

제어시스템은 선박운영PC에서 운용되고 있는 자율항법 내용적측량 SW에 수질모
 니터링 프로그램을 추가 개발하여 적용한 것으로 자동채수, 원치제어, 다항목센서의
 자료 수집 등을 수행하도록 구성하였다. 구성도는 <그림3-40>과 같다.



<그림 3-40> 시스템 연계 운영 구성도

시스템의 운영과정은 채수 및 수질측정지점에 도착시 선박운영 프로그램에서 개발된 제어보드로 채수 시작 신호 및 수질측정 시작, 원치 하강 등의 명령들을 전송하게 되며 제어보드는 수신된 명령에 따라 원치 및 수질측정을 시행하게 된다. 이때 원치의 동작 상태 및 측정된 수질자료는 선박운영 SW로 전송되며 선박운영 SW는 전송받은 데이터를 육상유닛 단말기로 소켓통신을 통하여 전달하면 육상유닛 단말기 모니터 상에 원치의 상태 및 수질측정자료를 실시간으로 표시되도록 설계하여 운용자는 육상유닛의 모니터 화면을 통해 원치 상태, 채수 상태 및 실시간 측정자료를 실시간으로 모니터링이 가능하며 유사시 원치를 수동 올리거나 내리고 멈추게 하는 동작을 제어할 수 있도록 개발하였다.



<그림 3-41> 다항목 수질센서 측정자료 모니터링 화면

선박운영 PC와 채수기, 원치 및 수질측정센서 간 통신을 하기 위한 프로토콜은 <표3-4>과 같으며 형식은 아스키코드기반으로 규정하였다.

<표 3-4> 선박운영 PC와 채수기, 윈치 및 센서 간 통신규약

내용	송신명령	수신명령	비고
센서 전원 ON	+	+>	
센서 데이터 요청	R	SMMSS.....0x0D	64Byte로 구성 된 센싱 자료
윈치 하강	{	{>	
윈치 멈춤	/	/>	
윈치 상승	}		
1번 채수 시작	S1	S1>	
2번 채수 시작	S2	S2>	
3번 채수 시작	S3	S3>	
1번 채수 종료	E1	E1>	
2번 채수 종료	E2	E2>	
3번 채수 종료	E3	E3>	
센싱 전원 OFF	-	->	
Flushing	P9	P9>	'P'+한자리숫자' [10초단위] 유효범위 : 1~9
대기	T10		'T'+두자리숫자' [초단위] 유효범위 : 01~99
윈치하강제한설정	L99	99>	'L'+두자리숫자[2초단위] 유효범위 : 01~99
채수시간제한설정	V40	40>	'V'+두자리숫자[10초단위] 유효범위 : 01~40

센서 데이터 요청 시 수신되는 형식은 총 64Byte로 구성되며 일련번호, 수온, pH, 전도도, 수심, 센서전원, DO[mg/l], DO[%], 윈치상태 순서로 자료가 전송된다. <그림3-42> 윈치 상태는 1Byte 아스키 문자로 구성되며 <표 3-5>와 같다.

CENTECH U0.5							
Time	Temp	pH	SpCond	Depth	Batt	D0	D0 S
MMSS	deg C	units	uS/cm	meter	volts	mg/L	% Sat S
0022	24.12	1.69	105	0.21	12.10	2.18	26.00 D
0023	24.56	1.69	105	0.21	12.10	2.18	22.30 D
0024	24.56	1.69	105	0.21	12.10	2.15	22.30 D
0025	24.56	1.69	105	0.51	12.00	1.85	19.50 D
0026	24.56	1.80	111	0.51	12.00	1.82	19.50 D
0027	24.56	1.80	111	0.90	12.00	1.62	19.50 D
0028	24.56	1.80	111	0.90	12.00	1.62	14.10 S
0029	24.44	1.80	105	0.90	12.00	1.17	14.10 S
0030	24.44	1.80	105	1.17	12.00	1.17	10.40 F
0031	24.38	0.91	105	1.17	12.00	1.87	10.40 F
0032	24.38	0.91	105	1.48	12.00	0.87	10.40 F
0033	24.38	0.91	105	1.48	12.00	0.87	7.30 F
0034	24.30	0.00	105	1.48	12.00	0.60	7.30 F
0035	24.30	0.00	105	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0036	23.97	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0037	23.97	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0038	23.83	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0039	23.83	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0040	23.83	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0041	23.76	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0042	23.76	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0043	23.76	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0044	23.72	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0045	23.72	0.00	107	1.83	12.10	0.60	7.10 F
0046	23.69	0.00	106	1.83	12.10	0.60	7.10 F

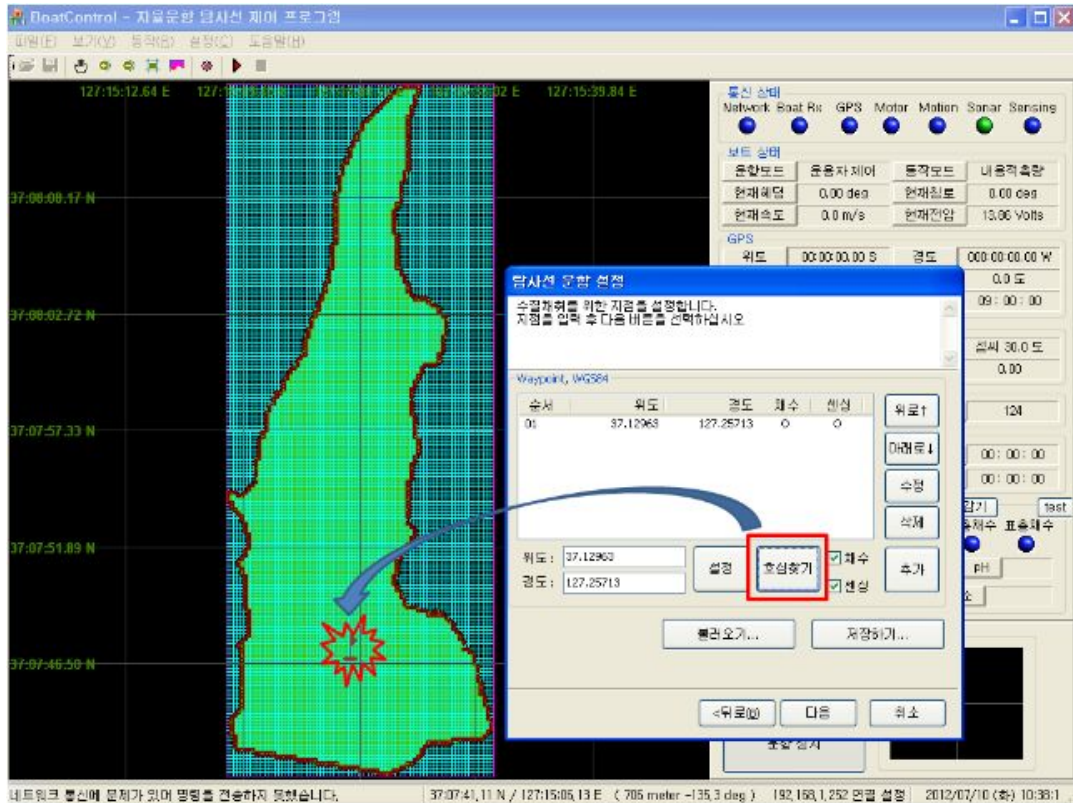
<그림 3-42> 센서 측정 자료

<표 3-5> 원치 상태 코드

상태코드	내용
D	원치 하강
U	원치 상승
F	플러시[잔류 시료 배출]
S	원치 멈춤
A	1번 시료 채수
B	2번 시료 채수
C	3번 시료 채수

라. 호심 탐색 모듈 개발

농업저수지 수질 측정 시 일반적으로 대표 수질을 측정하기 위해 호소의 중심인 호심의 수질을 측정하고 있다. 이에 본 과제에서는 자동으로 호소의 외곽정보를 바탕으로 중심점을 탐색하는 모듈을 개발하고 적용하였다. 또한 호심탐색 기능을 캡슐화 시켜 향후 성능개량 시 호심을 탐색하는 여러 알고리즘을 추가 적용시키기 용이하도록 설계 및 개발하였다.

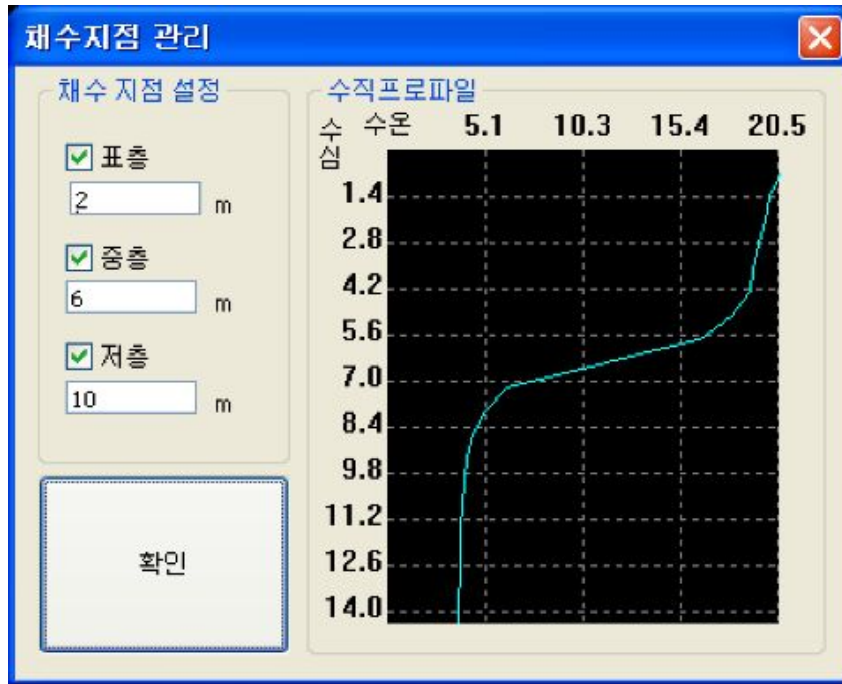


<그림 3-43> 호심 탐색 화면

마. 채수지점 의사결정 지원 모듈 개발

농업 저수지의 주요 관심지점 시료를 확보하기 위해서 초기에는 수심의 표층, 중층 저층을 일정한 간격으로 구분하여 채수하도록 설계되어 개발되었으나 호소마다 주변 환경 특성이 다르며 동일한 호소의 같은 지점이라 하여도 계절 및 주야간의 변화에 따라 표층, 중층, 저층의 구분이 유동적으로 변화하는 상황을 고려하여 설계 변경 및 기능보완이 필요하게 되어 채수지점의 의사결정 지원 모듈을 적용하였다.

채수지점의 의사결정 지원 모듈은 선박이 채수지점에 도달하게 되면 윈치를 하강시켜 센서를 수심 바닥부근까지 내리게 되는데 이때의 수심별 수온값을 사용자에게 수직프로파일 그래프로 제공하여 운용자가 채수 포인트를 결정하기 용이하도록 의사결정을 지원하는 모듈이다.



<그림 3-44> 채수지점 의사결정 지원 기능

바. 시료 유입 테스트

시료 채취 시 채수시간과 드럼부에 감기는 부피를 고려하여 가장 효율적인 시료 채취용 호스의 외경 및 내경을 결정하기 위해 호스의 길이는 25m, 채수용량은 2리터를 기준으로 하여 시료유입시간을 측정하였다.

<표 3-6> 호스의 규격별 채수 시간

케 이 블 외 경	10mm	12mm	14mm
호 스 외 경	호스 6mm	호스 8mm	호스 10mm
호 스 채수시간	62초	62초	69초
2 리터 채수시간	383초	253초	222초
합 계	445초	315초	291초
원 치 예 상 단 면 도			

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도



제1절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

○ 연구결과 목표달성도

- 1) 농업용저수지 자율항법 수질측정 보트 개선 및 제어기술 개발
 - 기본의 내용적 측량 선박에 자동 수질측정 및 시료채취 장치를 탑재하여 자율항법 보트 연개 모듈 개발
 - 자율항법 수질측정을 위한 호심 및 관심지점 경로 관리 및 정박운항 및 보트 제어기술 개발
- 2) 무인자동 수질측정 및 시료채취 장치 개발
 - 농업용저수지 자동 수질측정 기술 개발
 - 농업용저수지 무인 채수장치 개발

○ 관련분야에의 기여도

- 1) 농수로의 효율적인 관리를 위한 기반기술 발전에 기여
 - 농업용수의 효율적인 관리를 위해서는 대표수질 및 주요 관심 지점의 수질을 정확히 측정하는 것이 필수적으로 선행되어야 하며 자율항법 수질측정 보트를 통하여 수질측량 기술 발전에 기여
 - 농업용수의 수질 측정기술과 더불어 각종 수질자료의 신뢰성있고 체계적인 자료관리를 통해서 농업용 수로 관련 물관리, 조작운영 및 수질자료의 정량화 기술발전에 크게 기여
- 2) 에너지 사용량 절감 효과
 - 선박체의 운항전력을 배터리로 선택하여 개발한 무인탐사선이므로 기존 유인탐사선의 가솔린을 이용한 수질측량 및 채수 운용에 드는 비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라 환경파괴의 영향도 적어 에너지 절감 효과가 기대
- 3) 체계적인 농어촌 저수지의 수질자료 활용 효율 향상 효과
 - 센싱 및 채수 지점별 측정된 수질자료 DB확보를 통해 체계적인 수질 측정 자료 활용이 기대됨
- 4) 농어촌 저수지의 시료채취 노동력 절감 효과
 - 기존의 관련 공무원이 직접 배를 띄어 시료를 채취하는 방식에서 무인탐사선에 의한 자동채수 방식이므로 현장관리자의 노동력을 줄일 수 있으며 실시간으로 수질센서자료의 모니터링이 가능하게 되므로 업무효율 증가 및 시간의 절약을 통하여 내용적 측정 소요 예산 절감

제5장 연구개발 성과 및 성과활용 계획



제1절 연구개발결과의 활용계획

제5장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제1절 연구개발결과의 활용계획

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 자율항법 무인자동 수질측정 프로그램을 최초로 개발하고 연구성과를 특허출원(국내1건), 특허등록(1건), 프로그램등록(5건)을 완료하였으며 연구성과의 실용화를 위한 국내외 전시박람회(국내 2건) 출품과 현장설명회(6회)를 실시하였음.
- 본 연구를 통해 개발한 자율항법 무인자동 수질측정 프로그램 기술의 실용화를 위하여 정책반영과 시범사업을 추진하고 있으며 본 기술은 한국농어촌공사에 제공하여 일선 유지관리사업 계획수립 등에 활용하고 있음.
- 무인자동 수질측정을 위하여 선행 연구되었던 저수지내용적측정 자율항법 보트의 운항 및 제어기술을 개발하고, 윈치 시스템을 통한 자동 수질측정 및 채수장치를 개발하여 농업용저수지의 수질자료를 체계적으로 확보하고 물관리에 활용함으로써 효율적인 물관리 뿐만아니라 가뭄, 홍수 같은 재해에 대비할 수 있음.

또한,

- 전국 농업용저수지에 적용하여 효율적인 저수지 관리 실현
개발 후 주관연구기관인 농어촌공사가 관리하고 있는 저수지와 지자체의 농업용저수지에 대해 자율항법 무인자동 수질측정 기술을 활용하여 안전하고 효과적인 수질측정과 자료관리를 실현하고 예산 절감토록 추진
- 농업용저수지 수질측정 자료의 효율적인 관리
농업용저수지 수질측정 기술은 국가 저수지 수질측정망 운영에 활용할 수 있으며, 이수와 치수를 위한 일선 저수지 관리 및 물관리 업무의 기본정보로 활용하여 수자원 절약 및 재해 피해저감에 활용
- 개발기술을 이용한 저수지 수질모니터링 관련 개발기술에 활용
자율항법 음향측심 무인탐사 저수지측정 기술을 이용한 관련 수중모니터링기술 개발에 적용하여 환경 및 수질 감시등의 관련 기술개발에 활용

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보



제1절 저수지 수질시료 채취 지점 선정방법

제2절 저수지 수질시료 채취 깊이 및 간격설정

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제1절 저수지 수질시료 채취 지점 선정방법

가. 수질 샘플링 전략 (UNESCO/WHO/UNEP, 1996)

UNESCO/WHO/UNEP 공동으로 수질평가 지침서를 1992년에 출판한 바 있고, 1996년에 보완된 버전이 출판되었다. 이 지침서는 저수지에 대해 주요 조사목적에 따라 수질시료 샘플링 전략에 대해 제시하고 있는데 다음의 <표 6-1>과 같다. 다목적의 경우 이들 조합 중 가장 높은 수준의 수질 모니터링 전략에 따라 모니터링을 수행하는 것이 합리적일 것이다. <표 6-1>에서 보는 바와 같이 농업용 저수지의 경우 주요 샘플링 지점으로 저수지를 대표할 수 있는 정수지와 출구지점을 주 또는 월 단위로 모니터링 하는 것을 제안하고 있다.

<표 6-1> 저수지 이용 목적에 따른 모니터링 전략 (UNESCO/WHO/UNEP, 1996)

주요 물 이용	주요 샘플링 지점	시료채취 빈도	수리동력학적 고려사항	물리/화학적 측정 요소	생물학적 방법
음용수 공급	공급시설의 출구	일 또는 주 단위 연속 측정	열적 성층, 물 흐름의 단락	온도, 용존산소, 색도, 탁도, 현탁물질, 냄새, pH, 유기물질, 중금속, 질산성 질소	대장균, 병원균, 식물성 플랑크톤, chlorophyll a
산업용수 공급	공급시설의 출구	일 또는 주 단위 연속 측정	열적 성층	온도, pH, 경도, 용존산소, 현탁물질, 주요 양이온	병원균
발전 용수	출구 근처	일에서 주 단위	열적 성층, 물 흐름의 단락	전기전도도, 현탁물질, 주요 양이온, 용존산소	
관개 용수	대표 개수(open water) 지점 및/또는 출구	주에서 월 단위		pH, 총 용존 물질, 나트륨, 염화물, 마그네슘	분변성 대장균
수산 및 위락용수	대표 개수(open water) 지점	주에서 월 단위	열적 성층	현탁물질, 용존산소, BOD, 암모니아	식물성 플랑크톤, chlorophyll a, 어류 생체량
양식	유입구 및 개수(open water) 지점	일에서 주 단위	열적 성층	온도, 현탁물질, 용존산소, 암모니아, 영양성분	Chlorophyll a
식품 관리	유입수 및 유출수	월에서 년 단위		현탁물질, 탁도	

저수지 수질 조사지점의 선정은 물의 이용 목적, 채수지점의 조건 등을 반영해야 한다. 일반적으로 저수지 댐 근처의 수심이 깊은 지점을 수질 모니터링 지점으로 고려를 한다. 실제로 이 방법에 의한 수질이 보다 광범위하고 집중적인 모니터링 조사 결과의 통계적 평균치와 매우 유사한 경우가 많다고 알려져 있다. 아마도 수심이 깊은 댐 근처가 실제로 물의 양적 측면에서 저수지의 상당량을 대표하기 때문 일 것이다.

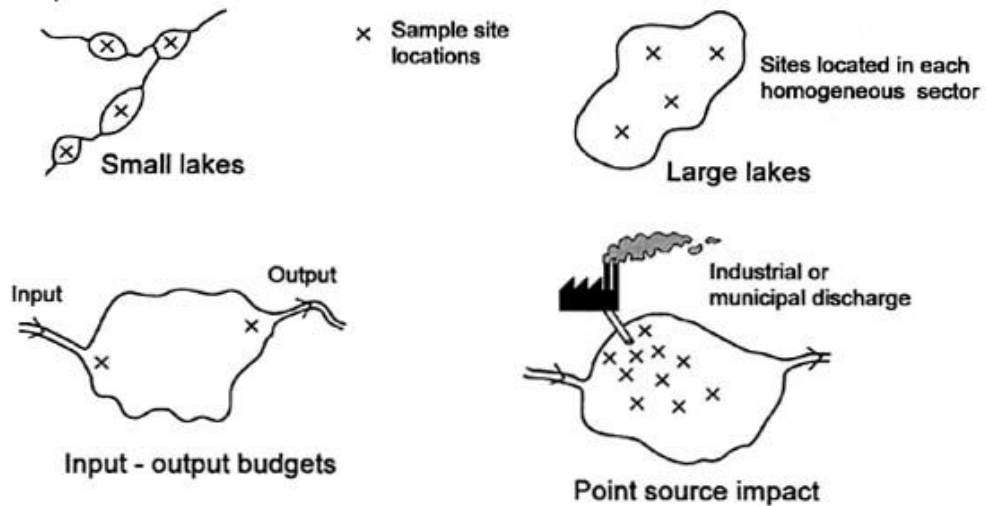
부정형의 저수지의 경우 저수지 운영이나 물리적 구조물 등에 따라 저수지 수질에 영향을 미친다. 예를 들어 원형에 가깝고 잘 섞이는 비교적 적은 규모의 저수지는 한 지점 채수 모니터링으로 충분히 대표될 수 있을 것이다. 반면 규모가 큰 저수지의 경우 비교적 균일한 구역으로 구분하여 각 지점에 대해 대표 시료를 채취하는 것이 필요할 것이다. 부영양화 평가 모니터링의 경우 가능하면 주 단위로 조사하여 시간적 변화를 파악하고 일정기간 동안의 통계치를 계산하여 제시하는 것이 바람직하다.

<그림 6-1>은 저수지 특성에 따른 샘플링 지점 선정 방법과 수질 항목에 따른 수질 측정 전략을 보여주고 있다. 수심이 깊은 성층화된 저수지의 수질 시료 채취 방법으로 수표면 인근의 상층부는 특정 수심까지 깊이별로 일정울의 시료를 채취하는 통합 샘플링 방법을 적용하고, 하층부는 일정 깊이로 구분하여 깊이별로 시료를 채취하는 것을 보여주고 있다.

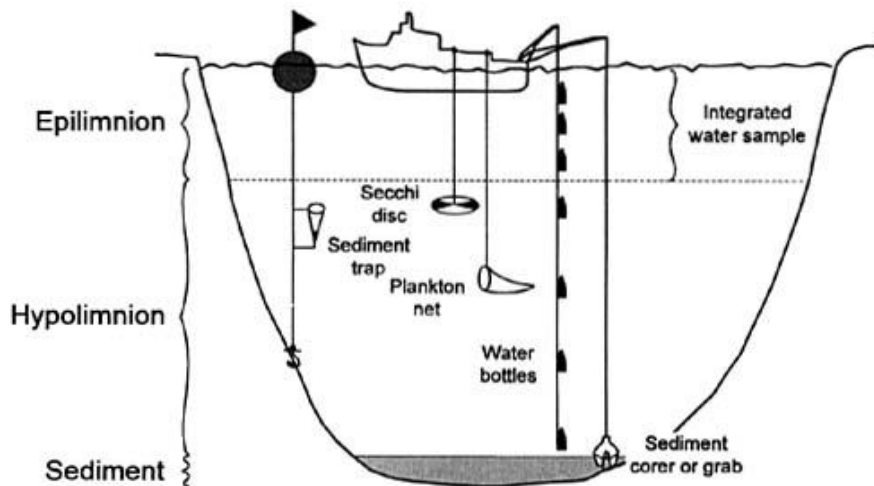
샘플링 방법에 대해 저수지의 부영양화 조사나 저수지의 물질 수지 분석 목적에 따라 보다 구체적으로 기술하면 다음과 같다. 우선 부영양화 조사의 경우 주로 질소, 인 등의 영양물질과 주요 이온화합물, 클로로필-a 등을 포함하여 조사된다. <그림 6-1A>에서 보는 바와 같이 저수지의 규모가 작은 경우 한 지점 샘플로 각 저수지를 대표할 수 있지만 저수지 규모가 일정규모 이상으로 커지면 호수를 균일 지구로 분할하여 각 지구당 1개의 대표시료를 채취하는 것이 바람직하다. 부영양 평가를 위해서는 시간적으로도 1주일에 1회 이상이 가장 이상적이면 월별 1회 이상은 반드시 조사가 이루어져야 한다. 그래야만 저수지 수질의 계절적 변동에 대한 평가가 가능하고 또한 계절 및 연 평균값 산정에 의미가 있기 때문이다. 수심에 따른 수직적 조사에 있어서도 <그림 6-1B>에서와 같이 호수의 물리적 구조에 따라 적절한 취수 방법을 선택해야 한다. 식물성 플랑크톤 샘플링을 위해서는 표수층의 깊이 통합 시료 채취법을 적용하는 것이 적절할 것이다.

저수지의 유입 및 유출 조사의 경우 역시 시간적으로 적정 간격을 두고 정기 조사하는 것이 필요하며 수심에 따라서도 통합 조사가 필요하다. 또한 유입 및 유출 총량을 산정하기에 충분한 유량 및 수질 정보를 조사하여야 한다. 점원 오염원 유입에 따른 국부적 영향 평가를 위해서는 유입지점을 대상으로 인근 영향 지구를 포괄하는 무작위 추출방법도 적용 가능하다.

A. Sample site location



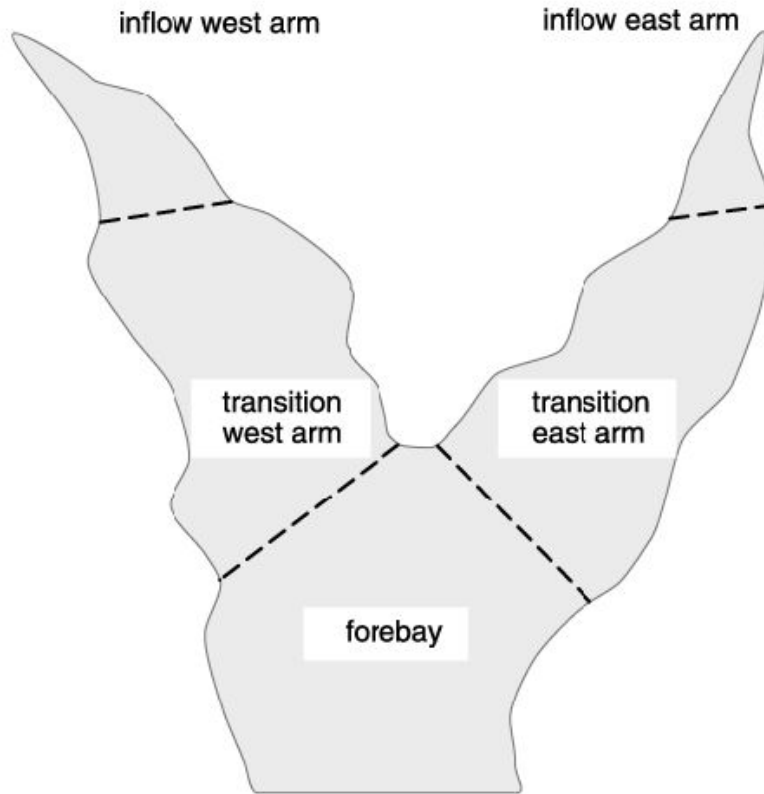
B. Sampling strategies



<그림 6-1> 저수지 샘플링 지점 선정 원리 (UNESCO/WHO/UNEP, 1996)

나. 미국 환경청 (USEPA, 1998)

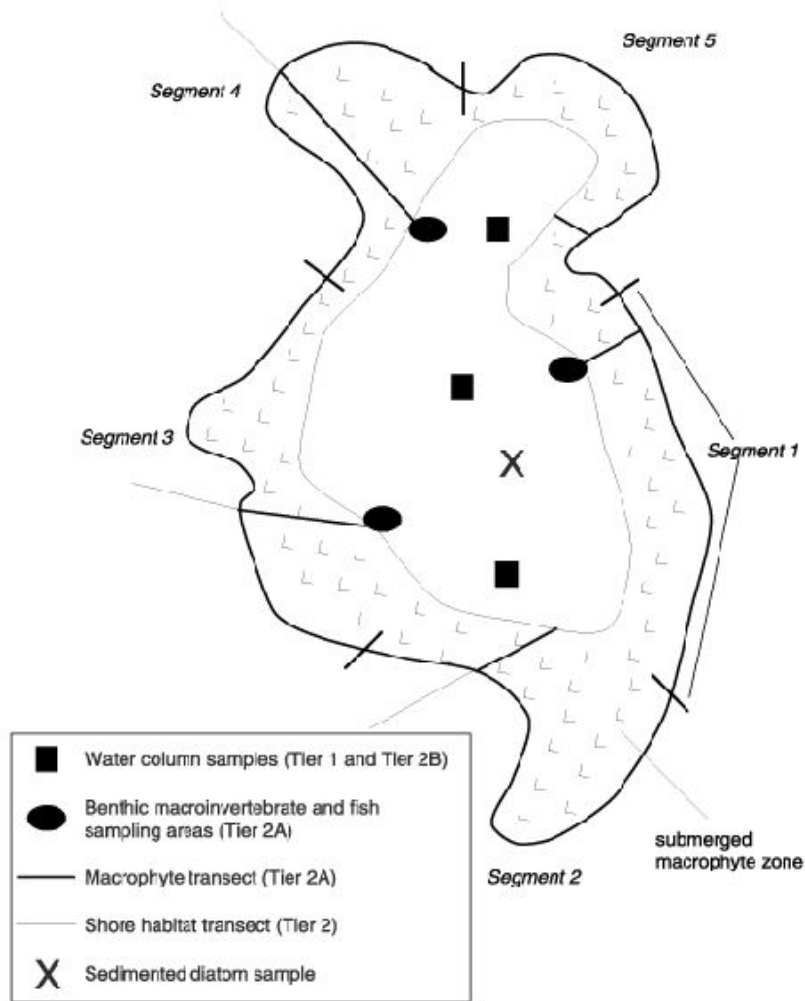
수질 시료의 채취 계획 수립에 있어서 소요되는 시간 및 예산에 대한 고려가 필수적이다. 따라서 수질 모니터링의 목적을 명확하게 설정하고 이에 맞게 시료 채취의 범위를 결정하여야 한다. 수질 시료의 수집 지점은 해당 저수지를 대표할 수 있도록 선정하여야 한다. 일반적으로 일점 채취의 경우 저수지 중앙의 가장 수심이 깊은 지점을 선정한다. 하지만 저수지 규모가 큰 경우 일점 채취로는 대표성을 갖기 어렵기 때문에 다지점 채취가 필요하다. 경우에 따라서는 시료 채취자의 주관의 배제하기 위해 시료 채취지점을 무작위로 선정하는 것도 가능하다. 또한 수역의 특성에 따라 연안부, 대양부, 유입부 등으로 계층화하여 채수하는 것도 가능하다. 전체 호소의 평균값은 채수지점의 상대적인 대표면적 또는 용량을 가중해서 산정해야 한다. 다음의 <그림 6-2>는 비교적 단순한 특성의 호수 수질 채수지점 구획을 예로 보여주고 있다.



<그림 6-2> 호소 다채수 지점 구획 선정 예 (USEPA, 1998)

1) 일점 채수 방법 (Single site sampling)

목적이 국내 저수지 전체를 대상으로 조사하는 경우처럼 굉장히 많은 저수지를 대상으로 조사하는 경우에 일점 채수법이 비용 측면에서 효과적이므로 많이 사용된다. 한 지점을 채수하기 때문에 채수 지점으로 보통 저수지의 중앙을 선정하는 것이 일반적이다. 만약 강으로부터 저수지로의 유입부가 길어서 수질이나 생태계의 생산성이 유입부, 저수지 중앙, 체체부로 점진적인 변화가 있는 경우 (Kennedy and Walker 1990), 일지점 시료 채취는 적절한 방법이 아니다. 이러한 경우 강변부, 천이부, 호수부로 구분하여 각 구획당 일지점 이상 최소 3지점 이상 채수하는 것이 바람직하다<그림 6-3 참조>.



<그림 6-3> 복합 채수지점 선정 예 (수질, 생태계, 서식처 등) (USEPA, 1998)

2) 다지점 채수 방법 (Multiple sites sampling)

저수지 표면수를 횡단하여 투명도, 영양물질 농도 등을 조사하고자 한다면, 다지점 채수 방법이 적용되어야 한다. 또한 많은 대규모 저수지의 경우 수질이나 관심 인자의 변화가 발생하는 경우 채수지점은 구획으로 구분하여 독립적으로 채수하는 것이 필요하다. 전술하였듯이 크게 하천 유입부, 천이부, 호수부 3개 지구로 채수구획을 결정하고, 각 구획에 대해 2개 이상의 수질 시료를 채취하는 것이 한 예가 될 수 있다.

정확한 채수 지점의 수는 저수지 수질의 공간적인 분포 특성에 기초하여 결정하는 것이 바람직하다. 일반적으로 저수지에서 공간적인 변화보다는 시간 또는 계절적인 변화가 큰 것이 보통이다(Knowlton and Jones 1989). 이러한 경우 보다 정확한 저수지 특성화를 위해서는 여러 지점을 일회적으로 모니터링하는 것보다 특정 지점을 일정기간동안 반복적으로 모니터링하는 방법이 효과적일 수 있다.

3) 혼합 채수 방법 (Composite samples)

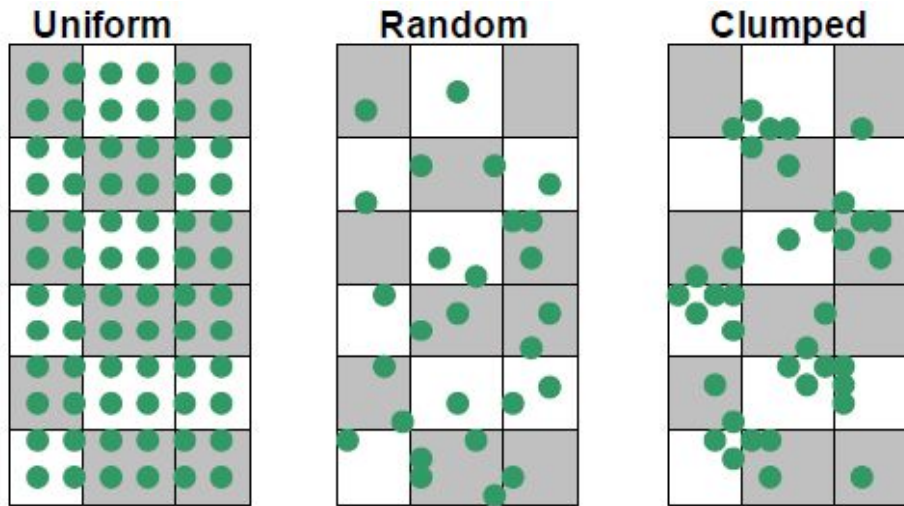
혼합 시료 채수법은 대상 저수지의 여러 지점에서 시료를 채취하고 채취한 시료를 일정 비율로 섞어 혼합하여 하나의 대표 시료로 만들어 수질을 평가하는 방법이다. 이 방법을 적용할 때 유의할 점은 각 지점당 동일한 양의 시료를 채취하여야 한다. 일점 채수법에 비해 혼합 채수법은 대상 저수지의 여러 지점의 시료를 채취하여 하나의 시료로 함으로써 시료의 대표성을 향상시키면서도 시료 분석비용은 저감하는 이점이 있다. 하지만 다지점 채수법에 비해 각지점당 분석값을 도출하지 않기 때문에 공간적인 수질분포를 조사하는데는 어려움이 있다.

다. 미국 지질조사국 (USGS)

미국 지질조사국에서는 호수 모니터링을 위해 호수모니터링 현장 매뉴얼(Lake monitoring field manual)을 작성하여 이용하고 있다. 우선 모니터링 지점을 결정하기 위해서는 모니터링 목적이 기본적인 고려사항이 되고, 여기에 기초해서 이를 대표할 수 있는 호소의 어떤 부분을 모니터링할지를 결정하게 된다. 하지만 경우에 따라서 이러한 결정이 매우 복잡할 수 있으며, 일반적으로 다음의 사항에 대한 고려가 필요하다.

첫째, 모니터링 지점으로의 접근성이 중요한 기준이다. 모니터링 장비가 동반되는 경우 이는 지점 선택에 있어서 더욱 중요한 요소가 된다. 예를 들어 보트가 없는 경우 오직 호소의 연안, 선착장이나 기타 고착구조물 등이 후보지가 될 수 있다. 배가 있는 경우는 모니터링 지점 선정에 보다 융통성이 생기게 되고, 연안지대뿐 아니라 정수지도 대상이 될 수 있다. 둘째, 대표성의 문제이다. 저수지 대상 지역을 대표할 수 있어서 모니터링 목적에 부합하는 위치를 선정해야 한다. 셋째, 주변으로부터의 오염물질의 영향이 없어야 한다. 또한 장기적으로 안정적인 위치를 대상으로 선정하여야 한다.

크게 샘플링 지점을 결정하는 원리는 다음과 같은데, 원칙적으로 다수의 저수지를 대상으로 하는 경우 각 저수지당 시료채수의 개수가 한정될 수 없다. 다만 샘플 숫자에 따라 대상 지구를 가장 잘 대표할 수 있도록 하는 지점 결정방법의 원리를 설명하고 있다. 크게 대상 지구를 일정크기의 격자로 나누고 일정하게 샘플링하는 Uniform 샘플링 방법, 무작위로 샘플링하는 Random 샘플링, 그리고, 일정 지점을 모다 집중적으로 샘플링 하는 Clumped 샘플링 방법 등이 있다<6-4>.



<그림 6-4> 모니터링 지점 선정 원리 예 (USGS, Lake monitoring field manual)

수질 시료 채취지점 선정시 고려해야 할 사항으로 1) 모니터링의 목적, 조사 자료 및 질, 장비, 채수 방법, 2) 대상지구의 정보 및 과거 자료, 3) 규모, 토지이용, 지류 및 유출특성, 지질, 오염원, 수리특성, 수심 등 지구의 물리적 특성 등에 대해 충분히 조사하고 반영하여야 한다.

저수지와 같이 정체 수역에서의 샘플링 지점을 선정할 때는 현장조건에 맞게 계획하는 것이 중요하다. 채수지점의 공간적 및 수직적 분포를 결정하기 위해 현장 측정자료를 최대한 활용한다. 집안시설이 있는 경우 국부적 오염을 피하기 위해 가능하면 이러한 시설물 지역은 피하는 것이 좋고, 가능하면 과거 측정 자료가 있는 지점을 선정하는 것이 바람직하다.

일반적으로 저수지는 수체의 여러 지점 및 깊이에서 수질 시료를 채수한다. 저수지의 규모가 적고 균일한 경우 일점 채수로도 충분하지만, 일반적으로 복수지점 채수 방법이 합리적인 경우가 많다.

저수지 수질시료 샘플링에는 Thief-type 샘플러가 널리 이용되고 있고, Pumping-type 샘플러도 이용되고 있다. 펌프형 샘플러 사용시 주의점은 얇은 층에 펌핑시 시료가 방사형으로 채수가 되어 대표층 밖의 물이 시료에 포함될 수 있어, 특정 얇은 층에 대해 채수에는 단점이 있다.

제2절 저수지 수질시료 채취 깊이 및 간격 결정

시료 채취 깊이를 결정하기 위해서 우선 채수 대상 지점의 수심을 측정해야 하며, 이를 위해 초음파 측정장치 등을 활용할 수 있다. 깊이에 따른 시료 측정 개수 및 간격은 측정된 수심에 기초하여 결정하며, 일반적인 규칙은 다음의 <표 6-2>와 같이 정리할 수 있다 (USEPA, 2007).

<표 6-2> 저수지 시료채취 수심 및 간격 결정 방법 (USEPA, 2007)

채수지점 수심	채수 간격 및 수심 결정
최저 측정지점	항상 바닥으로부터 0.5m 지점 시료 채수
3m 이하	수표면을 포함하여 저수지 바닥에서 0.5m 지점까지 0.5m 간격으로 채수
3 - 20m	수표면을 포함하여 저수지 바닥에서 0.5m 지점까지 1.0m 간격으로 채수
20m 이상	수표면을 포함하여 20m 수심까지 1m 간격으로, 그 이하는 저수지 바닥에서 0.5m 지점까지 2.0m 간격으로 채수

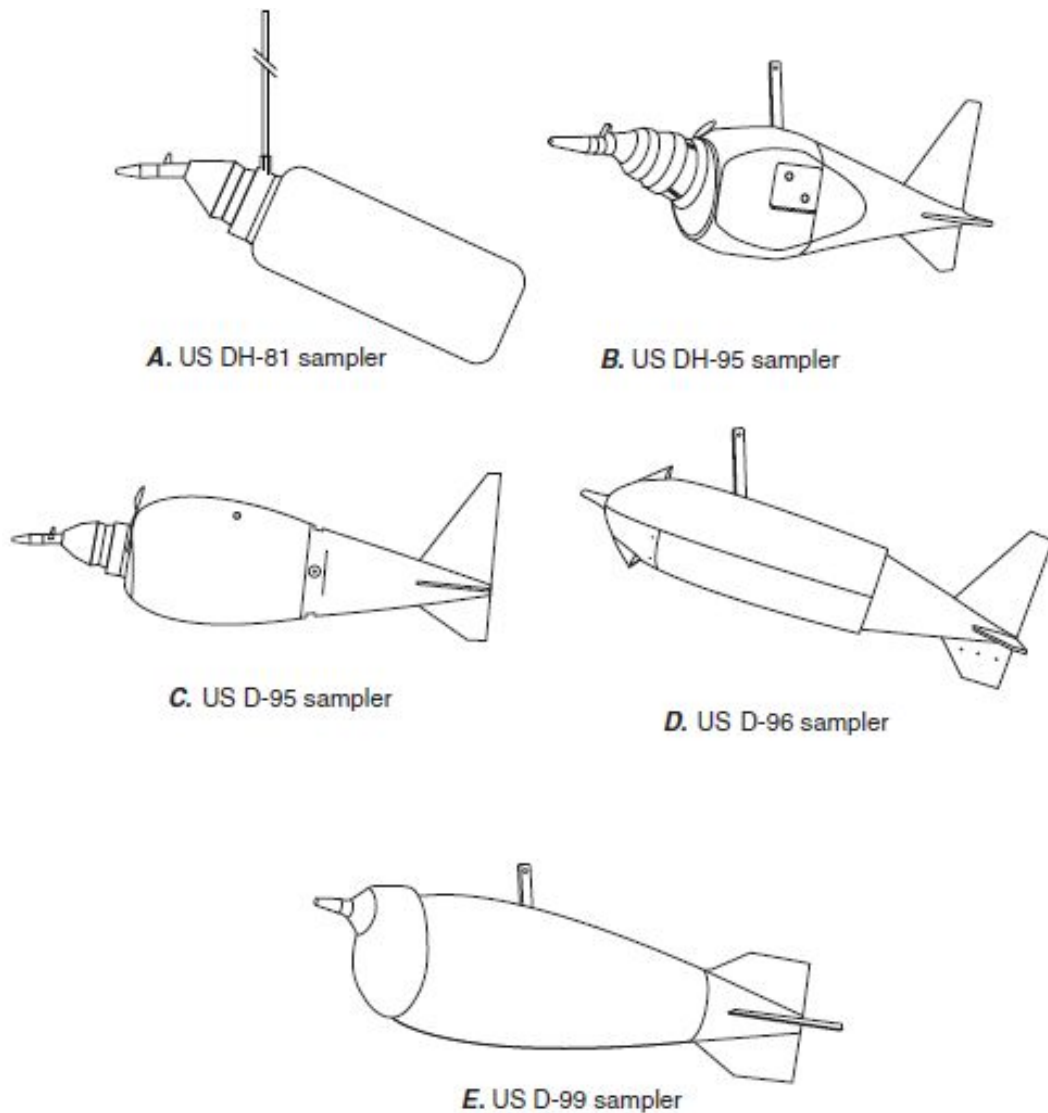
시료의 채취 방법은 지표채수, 분리 채수, 연속채수에 따라 다음과 같은 장비를 이용할 수 있다 (USEPA, 2007). 지표수의 경우 Hand-held open mouth bottle sampler나 Weighted bottle sampler가 이용 가능하고, 수심별 분리 시료 채취에는 Kemmerer bottle, Van Dorn (horizontal or vertical) bottle, Pump가 이용될 수 있으며, 깊이 통합 연속 채수의 경우 Kemmerer bottle, Van Dorn vertical bottle, Teflon stop-cock bailor, Pump 등이 이용될 수 있다.

또한 채취된 시료의 분석에 따라 Grab 샘플과 합성(Composite) 샘플로 구분할 수 있다 (USEPA, 2007). Grab 샘플은 저수지의 특정 지점에서 채취한 시료를 의미한다. 공간적으로나 시간적으로 변화가 크지 않은 지역의 경우에는 단수의 Grab 샘플 시료 채취로 대상 지구를 대표할 수 있다. 하지만 일정 규모 이상의 대부분의 저수지는 일점 채수로는 대표성에 의문이 있기 때문에 다지점 채수를 하며, 이를 일정량으로 하나로 합성해서 분석하면 비용절감이 가능하고 효과적이다. 이와 같이 여러 지점에서 채취한 시료를 하나로 합성하는 것을 합성 시료라 한다. 샘플링 장비의 시료 채취 용량이 요구되는 시료의 량보다 적을 때도 여러지점의 시료를 합하여 합성시료 채취가 가능하다. 이방법의 장점은 여러 지점에서 시료를 채취한다는 측면에서 공간적 또는 일정 기간 동안 동일지점 일정 시간간격 샘플의 합성의 경우

시간적인 변화에 대해 고려가 가능하다는 것이다.

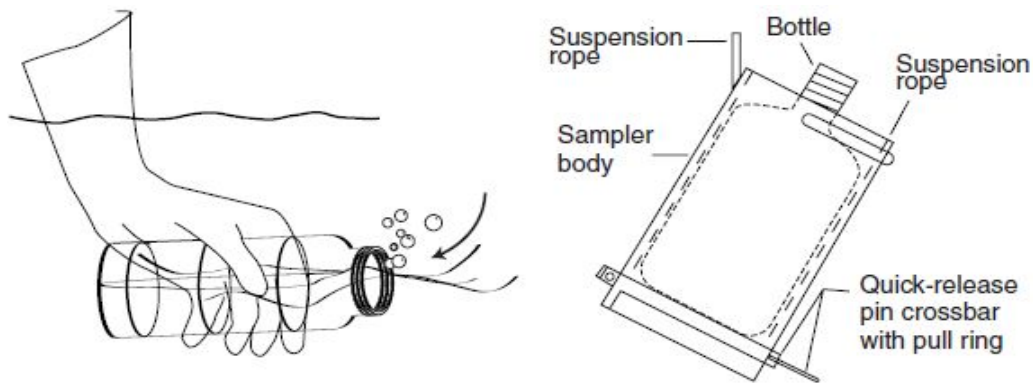
이러한 채수 장비에 대한 보다 자세한 설명은 다음의 USGS (2006) National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data를 참조하여 다음과 같이 정리하였다. USGS에서 사용하는 지표수 시료 채수에 가장 널리 이용되는 장비는 크게 등속 깊이통합 샘플러(Isokinetic depth-integrating samplers)와 비등속 샘플러(Nonisokinetic samplers)로 구분된다 (USGS, 2006).

등속 깊이통합 샘플러는 일정 깊이의 수체를 등속으로 움직이면서 연속적으로 수질시료를 채취하여 하나의 대표 시료로 채수하는 장비이다. 깊이에 따라 얕은 깊이의 하천에 주로 이용하는 손으로 직접 가동하는 타입과 수심이 깊은 저수지에 이용하는 케이블 타입이 있다. <그림 6-5>는 등속 깊이통합 샘플러의 형태 및 종류를 보여주고 있다.



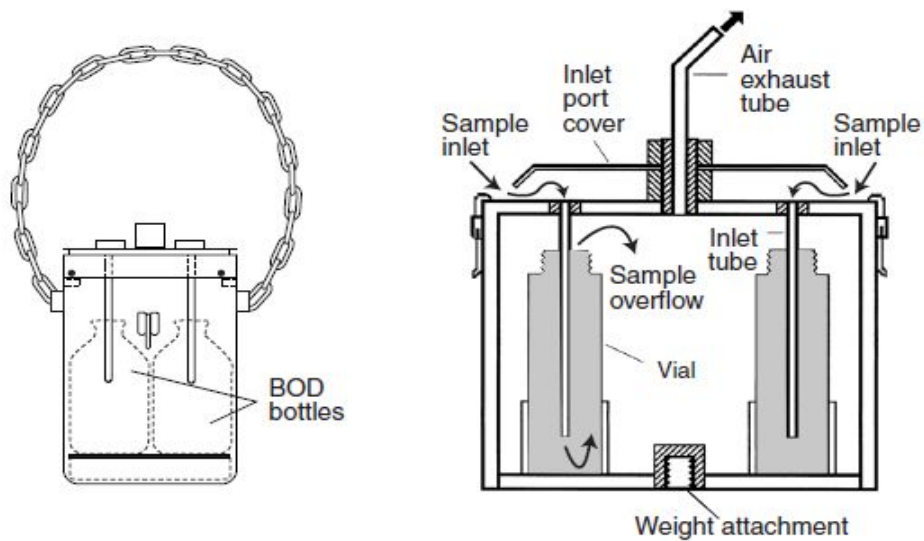
<그림 6-5> Isokinetic depth-integrating samplers (USGS, 2006)

비등속 샘플러 또한 연속시료 채수가 가능하여 깊이 통합적 방법에 이용될 수 있지만 일정률 시료 채취가 어렵다. 가장 많이 이용되는 것이 개구 샘플러로 샘플러 입구를 열어서 시료를 채취하는 도구로 일반 채수병, 가중병 샘플러, BOD 샘플러, VOC 샘플러 등이 여기에 포함된다<그림 6-6>. 다른 형태의 비등속 샘플러에는 Thief 샘플러가 있는데 주로 순간적인 분리 시료채취에 이용되는데, 주로 저수지 등 정수역 시료 샘플링에 널리 활용된다. 가장 일반적인 Thief 샘플러에는 Kemmerer, Van Dorn, double check-value bailer 등이 있다<그림 6-7>.



A. Hand-held open-mouth bottle sampler

B. US WBH-96 weighted-bottle sampler

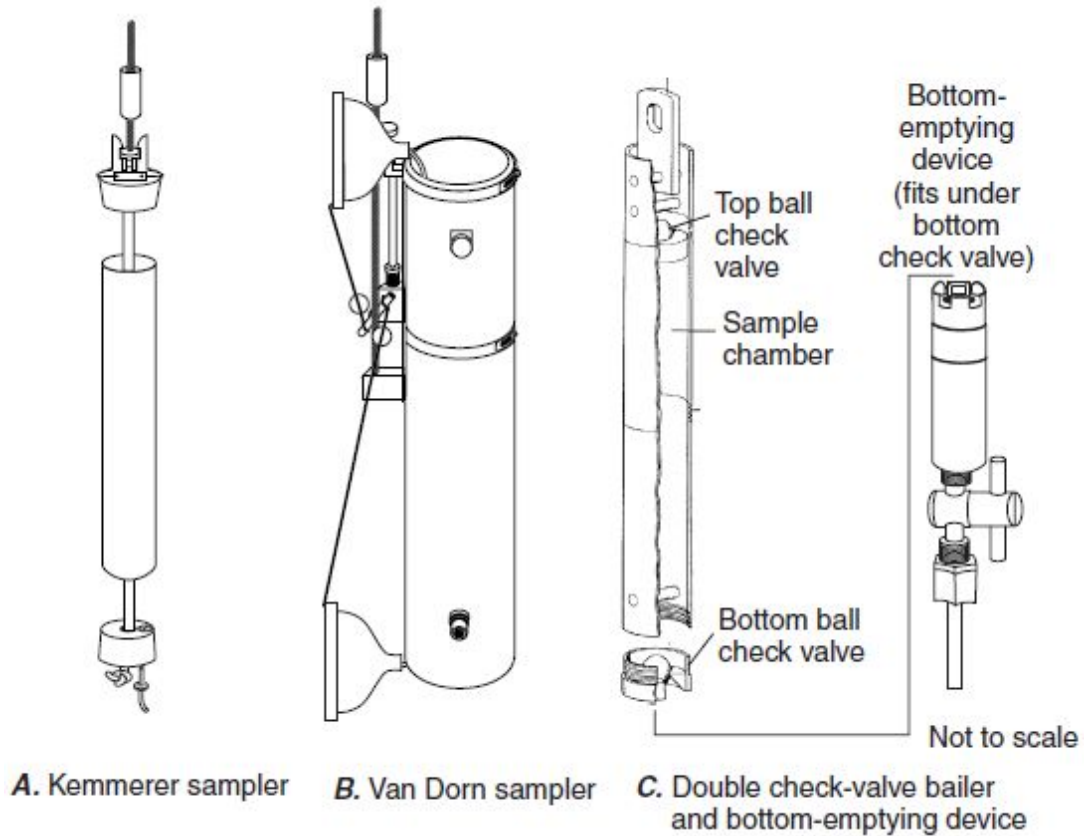


C. BOD sampler

D. VOC sampler

Not to scale

<그림 6-6> Nonisokinetic open-mouth samplers (USGS, 2006)



<그림 6-7> Nonisokinetic thief samplers (USGS, 2006)

이 밖에 펌프를 이용하는 자동채수기나 펌프를 이용한 채수 방법이 있는데, 종종 원거리에 설치하여 강우시 수위 상승과 함께 시료 채취를 하는데 이용한다. 자동채수기는 특정 측정간격 또는 특정 수위와 연동하여 구동이 가능하므로 시간적으로 융통성 있는 시료채취에 이용 가능한 것이 장점이다. 펌프를 이용하는 샘플러에는 크게 두 가지로 나누는데 흡입양정 펌프와 수중펌프가 있다. 흡입양정 펌프는 수표면에서 수면아래의 시료를 진공으로 흡입하여 펌프하는 방법이고, 수중펌프는 펌프를 수중에 넣어 시료를 양정하는 펌프이다. 저수지 등 정수역에서 특정 수심에서 시료를 채취하는데 많이 이용된다.

제7장 참고문헌



제7장 참고문헌

- 강민구, 박승우, 강문성, 김상민, 2000, 관개용 저수지 운영을 위한 Web 기반 정보시스템 개발. 2000년도 한국농촌계획학회 학술발표회 논문집.
- 강민구, 박승우, 임상준, 1999. 관개용 저수지의 일별 사용량 조사 분석, 1999년 한국농공학회 학술발표회 논문집.
- 건설교통부, 2006. 수자원장기종합계획(2006~2020).
- 건설교통부 수자원국, 2004. 수문관측매뉴얼.
- 고흥석, 2005. 전문가시스템과 GIS를 이용한 저수지 수질 정보시스템 개발, 한국지형공간 정보학회논문집, 제13권(1), pp.71-80
- 국립기상연구소, 2009. 기후변화 이해하기 II-한반도 기후변화 : 현재와 미래.
- 김원, 이찬주, 김치영, 김동구, 2009. 시험하천을 통한 새로운 수문 관측 기술의 비교 분석, 수문관측 국제심포지엄-수문관측의 현재와 미래.
- 김준하, 2011. 호주와 싱가포르의 사례에서 본 국내 스마트 워터 그리드 발전 방향, 한국수자원학회지, 제44권, 제8호. pp.19-24.
- 김형수, 2011. 미래 지능형 스마트 워터 그리드, 한국수자원학회지, 제44권, 제8호, pp.10-13.
- 김태철, 1996. 담수호의 침전량과 분포 예측에 관한 연구, 한국농공학회논문집, 제38권(2), pp.97-107.
- 농림부, 1999. 농업용수 관리 자동화 기술의 실용화.
- 농업기반공사, 농어촌연구원, 2003. 농업용 자동급수장치 실용화연구.
- 농림부, 한국농촌공사, 2006. 물부족 시대에 대비한 농업수로 적정 관리기법 연구.
- 박성제, 류시생, 2011. 지능형 물관리(Smart Water Grid)의 제도적 한계와 개선방향, 한국수자원학회 2011년도 학술발표회 논문집, p.110.
- 박승우, 강민구, 2007. 수자원 분야의 여건 변화를 고려한 수자원 계획 및 운영을 위한 적응형 관리에 관한 연구, 한국건설기술연구원.
- 배덕효, 정일원, 2007. 기후변화에 따른 유역 수자원의 민감도 분석, 2007년 한국기후변화협의체 전문가 워크숍.
- 삼성경제연구소, 2010. 시장중심적 먹는 물 관리 방안, SERI 경제 포커스.
- 삼성경제연구소, 2009. SOC 투자의 신조류, 스마트 SOC, CEO Information.
- 서정훈, 서동주, 이종출, 2002. GPS와 음향측심기의 조합에 의한 저수용량 산정, 한국지형공간정보학회논문집, 제10권(1), pp. 27-35.
- 서창갑, 박영재, 2009. 상수도 자도 검침 시스템 구축에 관한 연구: 부산 기장군과 김해시 사례를 중심으로, 디지털정책연구, 제7권, 제3호, pp. 103-111.

- 성도현, 2009. 신도시개발에 있어서 U-city 적용에 관한 연구-화성동탄 신도시 사례를 중심으로, 경원대학교 대학원, 지역개발학과 석사학위논문
- 이강운, 2011. 미래 지능형 물관리 시스템 ‘스마트 워터 그리드’, 워터저널 제79호(2011년 2월호)
- 유일근, 최신 경제성공학(개정2판), 형설출판사, 2010.
- 장용남, 사례중심의 경제성공학, 두남, 2006.
- 최길영 외, RFID 기술 및 표준화 동향, 전자통신동향분석, 제22권 제3호, 2007.06.
- KT, 농촌수리시설물 검측시스템의 통신네트워크 구축방안, 2012.
- 한국환경정책평가연구원, 2009. 기후변화대응을 위한 미래지향적 물관리체계 구축방안 연구
- 한국환경정책평가연구원, 2007. 기후변화 영향평가 및 적응 시스템 구축.
- 한형진, 오현제, 2010. U-Eco City에서의 U-물순환 시스템 구축기술 개발사업, 대한토목학회지, 제58권, 제12호, pp. 33-37.
- 홍승관, 2011. 미래 능동형 수자원 확보 기술, 한국수자원학회지, 제44권, 제8호, pp. 14-18.
- 홍요훈, 송승준, 고경록, 2010. 지능형 홈 스마트 워터 그리드 서비스 기술, 한국수자원학회지, 제43권, 제12호, pp. 79-91.
- Bos M. G., 1989. Discharge measurement structures, International Institute for Land Reclamation and Improvement(ILRI)
- Lopez, J. A., Soto, F., Sanchez, P., Iborra, A., Suardiaz, J., and Vera, J. A., 2009. Development of a sensor node for precision horiculture, Sensors, Vol. 9, pp. 3240-3255.
- Texas Water Development Board(TWDB), 2008.
<http://www.twdb.state.tx.us/home/index.asp>
- U. S. Army Corps of Engineers(USACE), 2002. Engineering and design-hydrographic surveying: Chapter 20. Reservoir sedimentation surveys.
- U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation(USBR), 2006a. Reconnaissance technique for reservoir surveys.
- U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation(USBR), 2006b. Erosion and sedimentation manual.
- U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation(USBR), 1997. Water measurement manual.

부 록



- A1. 자동수질 측정 시스템 사용자 매뉴얼
- A2. 자동수질 측정 시스템 운용 기술 지침서
- A3. 육상유닛 시스템 주요 기능 소스 코드
- A4. 선박제어 유닛 시스템 주요 기능 소스 코드(1)
- A5. 선박제어 유닛 시스템 주요 기능 소스 코드(2)

A1. 자동수질 측정 시스템 사용자 매뉴얼

A1. 농업용수 수질측정망 운영현황

1.1 농업용수 수질측정망 시설현황(825개소)

도상 번호	시도	시설명	위치	시설 구분	관리 구분	수 계	
						수계	중권역
1	부산	용천(기장)	기장군일광면용천리	저수지	공사	낙동강	수영강
2	부산	병산	기장군정관면병산리	저수지	공사	낙동강	수영강
3	부산	안평	기장군철마면안평리	저수지	공사	낙동강	수영강
4	대구	단산(대구)	동구봉무동	저수지	공사	낙동강	금호강
5	대구	연경	북구연경동	저수지	공사	낙동강	금호강
6	대구	노홍	달성군논공읍노이리	저수지	공사	낙동강	낙동고령
7	대구	옥연	달성군옥포면기세리	저수지	공사	낙동강	낙동고령
8	대구	용연(달성)	달성군현풍면대리	저수지	공사	낙동강	낙동고령
9	대구	달창	달성군유가면한정리	저수지	공사	낙동강	낙동고령
10	대구	하빈	칠곡군지천면금호리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
11	인천	국화	강화군강화읍국화리	저수지	공사	한강	한강서해
12	인천	길상2	강화군길상면장흥리	저수지	공사	한강	한강서해
13	인천	김촌	강화군화도면여차리	저수지	시군	한강	한강서해
14	인천	인산	강화군양도면인산리	저수지	공사	한강	한강서해
15	인천	길정	강화군양도면길정리	저수지	공사	한강	한강서해
16	인천	고려	강화군내가면고천리	저수지	공사	한강	한강서해
17	인천	하점	강화군하점면삼거리	저수지	공사	한강	한강서해
18	인천	대산(강화)	강화군송해면송뢰리	저수지	공사	한강	한강서해
19	인천	하도(강화)	강화군송해면하도리	저수지	공사	한강	한강서해
20	인천	고구	강화군교동면고구리	저수지	공사	한강	한강서해
21	인천	난정	강화군교동면난정리	저수지	공사	한강	한강서해
22	인천	상산(강화)	강화군상산면석모리	저수지	공사	한강	한강서해
23	인천	상하	강화군상산면상리	저수지	공사	한강	한강서해
24	광주	지정(광주)	광산구명화동	저수지	공사	영산강	영산강중류
25	대전	장안	서구장안동	저수지	공사	금강	갑천
26	대전	방동	유성구방동	저수지	공사	금강	갑천
27	울산	송정	북구송정동	저수지	공사	낙동강	태화강
28	울산	두산	울주군범서읍두산리	저수지	공사	낙동강	태화강
29	울산	화산(울주)	울주군서생면화산리	저수지	공사	낙동강	수영강
30	울산	문죽	울주군청량면문죽리	저수지	공사	낙동강	회야강
31	울산	고련	울주군웅촌면고련리	저수지	공사	낙동강	회야강
32	울산	차리	울주군두서면차리	저수지	공사	낙동강	태화강
33	울산	복안	울주군두서면미호리	저수지	공사	낙동강	태화강
35	경기	오남	남양주시오남읍오남리	저수지	공사	한강	한강서울
36	경기	흥부(물왕)	시흥시물왕동	저수지	공사	한강	한강서해
37	경기	반월	군포시둔대동	저수지	공사	한강	시화호

38	경기	왕송	의왕시월암동	저수지	공사	한강	안성천
40	경기	용덕	용인시처인구이동면목리	저수지	공사	한강	안성천
41	경기	용담	용인시처인구원삼면사암	저수지	공사	한강	남한강하류
42	경기	두창	용인시처인구원삼면두창	저수지	공사	한강	남한강하류
44	경기	애룡(연풍)	파주시법원읍삼방리	저수지	공사	한강	임진강하류
45	경기	마지	파주시법원읍직천리	저수지	공사	한강	임진강하류
46	경기	공능	파주시조리읍장곡리	저수지	공사	한강	한강고양
47	경기	마장	파주시광탄면마장리	저수지	공사	한강	임진강하류
48	경기	발랑	파주시광탄면발랑리	저수지	공사	한강	임진강하류
49	경기	용풍(풍토용연)	이천시장호원읍송산리	저수지	공사	한강	남한강하류
50	경기	성호(설성)	이천시설성면장천리	저수지	공사	한강	남한강하류
51	경기	만수(안성)	안성시공도읍만정리	저수지	공사	한강	안성천
52	경기	마둔	안성시금광면장죽리	저수지	공사	한강	안성천
53	경기	금광	안성시금광면금광리	저수지	공사	한강	안성천
54	경기	청용	안성시서운면청용리	저수지	공사	한강	안성천
55	경기	미산	안성시양성면미산리	저수지	공사	한강	안성천
56	경기	칠곡(안성)	안성시원곡면칠곡리	저수지	공사	한강	안성천
57	경기	장계(안성)	안성시죽산면장계리	저수지	공사	한강	남한강하류
58	경기	용설	안성시죽산면용설리	저수지	공사	한강	남한강하류
59	경기	덕산(안성)	안성시삼죽면덕산리	저수지	공사	한강	남한강하류
61	경기	덕우	화성시봉담읍덕우리	저수지	공사	한강	시화호
62	경기	먹우	화성시우정읍먹우리	저수지	공사	한강	시화호
64	경기	어천	화성시매송면어천리	저수지	공사	한강	시화호
65	경기	기천	화성시팔탄면기천리	저수지	공사	한강	시화호
66	경기	동방	화성시팔탄면노하리	저수지	공사	한강	시화호
67	경기	보통	화성시정남면보통리	저수지	공사	한강	안성천
68	경기	홍중	광주시중대동	저수지	공사	한강	경안천
69	경기	도척	광주시도척면유정리	저수지	공사	한강	경안천
70	경기	덕계	양주시덕계동	저수지	공사	한강	한탄강
71	경기	기산(양주)	양주시백석읍기산리	저수지	공사	한강	임진강하류
72	경기	봉암(양주)	양주시은현면봉암리	저수지	공사	한강	한탄강
73	경기	효촌	양주시남면두곡리	저수지	공사	한강	한탄강
74	경기	원당	양주시남면황방리	저수지	공사	한강	한탄강
75	경기	고모	포천시소흘읍고모리	저수지	공사	한강	한탄강
76	경기	우금	포천시가산면우금리	저수지	공사	한강	한탄강
77	경기	금주	포천시영중면금주리	저수지	공사	한강	한탄강
78	경기	기산(포천)	포천시일동면기산리	저수지	공사	한강	한탄강
79	경기	산정(포천)	포천시영북면산정리	저수지	공사	한강	한탄강
80	경기	중리(포천)	포천시관인면중리	저수지	공사	한강	한탄강
81	경기	냉정(포천)	포천시관인면냉정리	저수지	공사	한강	한탄강
82	경기	원부(흥아소)	여주군점동면관한리	저수지	공사	한강	남한강하류
83	경기	삼합	여주군점동면삼합리	저수지	공사	한강	남한강하류

84	경기	금사(장흥)	여주군금사면장흥리	저수지	공사	한강	남한강하류
85	경기	백학	연천군미산면아미리	저수지	공사	한강	임진강하류
86	경기	소법	가평군북면소법리	저수지	시군	한강	의암댐
87	경기	대평	양평군지평면대평리	저수지	공사	한강	남한강하류
88	경기	향리	양평군개군면향리	저수지	공사	한강	남한강하류
89	강원	조연	춘천시신북읍유포리	저수지	공사	한강	소양강
90	강원	원창	춘천시동산면원창리	저수지	공사	한강	의암댐
91	강원	가정	춘천시남면가정리	저수지	시군	한강	홍천강
92	강원	신매	춘천시서면서상리	저수지	공사	한강	춘천댐
93	강원	탄부	춘천시남산면수동리	저수지	시군	한강	의암댐
94	강원	취병	원주시문막읍취병리	저수지	공사	한강	섬강
95	강원	공촌	원주시문막읍공촌리	저수지	공사	한강	섬강
96	강원	반계	원주시문막읍반계리	저수지	공사	한강	섬강
97	강원	우천(학곡)	원주시소초면학곡리	저수지	공사	한강	섬강
98	강원	고산	원주시호저면고산리	저수지	공사	한강	섬강
99	강원	손곡	원주시부론면손곡리	저수지	공사	한강	충주댐하류
100	강원	운남	원주시귀래면운남리	저수지	공사	한강	충주댐하류
101	강원	흥업	원주시흥업면매지리	저수지	공사	한강	섬강
102	강원	대안	원주시흥업면대안리	저수지	공사	한강	섬강
103	강원	장현	강릉시장현동	저수지	공사	한강	강릉남대천
104	강원	경포	강릉시죽현동	저수지	공사	한강	강릉남대천
105	강원	삼교	강릉시주문진읍삼교리	저수지	공사	한강	강릉남대천
106	강원	향호	강릉시주문진읍향호리	저수지	공사	한강	강릉남대천
107	강원	오봉(강릉)	강릉시성산면오봉리	저수지	공사	한강	강릉남대천
108	강원	동막(강릉)	강릉시구정면어단리	저수지	공사	한강	강릉남대천
109	강원	칠성(강릉)	강릉시구정면어단리	저수지	공사	한강	강릉남대천
110	강원	언별	강릉시강동면언별리	저수지	공사	한강	강릉남대천
111	강원	옥계(강릉)	강릉시옥계면북동리	저수지	공사	한강	강릉남대천
112	강원	사천(강릉)	강릉시사천면사기막리	저수지	공사	한강	강릉남대천
113	강원	신왕	강릉시연곡면신왕리	저수지	공사	한강	강릉남대천
114	강원	초당	삼척시근덕면하맹방리	저수지	공사	한강	삼척오십천
115	강원	상오안	홍천군홍천읍상오안리	저수지	공사	한강	홍천강
116	강원	굴운	홍천군화촌면굴운리	저수지	공사	한강	홍천강
117	강원	생곡	홍천군서석면생곡리	저수지	공사	한강	홍천강
118	강원	청량	홍천군서석면청량리	저수지	공사	한강	홍천강
119	강원	개운(홍천)	홍천군동면개운리	저수지	공사	한강	홍천강
120	강원	좌운	홍천군동면좌운리	저수지	공사	한강	섬강
121	강원	대흥(홍천)	홍천군북방면성동리	저수지	공사	한강	홍천강
122	강원	하궁	횡성군우천면하궁리	저수지	시군	한강	섬강
123	강원	오원	횡성군우천면오원리	저수지	공사	한강	섬강
124	강원	상안	횡성군안흥면상안리	저수지	시군	한강	평창강
125	강원	추동(횡성)	횡성군갑천면추동리	저수지	공사	한강	섬강

126	강원	삼배	횡성군공근면삼배리	저수지	시군	한강	섬강
127	강원	부곡	횡성군강림면부곡리	저수지	공사	한강	평창강
128	강원	계촌	평창군방림면계촌리	저수지	공사	한강	평창강
129	강원	신리	평창군대화면신리	저수지	공사	한강	평창강
130	강원	산명호	철원군철원읍산명리	저수지	공사	한강	임진강상류
131	강원	용화	철원군갈말읍신철원리	저수지	공사	한강	한탄강
132	강원	학	철원군동송읍오덕리	저수지	공사	한강	한탄강
133	강원	금연	철원군동송읍오지리	저수지	공사	한강	한탄강
134	강원	토교	철원군동송읍양지리	저수지	공사	한강	한탄강
135	강원	동송	철원군동송읍강산리	저수지	공사	한강	한탄강
136	강원	잠곡	철원군근남면잠곡리	저수지	공사	한강	한탄강
137	강원	월운	양구군동면월운리	저수지	공사	한강	춘천댐
138	강원	거진(송강)	고성군거진읍냉천리	저수지	공사	한강	양양남대천
139	강원	도원(고성)	고성군토성면도원리	저수지	공사	한강	양양남대천
140	강원	학사평	고성군토성면원암리	저수지	공사	한강	양양남대천
141	강원	설악	양양군강현면둔전리	저수지	공사	한강	양양남대천
142	충북	광혜	안성시죽산면두교리	저수지	공사	금강	미호천
143	충북	호암	충주시호암동	저수지	공사	한강	달천
144	충북	화곡(충주)	충주시주덕읍화곡리	저수지	공사	한강	달천
145	충북	중산	충주시수안보면중산리	저수지	공사	한강	달천
146	충북	용당	충주시신니면용원리	저수지	공사	한강	달천
147	충북	대덕	충주시노은면대덕리	저수지	공사	한강	충주댐하류
148	충북	모점	충주시양성면모점리	저수지	공사	한강	충주댐하류
149	충북	복성	충주시양성면지당리	저수지	공사	한강	충주댐하류
150	충북	송강	충주시산척면송강리	저수지	공사	한강	충주댐하류
151	충북	추평	충주시엄정면추평리	저수지	공사	한강	충주댐하류
152	충북	영호	제천시모산동	저수지	공사	한강	충주댐
153	충북	선고	제천시덕산면선고리	저수지	공사	한강	충주댐
154	충북	백마(제천)	제천시백운면방학리	저수지	공사	한강	충주댐
155	충북	중리(청원)	청원군미원면중리	저수지	공사	한강	달천
156	충북	용곡(청원)	청원군미원면용곡리	저수지	공사	한강	달천
157	충북	한계	청원군가덕면한계리	저수지	공사	금강	미호천
158	충북	노현	청원군문의면노현리	저수지	공사	금강	대청댐
159	충북	연제	청원군강외면연제리	저수지	공사	금강	미호천
160	충북	구룡(보은)	보은군보은읍종곡리	저수지	공사	금강	보청천
161	충북	노티	보은군보은읍노티리	저수지	공사	금강	보청천
162	충북	비룡	보은군내속리면삼가리	저수지	공사	금강	보청천
163	충북	박석	보은군외속리면장재리	저수지	공사	금강	보청천
164	충북	백록(보은)	보은군마로면변둔리	저수지	공사	금강	보청천
165	충북	송평	보은군마로면갈평리	저수지	공사	금강	보청천
166	충북	보청	보은군수한면병원리	저수지	공사	금강	보청천
167	충북	쌍암	보은군회복면쌍암리	저수지	공사	금강	대청댐

168	총북	도원(보은)	보은군내북면도원리	저수지	공사	한강	달천
169	총북	궁	보은군내북면상궁리	저수지	공사	금강	보청천
170	총북	농암	옥천군안남면청정리	저수지	공사	금강	대청댐
171	총북	서대	옥천군안내면서대리	저수지	공사	금강	대청댐
172	총북	장연	옥천군청성면장연리	저수지	공사	금강	보청천
173	총북	장찬	옥천군이원면장찬리	저수지	공사	금강	대청댐상류
174	총북	개심	옥천군이원면개심리	저수지	공사	금강	대청댐상류
175	총북	추풍령(황금)	영동군추풍령면죽전리	저수지	공사	금강	초강
176	총북	강진	영동군매곡면강진리	저수지	공사	금강	초강
177	총북	산막	영동군양강면산막리	저수지	공사	금강	영동천
178	총북	봉소	영동군학산면봉소리	저수지	공사	금강	영동천
179	총북	범화	영동군학산면범화리	저수지	공사	금강	영동천
180	총북	누교	영동군양산면누교리	저수지	공사	금강	영동천
181	총북	삼기	증평군증평읍율리	저수지	공사	금강	미호천
182	총북	백곡	진천군진천읍건송리	저수지	공사	금강	미호천
183	총북	연곡	진천군진천읍연곡리	저수지	공사	금강	미호천
184	총북	원남	진천군초평면신통리	저수지	공사	금강	미호천
185	총북	미호	진천군초평면화산리	저수지	공사	금강	미호천
186	총북	화산(진천)	진천군이월면신계리	저수지	공사	금강	미호천
187	총북	무수	진천군광혜원면회죽리	저수지	공사	금강	미호천
188	총북	신히	괴산군괴산읍신히리	저수지	공사	한강	달천
189	총북	이담	괴산군강물면백양리	저수지	공사	한강	달천
190	총북	매전	괴산군강물면매전리	저수지	공사	한강	달천
191	총북	방곡	괴산군장연면방곡리	저수지	공사	한강	달천
192	총북	분지	괴산군연풍면분지리	저수지	시군	한강	달천
193	총북	철성(괴산)	괴산군철성면율원리	저수지	공사	한강	달천
194	총북	문광	괴산군문광면양곡리	저수지	공사	한강	달천
195	총북	덕평	괴산군문광면방성리	저수지	공사	한강	달천
196	총북	송면	괴산군청천면상송리	저수지	공사	한강	달천
197	총북	백마(괴산)	괴산군사리면소매리	저수지	공사	금강	미호천
198	총북	이곡	괴산군사리면이곡리	저수지	공사	한강	달천
199	총북	소암	괴산군소수면소암리	저수지	공사	한강	달천
200	총북	소수	괴산군소수면길선리	저수지	공사	한강	달천
201	총북	만년	괴산군불정면추산리	저수지	공사	한강	달천
202	총북	신흥	괴산군불정면신흥리	저수지	공사	한강	달천
203	총북	용산(음성)	음성군음성읍용산리	저수지	공사	한강	달천
204	총북	무극	음성군음성읍사정리	저수지	공사	한강	남한강하류
205	총북	금석	음성군금왕읍금석리	저수지	공사	한강	남한강하류
206	총북	용계	음성군금왕읍백야리	저수지	공사	한강	남한강하류
207	총북	금성	음성군금왕읍구계리	저수지	공사	한강	남한강하류
208	총북	총도	음성군소이면총도리	저수지	공사	한강	달천
209	총북	하당	음성군원남면하당리	저수지	공사	한강	달천

210	충북	오성(음성)	음성군원남면구안리	저수지	공사	한강	달천
211	충북	맹동	음성군맹동면통동리	저수지	공사	금강	미호천
212	충북	양덕	음성군삼성면양덕리	저수지	공사	금강	미호천
213	충북	금정	음성군생곡면관성리	저수지	공사	한강	남한강하류
214	충북	장군	음성군감곡면원당리	저수지	공사	한강	남한강하류
215	충남	업성	천안시업성동	저수지	공사	한강	안성천
216	충남	문암	천안시안서동	저수지	공사	금강	삼교천
217	충남	학정	천안시성환읍학정리	저수지	공사	한강	안성천
218	충남	천흥	천안시성거읍천흥리	저수지	공사	한강	안성천
219	충남	양전	천안시직산읍양당리	저수지	공사	한강	안성천
220	충남	용연(천안)	천안시목천읍교촌리	저수지	공사	금강	미호천
221	충남	대정(천안)	천안시성남면대정리	저수지	공사	금강	미호천
222	충남	입장	천안시입장면기로리	저수지	공사	한강	안성천
223	충남	풍년	천안시입장면시장리	저수지	공사	한강	안성천
224	충남	기산(공주)	공주시계룡면기산리	저수지	공사	금강	금강공주
225	충남	계룡	공주시계룡면하대리	저수지	공사	금강	논산천
226	충남	경천(양화)	공주시계룡면양화리	저수지	공사	금강	논산천
227	충남	유계	공주시의당면유계리	저수지	공사	금강	금강공주
228	충남	중흥(공주)	공주시의당면중흥리	저수지	공사	금강	금강공주
229	충남	요룡	공주시의당면요룡리	저수지	공사	금강	금강공주
230	충남	평정	공주시정안면평정리	저수지	공사	금강	금강공주
231	충남	정안	공주시정안면고성리	저수지	공사	금강	금강공주
232	충남	영천(한천)	공주시우성면한천리	저수지	공사	금강	금강공주
233	충남	우목	공주시우성면용봉리	저수지	공사	금강	금강공주
234	충남	청천	보령시죽정동	저수지	공사	금강	금강서해
235	충남	진죽	보령시청소면진죽리	저수지	공사	금강	금강서해
236	충남	성연	보령시청소면성연리	저수지	공사	금강	금강서해
237	충남	내현	보령시청라면내현리	저수지	공사	금강	금강서해
238	충남	옥계(보령)	보령시청라면옥계리	저수지	공사	금강	금강서해
239	충남	장현	보령시청라면장현리	저수지	공사	금강	금강서해
240	충남	옥서	보령시남포면옥서리	저수지	공사	금강	금강서해
241	충남	신구	보령시주산면신구리	저수지	공사	금강	금강서해
242	충남	마산	아산시방축동	저수지	공사	금강	삼교천
243	충남	가혜	아산시염치읍동정리	저수지	공사	금강	삼교천
244	충남	궁평	아산시송악면궁평리	저수지	공사	금강	삼교천
245	충남	신휴	아산시음봉면신휴리	저수지	공사	한강	안성천
246	충남	월랑	아산시음봉면월랑리	저수지	공사	금강	삼교천
247	충남	봉재	아산시둔포면봉재리	저수지	공사	한강	안성천
248	충남	상성	아산시영인면상성리	저수지	공사	한강	안성천
249	충남	성내(아산)	아산시영인면성내리	저수지	공사	한강	안성천
250	충남	냉정(아산)	아산시인주면냉정리	저수지	공사	금강	삼교천
251	충남	죽산	아산시선장면죽산리	저수지	공사	금강	삼교천

252	충남	도고	아산시도고면석당리	저수지	공사	금강	삼교천
253	충남	신창(아산)	아산시신창면오목리	저수지	공사	금강	삼교천
254	충남	잠홍	서산시잠홍동	저수지	공사	금강	부남방조제
256	충남	풍전	서산시인지면풍전리	저수지	공사	금강	부남방조제
259	충남	중왕	서산시지곡면중왕리	저수지	공사	금강	부남방조제
260	충남	고남	서산시성연면고남리	저수지	공사	금강	대호방조제
261	충남	성암	서산시음암면성암리	저수지	공사	금강	부남방조제
262	충남	신창(서산)	서산시운산면신창리	저수지	공사	금강	부남방조제
263	충남	고풍	서산시운산면고풍리	저수지	공사	금강	대호방조제
264	충남	산수	서산시해미면산수리	저수지	공사	금강	부남방조제
265	충남	황락	서산시해미면황락리	저수지	공사	금강	부남방조제
266	충남	신송	서산시고북면신송리	저수지	공사	금강	부남방조제
267	충남	가곡(논산)	논산시노성면병사리	저수지	공사	금강	금강공주
269	충남	수락(논산)	논산시벌곡면수락리	저수지	공사	금강	갑천
270	충남	산택골	논산시가야곡면양촌리	저수지	시군	금강	논산천
271	충남	동곡	금산군제원면동곡리	저수지	공사	금강	영동천
272	충남	신동	금산군남일면신동리	저수지	공사	금강	영동천
273	충남	석동(금산)	금산군남이면석동리	저수지	공사	금강	영동천
274	충남	청림	금산군진산면행정리	저수지	공사	금강	갑천
275	충남	용암(연기)	연기군서면용암리	저수지	공사	금강	미호천
276	충남	반산	부여군규암면석우리	저수지	공사	금강	금강공주
277	충남	상천(부여)	부여군홍산면상천리	저수지	공사	금강	금강공주
278	충남	옥산(부여)	부여군옥산면봉산리	저수지	공사	금강	금강공주
279	충남	복심	부여군충화면복금리	저수지	공사	금강	금강하구언
280	충남	덕용(부여)	부여군충화면가화리	저수지	공사	금강	금강하구언
281	충남	축동	서천군한산면축동리	저수지	공사	금강	금강하구언
282	충남	동부(서천)	서천군시초면봉선리	저수지	공사	금강	금강하구언
283	충남	문산	서천군문산면신농리	저수지	공사	금강	금강하구언
284	충남	종천	서천군판교면상좌리	저수지	공사	금강	금강서해
285	충남	서부	서천군판교면흥림리	저수지	공사	금강	금강서해
286	충남	주항	서천군서면주항리	저수지	공사	금강	금강서해
287	충남	적누	청양군청양읍적누리	저수지	공사	금강	금강공주
288	충남	신대(운곡)	청양군운곡면신대리	저수지	공사	금강	삼교천
289	충남	천장	청양군정산면천장리	저수지	공사	금강	금강공주
290	충남	도림	청양군장평면적곡리	저수지	공사	금강	금강공주
291	충남	은곡	청양군장평면적곡리	저수지	공사	금강	금강공주
292	충남	매산(청양)	청양군화성면매산리	저수지	공사	금강	삼교천
293	충남	관산	청양군비봉면관산리	저수지	공사	금강	삼교천
294	충남	홍양	홍성군금마면장성리	저수지	공사	금강	삼교천
295	충남	장곡	홍성군장곡면죽전리	저수지	공사	금강	금강서해
296	충남	홍동	홍성군장곡면지정리	저수지	공사	금강	삼교천
297	충남	천태	홍성군장곡면행정리	저수지	공사	금강	삼교천

298	충남	가곡(홍성)	홍성군갈산면가곡리	저수지	공사	금강	부남방조제
299	충남	대사	홍성군갈산면대사리	저수지	공사	금강	부남방조제
300	충남	공리	홍성군구항면공리	저수지	공사	금강	부남방조제
301	충남	수철	예산군예산읍수철리	저수지	공사	금강	삼교천
302	충남	방산(예산)	예산군대술면방산리	저수지	공사	금강	삼교천
303	충남	송석(예산)	예산군대술면송석리	저수지	공사	금강	삼교천
304	충남	여래미	예산군신양면여래미리	저수지	공사	금강	삼교천
305	충남	산목	예산군광시면대리	저수지	공사	금강	삼교천
307	충남	옥계(예산)	예산군덕산면옥계리	저수지	공사	금강	삼교천
308	충남	봉림	예산군봉산면봉림리	저수지	공사	금강	삼교천
309	충남	인평	태안군태안읍인평리	저수지	공사	금강	부남방조제
310	충남	도내	태안군태안읍도내리	저수지	시군	금강	부남방조제
311	충남	승언2호	태안군안면읍승언리	저수지	공사	금강	부남방조제
312	충남	컷소골	태안군고남면장곡리	저수지	시군	금강	부남방조제
313	충남	수룡	태안군근흥면수룡리	저수지	공사	금강	부남방조제
314	충남	정죽	태안군근흥면정죽리	저수지	시군	금강	부남방조제
315	충남	석문(당진)	당진군석문면삼봉리	저수지	공사	금강	대호방조제
316	충남	순성	당진군면천면원동리	저수지	공사	금강	삼교천
317	충남	초대	당진군신평면초대리	저수지	공사	금강	대호방조제
318	충남	오봉(당진)	당진군신평면상오리	저수지	공사	금강	삼교천
320	충남	송악	당진군송악면가교리	저수지	공사	금강	삼교천
321	충남	전대	당진군송악면전대리	저수지	공사	금강	대호방조제
322	전북	인교	전주시덕진구우아동1가	저수지	공사	금강	만경강
323	전북	백석	전주시덕진구전미동1가	저수지	공사	금강	만경강
324	전북	기지	전주시덕진구장동	저수지	공사	금강	만경강
325	전북	미룡(미제)	군산시미룡동	저수지	공사	금강	만경강
326	전북	옥녀	군산시개사동	저수지	공사	금강	만경강
327	전북	옥구	군산시옥구읍어은리	저수지	공사	금강	만경강
328	전북	대위	군산시회현면학당리	저수지	공사	금강	만경강
330	전북	옥곡	군산시성산면대명리	저수지	공사	금강	금강하구언
331	전북	서지	군산시나포면장상리	저수지	시군	금강	금강하구언
332	전북	미륵(낭산)	익산시낭산면낭산리	저수지	공사	금강	금강하구언
333	전북	원수	익산시여산면원수리	저수지	공사	금강	논산천
334	전북	금마	익산시금마면동고도리	저수지	공사	금강	만경강
335	전북	앵금	익산시왕궁면구덕리	저수지	시군	금강	만경강
336	전북	도순(용화)	익산시왕궁면용화리	저수지	공사	금강	만경강
337	전북	왕궁	익산시왕궁면동용리	저수지	공사	금강	만경강
338	전북	용산(정읍)	정읍시용산동	저수지	공사	금강	동진강
339	전북	부전	정읍시부전동	저수지	공사	금강	동진강
340	전북	내장	정읍시내장동	저수지	공사	금강	동진강
341	전북	지선	정읍시입암면지선리	저수지	공사	금강	동진강
342	전북	입암	정읍시입암면연월리	저수지	공사	금강	동진강

343	전북	애당	정읍시소성면주천리	저수지	공사	금강	동진강
344	전북	석우	정읍시고부면장문리	저수지	공사	금강	동진강
345	전북	만수(정읍)	정읍시고부면만수리	저수지	공사	금강	동진강
346	전북	과동	정읍시감곡면오주리	저수지	시군	금강	동진강
347	전북	오성(정읍)	정읍시옹동면상산리	저수지	공사	금강	동진강
348	전북	수청	정읍시철보면수청리	저수지	공사	금강	동진강
349	전북	주촌	남원시운봉읍주촌리	저수지	공사	낙동강	남강댐
350	전북	옥계(남원)	남원시운봉읍화수리	저수지	공사	낙동강	남강댐
351	전북	수송	남원시수지면호곡리	저수지	공사	섬진강	섬진곡성
352	전북	마곡	남원시수지면고평리	저수지	공사	섬진강	섬진곡성
353	전북	금풍	남원시주생면도산리	저수지	공사	섬진강	요천
354	전북	청계(남원)	남원시아영면청계리	저수지	시군	낙동강	남강댐
355	전북	일대	남원시아영면일대리	저수지	공사	낙동강	남강댐
356	전북	유곡	남원시인월면유곡리	저수지	공사	낙동강	남강댐
357	전북	능	김제시만경읍만경리	저수지	공사	금강	만경강
358	전북	백산	김제시백산면하정리	저수지	공사	금강	동진강
359	전북	선암	김제시금구면선암리	저수지	공사	금강	동진강
360	전북	대화	김제시금구면대화리	저수지	공사	금강	동진강
361	전북	금평	김제시금산면금산리	저수지	공사	금강	동진강
362	전북	용진	완주군용진면간중리	저수지	공사	금강	만경강
363	전북	광곡	완주군구이면광곡리	저수지	공사	금강	만경강
364	전북	구이	완주군구이면두현리	저수지	공사	금강	만경강
365	전북	안덕	완주군구이면안덕리	저수지	공사	금강	만경강
366	전북	화정	완주군고산면양야리	저수지	공사	금강	만경강
368	전북	동상	완주군동상면수만리	저수지	공사	금강	만경강
370	전북	신반월	진안군진안읍반월리	저수지	공사	금강	용담댐
371	전북	송풍	진안군용담면송풍리	저수지	공사	금강	용담댐하류
372	전북	신암	진안군백운면신암리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐
373	전북	노촌	진안군백운면노촌리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐
374	전북	신정	진안군부귀면세동리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐
375	전북	황금	진안군부귀면황금리	저수지	공사	금강	용담댐
376	전북	무풍(증산)	무주군무풍면은산리	저수지	공사	금강	무주남대천
377	전북	공정	무주군안성면공정리	저수지	공사	섬진강	용담댐
378	전북	덕산(무주)	무주군안성면덕산리	저수지	공사	금강	용담댐
379	전북	용림	장수군장수읍덕산리	저수지	공사	섬진강	요천
380	전북	장남	장수군번암면국포리	저수지	공사	섬진강	요천
382	전북	대곡(오동)	장수군장계면대곡리	저수지	공사	금강	용담댐
383	전북	천천(와룡)	장수군천천면남양리	저수지	공사	금강	용담댐
384	전북	벽남	장수군계남면공양리	저수지	공사	금강	용담댐
385	전북	지소(양악)	장수군계북면양악리	저수지	공사	금강	용담댐
386	전북	청웅	임실군청웅면두복리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐하류
387	전북	성남	임실군성수면성수리	저수지	공사	섬진강	오수천

388	전북	오봉(임실)	임실군성수면오봉리	저수지	공사	섬진강	오수천
389	전북	대산(순창)	순창군인계면마흘리	저수지	공사	섬진강	순창
390	전북	팔덕	순창군팔덕면청계리	저수지	공사	섬진강	순창
391	전북	양신	순창군쌍치면양신리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐
392	전북	대가(순창)	순창군북흥면봉덕리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐
393	전북	대방	순창군북흥면대방리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐
394	전북	구림	순창군구림면월정리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐하류
395	전북	청계(순창)	순창군구림면자양리	저수지	공사	섬진강	섬진강댐하류
396	전북	노동	고창군고창읍노동리	저수지	공사	영산강	주진천
397	전북	고수(조선)	고창군고수면두평리	저수지	공사	영산강	주진천
398	전북	도솔제	고창군아산면삼인리	저수지	시군	영산강	주진천
399	전북	덕림	고창군무장면덕림리	저수지	공사	영산강	주진천
400	전북	예전	고창군공음면예전리	저수지	공사	영산강	와탄천
401	전북	석남	고창군상하면석남리	저수지	공사	영산강	와탄천
402	전북	고십	고창군해리면하련리	저수지	시군	영산강	주진천
403	전북	공산	고창군심원면공산리	저수지	공사	영산강	주진천
404	전북	도천(고창)	고창군심원면도천리	저수지	공사	영산강	주진천
405	전북	연화	고창군심원면연화리	저수지	공사	영산강	주진천
406	전북	흥덕	고창군흥덕면석우리	저수지	공사	금강	동진강
407	전북	성내(고창)	고창군성내면산림리	저수지	공사	금강	동진강
408	전북	신림	고창군신림면자포리	저수지	공사	영산강	주진천
409	전북	오산(고창)	고창군부안면오산리	저수지	공사	영산강	주진천
410	전북	상암	고창군부안면상암리	저수지	공사	영산강	주진천
411	전북	사산	부안군주산면사산리	저수지	공사	금강	직소천
412	전북	고마	부안군동진면내기리	저수지	공사	금강	직소천
413	전북	둔바말	부안군변산면도청리	저수지	시군	영산강	주진천
414	전북	유유	부안군변산면마포리	저수지	공사	영산강	주진천
415	전북	종암	부안군변산면마포리	저수지	시군	영산강	주진천
416	전북	석포	부안군진서면석포리	저수지	공사	영산강	주진천
417	전북	운호	부안군진서면운호리	저수지	공사	영산강	주진천
418	전북	청호	부안군하서면청호리	저수지	공사	금강	직소천
419	전북	금광(부안)	부안군하서면백련리	저수지	시군	금강	직소천
420	전남	대정(영광)	고창군공음면두암리	저수지	공사	영산강	와탄천
421	전남	관기	여수시소라면죽림리	저수지	공사	섬진강	이사천
422	전남	대포	여수시소라면대포리	저수지	공사	섬진강	수어천
423	전남	신평(여수)	여수시울촌면신평리	저수지	공사	섬진강	수어천
424	전남	화동	여수시화양면화동리	저수지	공사	섬진강	이사천
425	전남	월용	순천시월등면월용리	저수지	시군	섬진강	섬진강하류
426	전남	행정	순천시주암면행정리	저수지	공사	섬진강	보성강
427	전남	동교	순천시낙안면동내리	저수지	공사	섬진강	이사천
428	전남	운천	순천시별량면운천리	저수지	공사	섬진강	이사천
429	전남	금동	순천시별량면금치리	저수지	공사	섬진강	이사천

430	전남	대룡(순천)	순천시별량면대룡리	저수지	공사	섬진강	이사천
431	전남	백용	나주시다시면운봉리	저수지	공사	영산강	영산강중류
433	전남	덕용(나주)	나주시봉황면덕곡리	저수지	시군	영산강	영산강중류
434	전남	백운	광양시봉강면지곡리	저수지	공사	섬진강	수어천
436	전남	무동	담양군남면만월리	저수지	시군	섬진강	주암댐
437	전남	문학	담양군대덕면문학리	저수지	시군	영산강	영산강상류
438	전남	운암(담양)	담양군대덕면운암리	저수지	공사	영산강	영산강상류
439	전남	정석	담양군무정면정석리	저수지	공사	영산강	영산강상류
441	전남	월산2(월산)	담양군월산면용흥리	저수지	공사	영산강	황룡강
442	전남	구성	곡성군오곡면구성리	저수지	공사	섬진강	섬진곡성
443	전남	봉정	곡성군죽곡면봉정리	저수지	공사	섬진강	보성강
444	전남	흑석	곡성군입면흑석리	저수지	공사	섬진강	순창
445	전남	백련	구례군구례읍백련리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
446	전남	효곡	구례군간전면효곡리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
447	전남	문수	구례군토지면구산리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
448	전남	대지	구례군마산면황전리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
449	전남	천은	구례군광의면방광리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
450	전남	구만	구례군광의면구만리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
451	전남	정산	구례군산동면탑정리	저수지	시군	섬진강	섬진강하류
452	전남	풍도	고흥군풍양면안동리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
453	전남	매곡	고흥군풍양면매곡리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
454	전남	도덕	고흥군도덕면도덕리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
455	전남	봉암(고흥)	고흥군도덕면도덕리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
456	전남	내봉	고흥군도덕면오마리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
457	전남	구암	고흥군도화면구암리	저수지	시군	섬진강	이사천
458	전남	덕중	고흥군도화면덕중리	저수지	공사	섬진강	이사천
459	전남	세동	고흥군포두면세동리	저수지	시군	섬진강	이사천
460	전남	금사(고흥)	고흥군포두면봉림리	저수지	공사	섬진강	이사천
461	전남	대룡(고흥)	고흥군포두면봉림리	저수지	공사	섬진강	이사천
462	전남	장수(고흥)	고흥군포두면장수리	저수지	시군	섬진강	이사천
463	전남	사정	고흥군점암면사정리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
464	전남	연봉2(2연봉)	고흥군점암면연봉리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
465	전남	침교	고흥군남양면망주리	저수지	공사	섬진강	이사천
466	전남	원등	고흥군동강면마륜리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
467	전남	대강	고흥군동강면대강리	저수지	공사	섬진강	이사천
468	전남	오월(죽암)	고흥군동강면오월리	저수지	공사	섬진강	이사천
469	전남	운대1	고흥군두원면운대리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
470	전남	추동(보성)	보성군별교읍추동리	저수지	공사	섬진강	이사천
471	전남	증광	보성군별교읍증광리	저수지	공사	섬진강	이사천
472	전남	칠동	보성군별교읍옥전리	저수지	공사	섬진강	이사천
473	전남	학동(보성)	보성군노동면학동리	저수지	공사	섬진강	주암댐
475	전남	울어	보성군울어면유신리	저수지	공사	섬진강	주암댐

476	전남	진봉	보성군북내면진봉리	저수지	공사	섬진강	주암댐
477	전남	장천	보성군북내면장천리	저수지	시군	섬진강	주암댐
478	전남	귀산	보성군문덕면귀산리	저수지	시군	섬진강	주암댐
479	전남	대곡	보성군조성면대곡리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
480	전남	덕산(보성)	보성군득량면예당리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
481	전남	해평	보성군득량면해평리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
482	전남	도촌	보성군득량면도촌리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
483	전남	영천	보성군회천면영천리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
484	전남	담안	보성군웅치면대산리	저수지	공사	섬진강	주암댐
485	전남	임수	보성군웅치면대산리	저수지	공사	섬진강	주암댐
486	전남	금전	화순군한천면금전리	저수지	공사	영산강	지석천
487	전남	이만(청풍)	화순군청풍면이만리	저수지	공사	영산강	지석천
488	전남	장치	화순군이양면장치리	저수지	공사	영산강	지석천
489	전남	도암	화순군도암면등광리	저수지	공사	영산강	지석천
490	전남	우치	화순군도암면우치리	저수지	공사	영산강	지석천
491	전남	안심(화순)	화순군이서면안심리	저수지	공사	섬진강	주암댐
492	전남	송단	화순군북면송단리	저수지	공사	섬진강	주암댐
493	전남	유천	화순군동북면유천리	저수지	공사	섬진강	주암댐
494	전남	가수	화순군동북면가수리	저수지	시군	섬진강	주암댐
495	전남	내리	화순군남면내리	저수지	공사	섬진강	주암댐
496	전남	서성	화순군동면서성리	저수지	공사	영산강	지석천
497	전남	금산	장흥군장흥읍금산리	저수지	공사	영산강	탐진강
498	전남	성산(장흥)	장흥군관산읍성산리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
499	전남	농안	장흥군관산읍농안리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
500	전남	지정(장흥)	장흥군관산읍지정리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
501	전남	수동	장흥군관산읍외동리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
502	전남	동촌	장흥군관산읍하발리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
503	전남	서산(장흥)	장흥군대덕읍연지리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
504	전남	연지	장흥군대덕읍연지리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
505	전남	하분	장흥군대덕읍분토리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
506	전남	덕촌	장흥군대덕읍가학리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
507	전남	운주	장흥군용산면운주리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
508	전남	월계	장흥군안양면당암리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
509	전남	모령	장흥군안양면모령리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
510	전남	신촌	장흥군안양면학송리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
511	전남	하산	장흥군장동면하산리	저수지	공사	영산강	탐진강
512	전남	서봉	장흥군장평면기동리	저수지	시군	섬진강	주암댐
513	전남	조양	장흥군유치면조양리	저수지	시군	영산강	탐진강
514	전남	임천	강진군강진읍임천리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
515	전남	서산(강진)	강진군강진읍서산리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
516	전남	금곡	강진군군동면파산리	저수지	시군	영산강	탐진강
517	전남	파산	강진군군동면파산리	저수지	시군	영산강	탐진강

518	전남	장산	강진군군동면장산리	저수지	시군	영산강	탐진강
519	전남	금사(강진)	강진군군동면금사리	저수지	공사	영산강	탐진강
520	전남	삼흥	강진군칠량면삼흥리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
521	전남	명주	강진군칠량면명주리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
522	전남	중흥(강진)	강진군칠량면중흥리	저수지	시군	섬진강	섬진강서남해
523	전남	당전	강진군대구면용운리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
524	전남	강정	강진군도암면지석리	저수지	공사	영산강	영암방조제
525	전남	석문(강진)	강진군도암면봉황리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
526	전남	봉양	강진군신전면수양리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
527	전남	대월	강진군신전면용월리	저수지	시군	섬진강	섬진강서남해
528	전남	월남	강진군성전면월남리	저수지	공사	영산강	탐진강
529	전남	성전	강진군성전면월하리	저수지	공사	영산강	탐진강
530	전남	월평(강진)	강진군성전면월평리	저수지	공사	영산강	탐진강
531	전남	학동(강진)	강진군작천면갈동리	저수지	공사	영산강	탐진강
532	전남	월곡	강진군옥천면월곡리	저수지	공사	영산강	탐진강
533	전남	영동	강진군마량면마량리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
534	전남	양촌	해남군삼산면평활리	저수지	공사	영산강	영암방조제
535	전남	구시	해남군현산면구시리	저수지	공사	영산강	영암방조제
536	전남	구산(해남)	해남군현산면구산리	저수지	공사	영산강	영암방조제
537	전남	군곡	해남군송지면해원리	저수지	공사	영산강	영암방조제
538	전남	해원	해남군송지면해원리	저수지	공사	영산강	영암방조제
539	전남	동해	해남군북평면동해리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
540	전남	장수(해남)	해남군북일면운전리	저수지	공사	섬진강	섬진강서남해
541	전남	백호	해남군옥천면백호리	저수지	공사	영산강	영암방조제
542	전남	오류	해남군계곡면성진리	저수지	공사	영산강	영암방조제
543	전남	신기	해남군계곡면강절리	저수지	시군	영산강	영암방조제
544	전남	가학	해남군계곡면가학리	저수지	공사	영산강	영암방조제
545	전남	신평	해남군계곡면신평리	저수지	공사	영산강	영암방조제
547	전남	신덕	해남군화원면신덕리	저수지	공사	영산강	영암방조제
548	전남	쌍정	영암군영암읍개신리	저수지	공사	영산강	영암천
551	전남	연보	영암군금정면연보리	저수지	공사	영산강	영산강중류
552	전남	입석	영암군금정면남송리	저수지	공사	영산강	영산강중류
553	전남	연소	영암군금정면연소리	저수지	공사	영산강	탐진강
554	전남	성산(영암)	영암군도포면성산리	저수지	공사	영산강	영암천
555	전남	성양	영암군군서면성양리	저수지	공사	영산강	영암천
556	전남	학파1	영암군서호면영길리	저수지	공사	영산강	영암천
557	전남	학파2	영암군서호면소산리	저수지	공사	영산강	영암천
558	전남	울치	영암군학산면상월리	저수지	공사	영산강	영암천
559	전남	감둔	무안군몽탄면봉명리	저수지	공사	영산강	영산강하구언
560	전남	일로2(제2호)	무안군몽탄면당호리	저수지	공사	영산강	영산강하류
561	전남	사천(무안)	무안군몽탄면사천리	저수지	공사	영산강	영산강하류
562	전남	월선	무안군청계면월선리	저수지	시군	영산강	와탄천

563	전남	수양(무안)	무안군현경면수양리	저수지	시군	영산강	와탄천
564	전남	월천	함평군손불면월천리	저수지	공사	영산강	와탄천
565	전남	동정	함평군신광면동정리	저수지	공사	영산강	영산강하류
566	전남	대동	함평군대동면운교리	저수지	공사	영산강	영산강하류
567	전남	원선2	함평군나산면원선리	저수지	시군	영산강	고막원천
568	전남	구산(함평)	함평군나산면구산리	저수지	시군	영산강	고막원천
569	전남	금계(함평)	함평군해보면금계리	저수지	공사	영산강	고막원천
570	전남	길용	영광군백수읍길용리	저수지	공사	영산강	와탄천
571	전남	불갑	영광군불갑면녹산리	저수지	공사	영산강	와탄천
572	전남	용암(영광)	영광군군남면용암리	저수지	공사	영산강	와탄천
573	전남	오동	영광군영산면오동리	저수지	공사	영산강	와탄천
574	전남	유당	장성군장성읍유당리	저수지	공사	영산강	황룡강
576	전남	수양(장성)	장성군삼서면수양리	저수지	공사	영산강	황룡강
577	전남	와우(장성)	장성군황룡면와우리	저수지	시군	영산강	황룡강
578	전남	달성	장성군북이면달성리	저수지	공사	영산강	황룡강
579	전남	백암(장성)	장성군북이면백암리	저수지	공사	영산강	황룡강
580	전남	죽청	장성군북이면죽청리	저수지	공사	영산강	황룡강
581	전남	소포담	진도군진도읍산월리	저수지	공사	영산강	진도
582	전남	둔전	진도군군내면둔전리	저수지	공사	영산강	진도
583	전남	월가	진도군군내면월가리	저수지	공사	영산강	진도
584	전남	오산(진도)	진도군고군면오산리	저수지	공사	영산강	진도
585	전남	사천(진도)	진도군의신면칭계리	저수지	공사	영산강	진도
586	전남	천망	진도군의신면칠전리	저수지	공사	영산강	진도
587	전남	용산(진도)	진도군임회면용호리	저수지	공사	영산강	진도
588	전남	와우(진도)	진도군지산면와우리	저수지	시군	영산강	진도
589	전남	봉암(진도)	진도군지산면가치리	저수지	공사	영산강	진도
590	전남	봉동	신안군지도읍봉리	저수지	시군	영산강	와탄천
591	전남	원산	신안군팔금면원산리	저수지	시군	영산강	신안군
592	전남	수락(신안)	신안군압해면대천리	저수지	시군	영산강	신안군
593	경북	삼정(삼정리)	포항시남구구룡포읍삼정	저수지	공사	낙동강	대종천
594	경북	조박	포항시남구연일읍인주리	저수지	공사	낙동강	형산강
595	경북	오어	포항시남구오천읍항사리	저수지	공사	낙동강	대종천
596	경북	방산(포항)	포항시남구장기면방산리	저수지	공사	낙동강	대종천
597	경북	강사	포항시남구대보면강사리	저수지	공사	낙동강	대종천
598	경북	대보	포항시남구대보면대보리	저수지	공사	낙동강	대종천
599	경북	용천	포항시북구신광면냉수리	저수지	공사	낙동강	형산강
600	경북	반곡	포항시북구신광면반곡리	저수지	공사	낙동강	영덕오십천
601	경북	마북	포항시북구신광면마북리	저수지	공사	낙동강	영덕오십천
602	경북	용연(포항)	포항시북구신광면호리	저수지	공사	낙동강	영덕오십천
603	경북	안심(포항)	포항시북구청하면명안리	저수지	공사	낙동강	영덕오십천
604	경북	청계(포항)	포항시북구청하면청계리	저수지	공사	낙동강	영덕오십천
605	경북	용곡(포항)	포항시북구송라면방석리	저수지	공사	낙동강	영덕오십천

606	경북	기동	포항시북구기계면화봉리	저수지	공사	낙동강	형산강
607	경북	은천	포항시북구기북면관천리	저수지	공사	낙동강	형산강
609	경북	대제	경주시조양동	저수지	시군	낙동강	형산강
610	경북	하동(경주)	경주시하동	저수지	공사	낙동강	형산강
611	경북	덕동	경주시덕동	저수지	시군	낙동강	형산강
612	경북	옥산(경주)	경주시안강읍옥산리	저수지	공사	낙동강	형산강
613	경북	하곡	경주시안강읍하곡리	저수지	공사	낙동강	형산강
614	경북	용곡(경주)	경주시건천읍용명리	저수지	공사	낙동강	형산강
615	경북	송선(경주)	경주시건천읍송선리	저수지	공사	낙동강	형산강
616	경북	선택지	경주시건천읍화천리	저수지	시군	낙동강	형산강
617	경북	석계(경주)	경주시외동읍석계리	저수지	공사	낙동강	태화강
618	경북	영지	경주시외동읍괘릉리	저수지	시군	낙동강	형산강
619	경북	권이	경주시양북면권이리	저수지	공사	낙동강	대종천
620	경북	명계	경주시내남면명계리	저수지	공사	낙동강	형산강
621	경북	화곡(경주)	경주시내남면화곡리	저수지	공사	낙동강	형산강
622	경북	박달	경주시내남면박달리	저수지	공사	낙동강	형산강
623	경북	대현	경주시산내면대현리	저수지	공사	낙동강	밀양강
624	경북	삼곡	경주시서면삼곡리	저수지	공사	낙동강	형산강
625	경북	남사	경주시현곡면남사리	저수지	공사	낙동강	형산강
626	경북	내태	경주시현곡면래태리	저수지	공사	낙동강	형산강
627	경북	왕신	경주시강동면왕신리	저수지	공사	낙동강	형산강
628	경북	성지	경주시천북면성지리	저수지	공사	낙동강	형산강
629	경북	남북	김천시남면부상리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
630	경북	오봉	김천시남면오봉리	저수지	공사	낙동강	감천
631	경북	광덕	김천시감문면광덕리	저수지	공사	낙동강	감천
632	경북	직지	김천시대항면향천리	저수지	공사	낙동강	감천
633	경북	만운	안동시풍산읍만운리	저수지	공사	낙동강	안동댐하류
634	경북	호민	안동시풍천면가곡리	저수지	공사	낙동강	안동댐하류
635	경북	주평	안동시일직면원호리	저수지	시군	낙동강	안동댐하류
636	경북	진실	안동시남선면신흥리	저수지	시군	낙동강	임하댐
637	경북	장수곡	안동시남선면외하리	저수지	시군	낙동강	안동댐하류
638	경북	매정	안동시녹전면매정리	저수지	공사	낙동강	내성천
639	경북	대성	구미시수정동	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
640	경북	금오	구미시남통동	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
641	경북	무을	구미시무을면상송리	저수지	공사	낙동강	감천
642	경북	옥관	구미시옥성면옥관리	저수지	공사	낙동강	낙동구미
643	경북	옥성	구미시옥성면대원리	저수지	공사	낙동강	감천
644	경북	사곡	구미시도개면신곡리	저수지	시군	낙동강	낙동구미
645	경북	창림	구미시해평면창림리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
646	경북	백현	구미시산동면백현리	저수지	공사	낙동강	위천
647	경북	오로	구미시장천면오로리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
648	경북	삼산(구미)	구미시장천면목어리	저수지	시군	낙동강	낙동왜관

649	경북	금계(삼가)	영주시풍기읍금계리	저수지	공사	낙동강	내성천
650	경북	순흥	영주시순흥면내죽리	저수지	공사	낙동강	내성천
651	경북	단산(영주)	영주시단산면옥대리	저수지	공사	낙동강	내성천
652	경북	우로	영천시망정동	저수지	시군	낙동강	금호강
653	경북	청	영천시도남동	저수지	시군	낙동강	금호강
654	경북	대승	영천시금호읍오계리	저수지	공사	낙동강	금호강
655	경북	풍락	영천시청통면대평리	저수지	공사	낙동강	금호강
656	경북	오라	영천시신령면치산리	저수지	공사	낙동강	금호강
657	경북	화산(영천)	영천시신령면연정리	저수지	공사	낙동강	금호강
658	경북	가천(영천)	영천시신령면가천리	저수지	공사	낙동강	금호강
659	경북	당지	영천시화산면당지리	저수지	공사	낙동강	금호강
660	경북	황계	영천시화북면황계리	저수지	공사	낙동강	금호강
661	경북	임고	영천시임고면사리	저수지	공사	낙동강	금호강
662	경북	고경	영천시고경면청정리	저수지	공사	낙동강	금호강
663	경북	도유	영천시북안면도유리	저수지	공사	낙동강	금호강
664	경북	유상	영천시북안면유상리	저수지	공사	낙동강	금호강
665	경북	개운(상주)	상주시개운동	저수지	공사	낙동강	병성천
666	경북	중덕	상주시중덕동	저수지	시군	낙동강	병성천
667	경북	덕가	상주시사벌면덕가리	저수지	공사	낙동강	병성천
668	경북	청상	상주시청리면청상리	저수지	공사	낙동강	병성천
669	경북	송지	상주시외남면송지리	저수지	시군	낙동강	병성천
670	경북	내금	상주시외남면흔평리	저수지	시군	낙동강	병성천
671	경북	상판	상주시모동면상판리	저수지	공사	금강	초강
672	경북	판곡	상주시화동면판곡리	저수지	공사	금강	초강
673	경북	보미	상주시화동면보미리	저수지	공사	금강	초강
674	경북	양지	상주시화동면양지리	저수지	공사	금강	초강
675	경북	황령	상주시은척면황령리	저수지	공사	낙동강	영강
676	경북	오태	상주시공검면오태리	저수지	공사	낙동강	병성천
677	경북	지평	상주시공검면지평리	저수지	공사	낙동강	영강
678	경북	안룡	상주시이안면안용리	저수지	공사	낙동강	영강
679	경북	우본	문경시산양면우본리	저수지	공사	낙동강	내성천
680	경북	회룡	문경시산북면회룡리	저수지	공사	낙동강	내성천
681	경북	경천(문경)	문경시동로면마광리	저수지	공사	낙동강	내성천
682	경북	남매	경산시계양동	저수지	공사	낙동강	금호강
683	경북	문천	경산시진량읍문천리	저수지	공사	낙동강	금호강
684	경북	소월	경산시와촌면소월리	저수지	공사	낙동강	금호강
685	경북	송림	경산시용성면송림리	저수지	공사	낙동강	금호강
686	경북	송내(경산)	경산시남산면송내리	저수지	공사	낙동강	금호강
687	경북	송백	경산시남천면신방리	저수지	공사	낙동강	금호강
688	경북	하도(경산)	경산시남천면하도리	저수지	공사	낙동강	금호강
689	경북	산호	군위군소보면산법리	저수지	공사	낙동강	위천
690	경북	고매	군위군효령면매곡리	저수지	공사	낙동강	위천

691	경북	점곡	의성군점곡면동변리	저수지	공사	낙동강	안동댐하류
692	경북	금봉	의성군옥산면금봉리	저수지	공사	낙동강	안동댐하류
693	경북	가음	의성군가음면양지리	저수지	공사	낙동강	위천
694	경북	조성	의성군구천면조성리	저수지	공사	낙동강	위천
695	경북	용암(의성)	의성군단밀면위중리	저수지	공사	낙동강	위천
696	경북	개천	의성군안계면봉양리	저수지	공사	낙동강	위천
697	경북	효천	의성군다인면도암리	저수지	공사	낙동강	위천
698	경북	화장(구천)	청송군부남면화장리	저수지	공사	낙동강	임하댐
699	경북	신평(청송)	청송군현동면거성리	저수지	공사	낙동강	임하댐
700	경북	월매	청송군현동면월매리	저수지	공사	낙동강	임하댐
701	경북	고현	청송군진보면고현리	저수지	공사	낙동강	임하댐
702	경북	구매	영양군청기면토곡리	저수지	시군	낙동강	임하댐
703	경북	도곡	영양군일월면도곡리	저수지	공사	낙동강	임하댐
704	경북	화매	영양군석보면화매리	저수지	공사	낙동강	임하댐
705	경북	도천(영덕)	영덕군남정면도천리	저수지	공사	낙동강	영덕오십천
706	경북	기사	영덕군지품면기사리	저수지	공사	낙동강	영덕오십천
707	경북	요곡	영덕군영해면요곡리	저수지	공사	낙동강	왕피천
708	경북	백록(영덕)	영덕군병곡면영리	저수지	공사	낙동강	왕피천
709	경북	사동	청도군각남면사리	저수지	공사	낙동강	밀양강
710	경북	대산(청도)	청도군각남면옥산리	저수지	공사	낙동강	밀양강
711	경북	우산	청도군각북면우산리	저수지	공사	낙동강	밀양강
712	경북	지슬	청도군각북면지슬리	저수지	공사	낙동강	밀양강
713	경북	금천	청도군각북면금천리	저수지	공사	낙동강	밀양강
714	경북	수야	청도군이서면수야리	저수지	공사	낙동강	밀양강
715	경북	김전	청도군금천면김전리	저수지	공사	낙동강	밀양강
716	경북	박곡	청도군금천면박곡리	저수지	공사	낙동강	밀양강
717	경북	중화	고령군고령읍중화리	저수지	공사	낙동강	회천
718	경북	덕곡(고령)	고령군덕곡면노리	저수지	공사	낙동강	회천
719	경북	송내(성주)	성주군수륜면송계리	저수지	시군	낙동강	회천
720	경북	성주	성주군벽진면봉학리	저수지	공사	낙동강	회천
721	경북	봉학(성주)	성주군벽진면봉학리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
722	경북	자산	성주군벽진면자산리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
723	경북	소성(성주)	성주군초전면소성리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
724	경북	매원	칠곡군왜관읍매원리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
725	경북	지천	칠곡군지천면창평리	저수지	공사	낙동강	금호강
726	경북	동명	칠곡군동명면구덕리	저수지	공사	낙동강	금호강
727	경북	금화	칠곡군가산면금화리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
728	경북	봉학(칠곡)	칠곡군가산면송학리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
729	경북	내야	칠곡군약목면관호리	저수지	공사	낙동강	낙동왜관
730	경북	운암(예천)	예천군용문면내지리	저수지	공사	낙동강	내성천
731	경북	돈담	예천군감천면돈산리	저수지	공사	낙동강	내성천
732	경북	대맥	예천군감천면대맥리	저수지	공사	낙동강	내성천

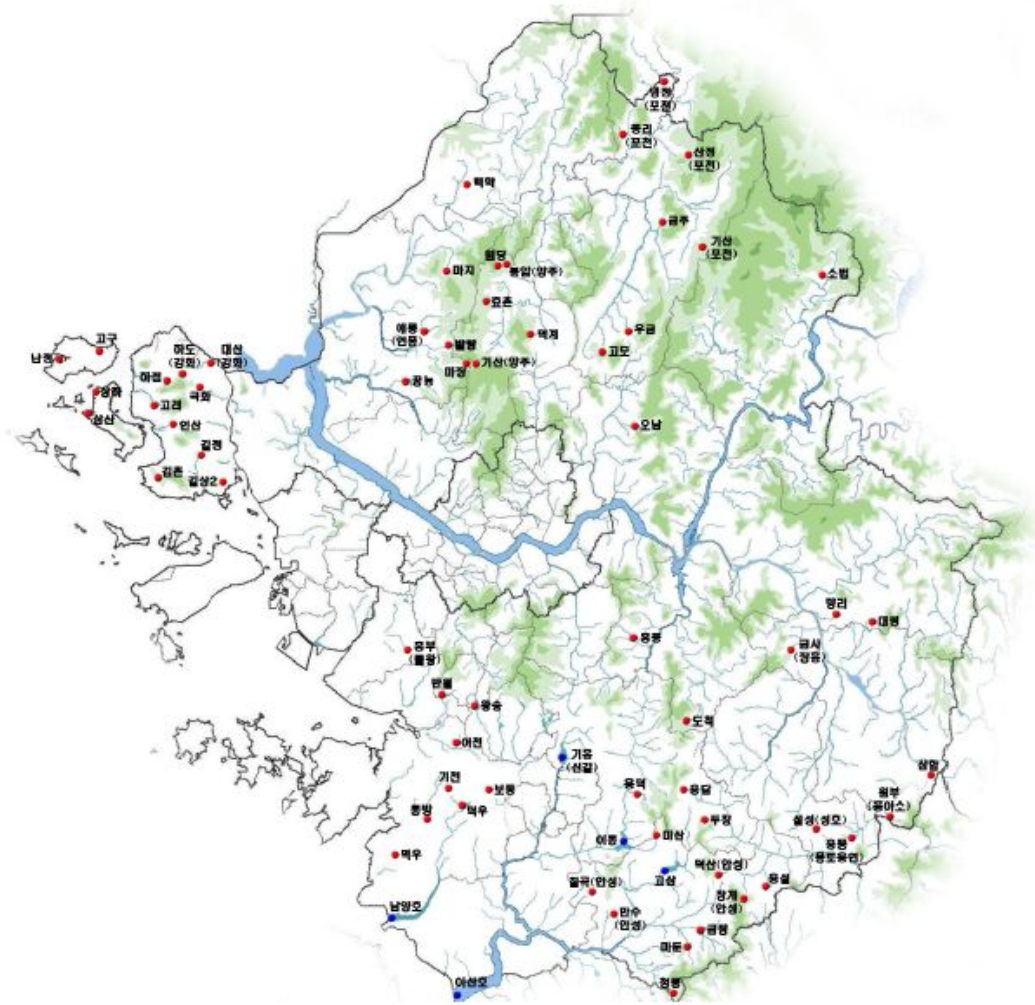
733	경북	죽안	예천군유천면죽안리	저수지	공사	낙동강	내성천
734	경북	창평	봉화군봉성면창평리	저수지	공사	낙동강	내성천
735	경북	하늘	봉화군상운면하늘리	저수지	시군	낙동강	내성천
736	경북	매화	울진군원남면기양리	저수지	공사	낙동강	왕피천
737	경북	온정	울진군온정면온정리	저수지	공사	낙동강	왕피천
738	경남	우곡	창원시동읍단계리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
740	경남	학동(마산)	마산시진북면영학리	저수지	공사	낙동강	낙동강남해
741	경남	평암	마산시진전면평암리	저수지	공사	낙동강	낙동강남해
742	경남	인담	진주시금곡면인담리	저수지	공사	낙동강	남강
743	경남	백암(진주)	진주시진성면대사리	저수지	공사	낙동강	남강
744	경남	답천	진주시일반성면답천리	저수지	공사	낙동강	남강
745	경남	장평	진주시이반성면장안리	저수지	시군	낙동강	남강
746	경남	평촌	진주시이반성면평촌리	저수지	공사	낙동강	남강
747	경남	발산	진주시이반성면발산리	저수지	공사	낙동강	남강
748	경남	금호(진주)	진주시금산면용아리	저수지	공사	낙동강	남강
749	경남	응석	진주시집현면정평리	저수지	공사	낙동강	남강
750	경남	어옥	진주시미천면어옥리	저수지	공사	낙동강	남강
751	경남	남성	진주시명석면남성리	저수지	공사	낙동강	남강
752	경남	솔기	진주시명석면신기리	저수지	공사	낙동강	남강
753	경남	와룡	사천시와룡동저수지	저수지	공사	낙동강	가화천
754	경남	백천	사천시백천동저수지	저수지	공사	낙동강	가화천
755	경남	두량	사천시사천읍두량리	저수지	공사	낙동강	가화천
756	경남	구룡(사천)	사천시사남면화전리	저수지	공사	낙동강	가화천
757	경남	석계(사천)	사천시용현면석계리	저수지	공사	낙동강	가화천
758	경남	용치	사천시용현면용치리	저수지	공사	낙동강	가화천
759	경남	덕곡(사천)	사천시용현면덕곡리	저수지	공사	낙동강	가화천
760	경남	흥사	사천시군양면흥사리	저수지	공사	낙동강	가화천
761	경남	진례	김해시진례면신안리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
762	경남	시례	김해시대동면예안리	저수지	시군	낙동강	낙동강하구연
763	경남	덕곡(밀양)	밀양시부북면덕곡리	저수지	공사	낙동강	밀양강
764	경남	가산	밀양시부북면가산리	저수지	공사	낙동강	밀양강
765	경남	봉의	밀양시산내면가인리	저수지	공사	낙동강	밀양강
766	경남	감물	밀양시단장면감물리	저수지	공사	낙동강	밀양강
767	경남	초동	밀양시초동면신호리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
768	경남	소태	밀양시청도면소태리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
769	경남	조천	밀양시청도면조천리	저수지	시군	낙동강	낙동밀양
770	경남	요고	밀양시청도면요고리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
771	경남	동부(거제)	거제시동부면산양리	저수지	공사	낙동강	거제도
772	경남	서암	의령군가례면괴진리	저수지	공사	낙동강	남강
773	경남	칠곡(의령)	의령군칠곡면산남리	저수지	공사	낙동강	남강
774	경남	삼가(합천)	의령군대의면행정리	저수지	공사	낙동강	남강댐
775	경남	천락	의령군봉수면천락리	저수지	공사	낙동강	낙동창녕

776	경남	공유(벽계)	의령군공유면벽계리	저수지	공사	낙동강	낙동창녕
777	경남	봉성	함안군함안면강명리	저수지	공사	낙동강	남강
778	경남	명관	함안군군북면명관리	저수지	공사	낙동강	남강
779	경남	산정(함안)	함안군칠원면무기리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
780	경남	입곡	함안군산인면입곡리	저수지	공사	낙동강	남강
781	경남	송고	창녕군창녕읍직교리	저수지	공사	낙동강	낙동창녕
782	경남	노단이	창녕군창녕읍옥천리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
783	경남	옥천(창녕)	창녕군창녕읍옥천리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
784	경남	감동	창녕군고암면감리	저수지	공사	낙동강	낙동창녕
785	경남	월곡(창녕)	창녕군성산면대산리	저수지	공사	낙동강	낙동고령
786	경남	봉산	창녕군계성면봉산리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
787	경남	구계	창녕군영산면구계리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
788	경남	장척	창녕군영산면신제리	저수지	공사	낙동강	낙동밀양
789	경남	하이	고성군하이면와룡리	저수지	공사	낙동강	가화천
790	경남	척정	고성군대가면척정리	저수지	공사	낙동강	가화천
791	경남	대가(고성)	고성군대가면암전리	저수지	공사	낙동강	가화천
792	경남	양화	고성군대가면양화리	저수지	공사	낙동강	가화천
793	경남	갈천	고성군대가면갈천리	저수지	공사	낙동강	남강
794	경남	선동	고성군개천면나선리	저수지	공사	낙동강	남강
795	경남	가천(고성)	고성군개천면가천리	저수지	공사	낙동강	남강
796	경남	좌련	고성군개천면좌련리	저수지	공사	낙동강	남강
797	경남	삼덕	고성군회화면삼덕리	저수지	공사	낙동강	낙동강남해
798	경남	복곡	남해군이동면신전리	저수지	공사	낙동강	남해도
799	경남	갈곡	남해군삼동면영지리	저수지	공사	낙동강	남해도
800	경남	내산	남해군삼동면봉화리	저수지	공사	낙동강	남해도
801	경남	연죽	남해군서면연죽리	저수지	공사	낙동강	남해도
802	경남	남치	남해군고현면남치리	저수지	공사	낙동강	남해도
803	경남	옥천(남해)	남해군창선면옥천리	저수지	공사	낙동강	남해도
804	경남	적량	하동군적량면우계리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
805	경남	삼화	하동군적량면서리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
806	경남	송원	하동군진교면송원리	저수지	공사	낙동강	가화천
807	경남	하동	하동군청암면중이리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
808	경남	목계	하동군청암면목계리	저수지	공사	섬진강	섬진강하류
809	경남	옥종	하동군옥종면궁항리	저수지	공사	낙동강	남강댐
810	경남	향양	산청군생초면향양리	저수지	공사	낙동강	남강댐
811	경남	손항	산청군신등면장천리	저수지	공사	낙동강	남강댐
812	경남	월평(함양)	함양군휴천면월평리	저수지	공사	낙동강	남강댐
813	경남	서하	함양군서하면운곡리	저수지	공사	낙동강	남강댐
814	경남	옥계(함양)	함양군병곡면원산리	저수지	공사	낙동강	남강댐
815	경남	웅양	거창군웅양면산포리	저수지	공사	낙동강	합천댐
816	경남	상천(거창)	거창군위천면상천리	저수지	공사	낙동강	합천댐
817	경남	매산(거창)	거창군남상면무촌리	저수지	공사	낙동강	합천댐

818	경남	지산	거창군남하면지산리	저수지	공사	낙동강	합천댐
819	경남	가북	거창군가북면박암리	저수지	공사	낙동강	합천댐
820	경남	장계(합천)	합천군합천읍장계리	저수지	공사	낙동강	황강
821	경남	노곡	합천군봉산면노곡리	저수지	시군	낙동강	합천댐
822	경남	죽전	합천군가야면죽전리	저수지	공사	낙동강	회천
823	경남	상신	합천군쌍책면상신리	저수지	공사	낙동강	황강
824	경남	오산(합천)	합천군대양면오산리	저수지	공사	낙동강	낙동창녕
825	경남	가회	합천군가회면중촌리	저수지	공사	낙동강	남강댐

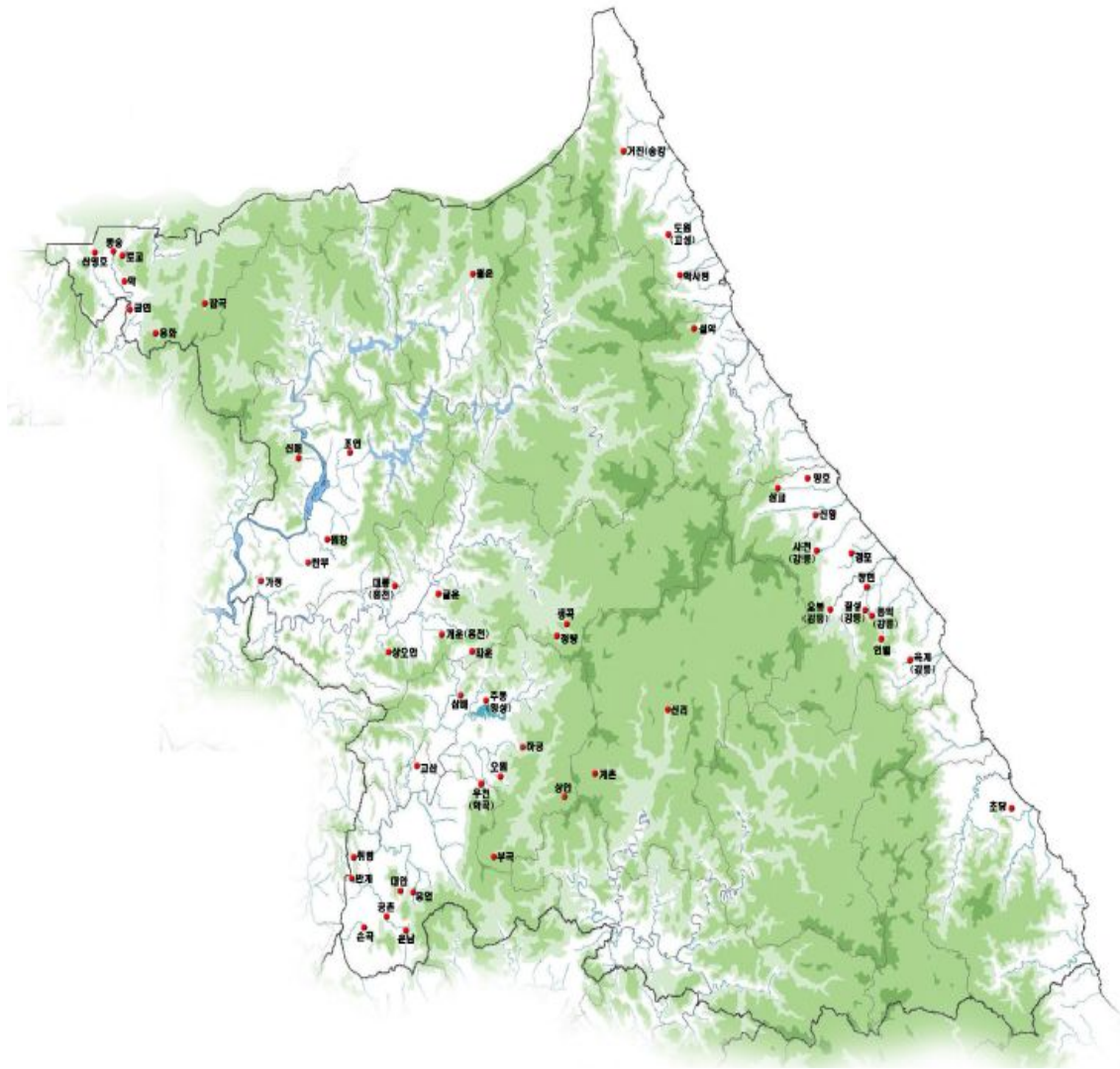
1.2 수질측정망 시설위치

가. 경기도



도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
11	국화	강화군	38	왕송	의왕시	55	미산	안성시	72	봉암(양주)	양주시
12	길상2	강화군	39	이동	용인시	56	칠곡(안성)	안성시	73	효촌	양주시
13	김촌	강화군	40	용덕	용인시	57	장계(안성)	안성시	74	원당	양주시
14	인산	강화군	41	용담	용인시	58	용설	안성시	75	고모	포천시
15	길정	강화군	42	두창	용인시	59	덕산(안성)	안성시	76	우금	포천시
16	고려	강화군	43	기흥(신갈)	용인시	60	고삼	안성시	77	금주	포천시
17	하점	강화군	44	애룡(연풍)	파주시	61	덕우	화성시	78	기산(포천)	포천시
18	대산(강화)	강화군	45	마지	파주시	62	떡우	화성시	79	산정(포천)	포천시
19	하도(강화)	강화군	46	공능	파주시	63	남양호	화성시	80	중리(포천)	포천시
20	고구	강화군	47	마장	파주시	64	어천	화성시	81	냉정(포천)	포천시
21	난정	강화군	48	발랑	파주시	65	기천	화성시	82	원부(홍아소)	여주군
22	삼산(강화)	강화군	49	용풍(풍토용연)	이천시	66	동방	화성시	83	삼합	여주군
23	상하	강화군	50	성호(설성)	이천시	67	보통	화성시	84	금사(장흥)	여주군
34	아산호	평택시	51	만수(안성)	안성시	68	홍중	광주시	85	백학	연천군
35	오남	남양주	52	마둔	안성시	69	도척	광주시	86	소법	가평군
36	홍부(불왕)	시흥시	53	금광	안성시	70	덕계	양주시	87	대평	양평군
37	반월	군포시	54	청용	안성시	71	기산(양주)	양주시	88	향리	양평군

나. 강원도



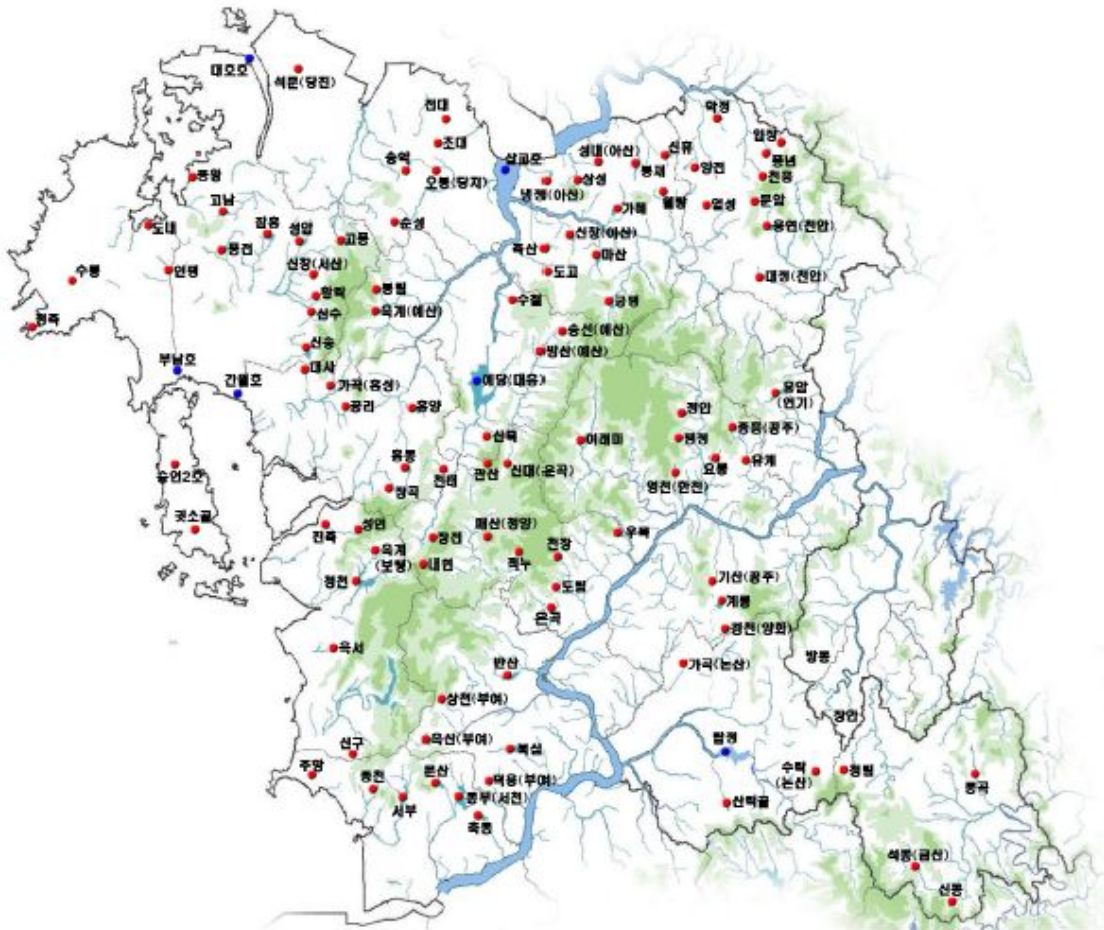
도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
89	조연	춘천시	103	장현	강릉시	117	생곡	홍천군	131	용화	철원군
90	원창	춘천시	104	경포	강릉시	118	청량	홍천군	132	학	철원군
91	가정	춘천시	105	삼교	강릉시	119	개운(홍천)	홍천군	133	금연	철원군
92	신매	춘천시	106	향호	강릉시	120	좌운	홍천군	134	토교	철원군
93	탄부	춘천시	107	오봉(강릉)	강릉시	121	대룡(홍천)	홍천군	135	동송	철원군
94	취병	원주시	108	동막(강릉)	강릉시	122	하궁	횡성군	136	잠곡	철원군
95	궁촌	원주시	109	칠성(강릉)	강릉시	123	오원	횡성군	137	월운	양구군
96	반계	원주시	110	언별	강릉시	124	상안	횡성군	138	거진(송강)	고성군
97	우천(학곡)	원주시	111	옥계(강릉)	강릉시	125	추동(횡성)	횡성군	139	도원(고성)	고성군
98	고산	원주시	112	사천(강릉)	강릉시	126	삼배	횡성군	140	학사평	고성군
99	손곡	원주시	113	신왕	강릉시	127	부곡	횡성군	141	설악	양양군
100	운남	원주시	114	초당	삼척시	128	계촌	평창군			
101	홍업	원주시	115	상오안	홍천군	129	신리	평창군			
102	대안	원주시	116	굴운	홍천군	130	산명호	철원군			

다. 충청북도



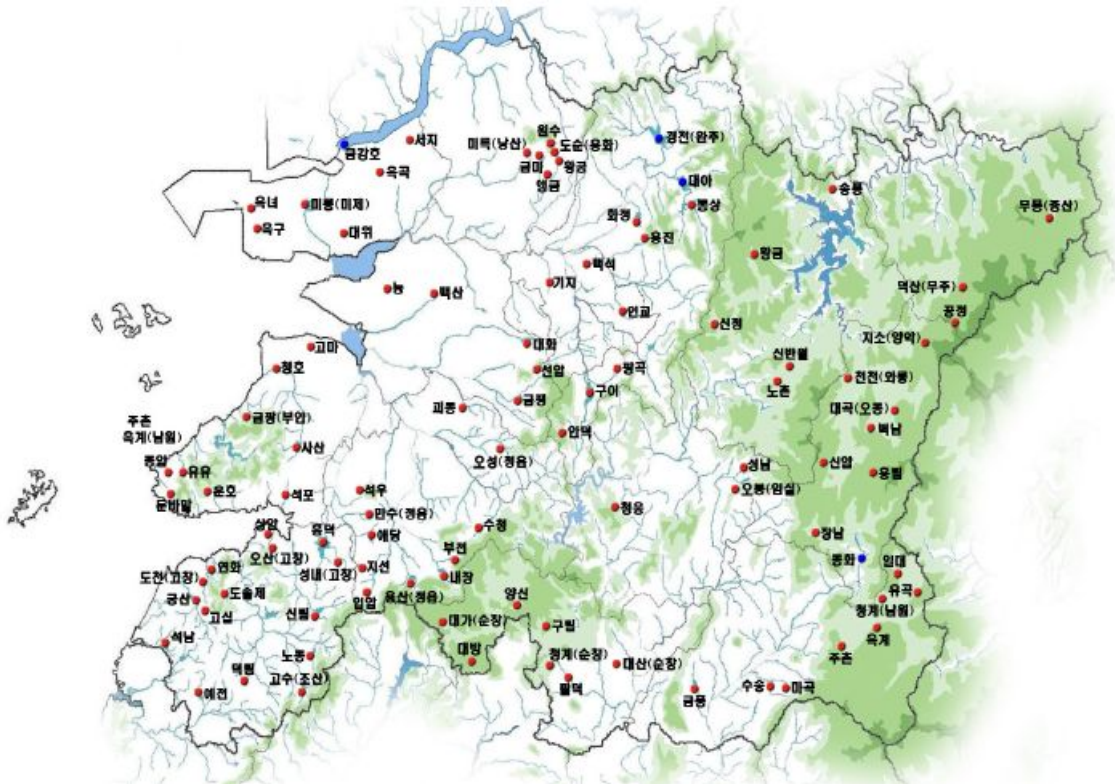
도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
142	광혜	안성시	161	노티	보은군	180	누교	영동군	199	소암	괴산군
143	호암	충주시	162	비룡	보은군	181	삼기	증평군	200	소수	괴산군
144	화곡(충주)	충주시	163	박석	보은군	182	백곡	진천군	201	만년	괴산군
145	중산	충주시	164	백록(보은)	보은군	183	연곡	진천군	202	신흥	괴산군
146	용당	충주시	165	송평	보은군	184	원남	진천군	203	용산(음성)	음성군
147	대덕	충주시	166	보청	보은군	185	미호	진천군	204	부곡	음성군
148	모점	충주시	167	쌍암	보은군	186	화산(진천)	진천군	205	금석	음성군
149	복성	충주시	168	도원(보은)	보은군	187	무수	진천군	206	용계	음성군
150	송강	충주시	169	궁	보은군	188	신항	괴산군	207	금성	음성군
151	추평	충주시	170	농암	옥천군	189	이담	괴산군	208	충도	음성군
152	영호	제천시	171	서대	옥천군	190	매천	괴산군	209	하당	음성군
153	선고	제천시	172	장연	옥천군	191	방곡	괴산군	210	오성(음성)	음성군
154	백마(제천)	제천시	173	장차	옥천군	192	분지	괴산군	211	맹동	음성군
155	중리(청원)	청원군	174	개십	옥천군	193	칠성(괴산)	괴산군	212	양덕	음성군
156	용곡(청원)	청원군	175	주봉령(황금)	영동군	194	문광	괴산군	213	금정	음성군
157	한계	청원군	176	강진	영동군	195	덕평	괴산군	214	장군	음성군
158	노현	청원군	177	산막	영동군	196	송면	괴산군			
159	연제	청원군	178	봉소	영동군	197	백마(괴산)	괴산군			
160	구룡(보은)	보은군	179	벽화	영동군	198	이곡	괴산군			

라. 충청남도



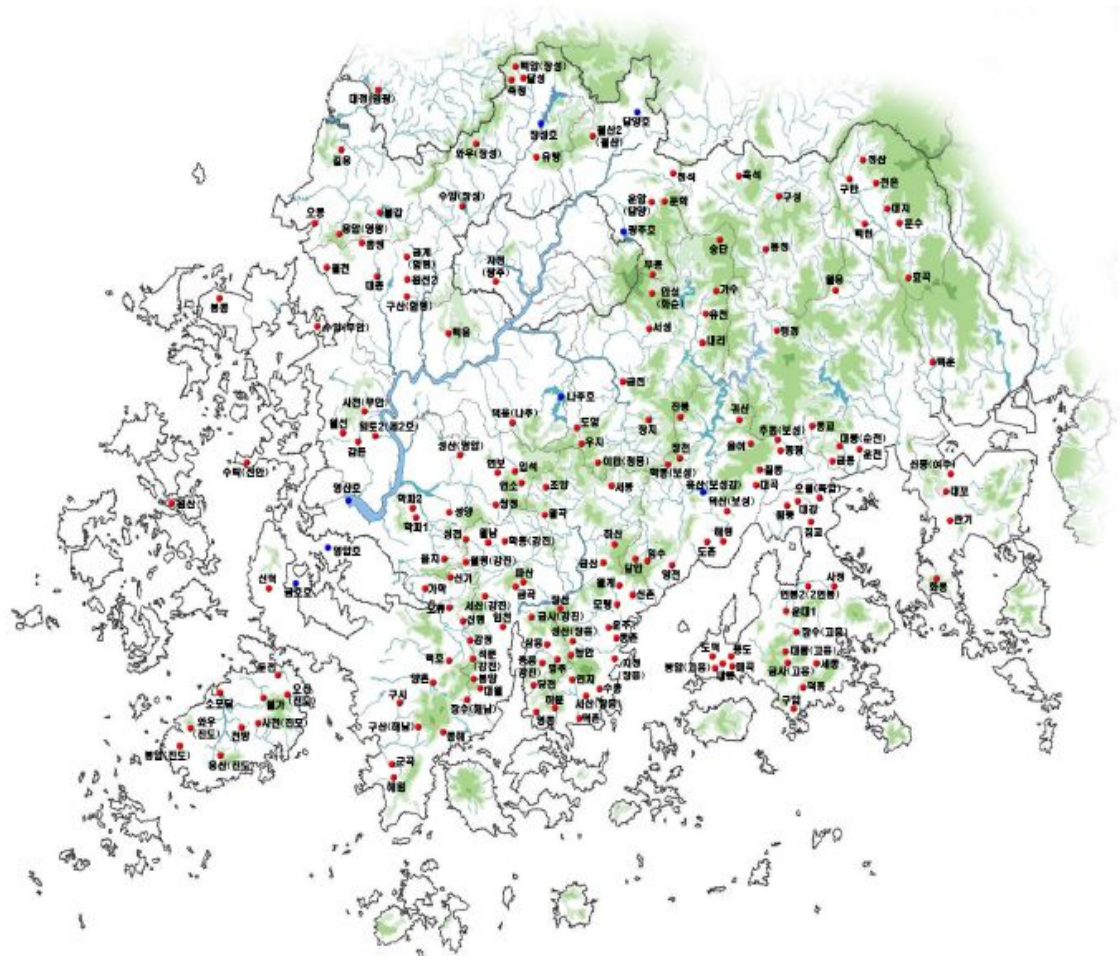
도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
25	장안	서구	241	신구	보령시	269	수락(논산)	논산시	297	천태	홍성군
26	방동	유성구	242	마산	아산시	270	산턱골	논산시	298	가곡(홍성)	홍성군
215	업성	천안시	243	가혜	아산시	271	동곡	금산군	299	대사	홍성군
216	문암	천안시	244	궁평	아산시	272	신동	금산군	300	공리	홍성군
217	학정	천안시	245	신희	아산시	273	석동(금산)	금산군	301	수철	예산군
218	천홍	천안시	246	월랑	아산시	274	청림	금산군	302	방산(예산)	예산군
219	양천	천안시	247	봉재	아산시	275	용암(연기)	연기군	303	송석(예산)	예산군
220	용연(천안)	천안시	248	상성	아산시	276	반산	부여군	304	여래미	예산군
221	대정(천안)	천안시	249	성내(아산)	아산시	277	상천(부여)	부여군	305	산목	예산군
222	입장	천안시	250	냉정(아산)	아산시	278	옥산(부여)	부여군	306	예당(대흥)	예산군
223	홍년	천안시	251	죽산	아산시	279	복심	부여군	307	옥계(예산)	예산군
224	기산(공주)	공주시	252	도고	아산시	280	덕용(부여)	부여군	308	봉림	예산군
225	계룡	공주시	253	신창(아산)	아산시	281	죽동	서천군	309	인평	태안군
226	경천(양화)	공주시	254	잡홍	서산시	282	동부(서천)	서천군	310	도내	태안군
227	유계	공주시	255	대호호	서산시	283	문산	서천군	311	승연2호	태안군
228	중흥(공주)	공주시	256	풍전	서산시	284	종천	서천군	312	귀소골	태안군
229	요룡	공주시	257	부남호	서산시	285	서부	서천군	313	수룡	태안군
230	평정	공주시	258	간월호	서산시	286	주항	서천군	314	정죽	태안군
231	정안	공주시	259	중왕	서산시	287	적누	청양군	315	석문(당진)	당진군
232	영천(한천)	공주시	260	고남	서산시	288	신대(우곡)	청양군	316	순성	당진군
233	우목	공주시	261	성암	서산시	289	천장	청양군	317	조대	당진군
234	친곡	보령시	262	신창(서산)	서산시	290	도림	청양군	318	오봉(당진)	당진군
235	친죽	보령시	263	고풍	서산시	291	은곡	청양군	319	삼교호	당진군
236	성연	보령시	264	산수	서산시	292	매산(청양)	청양군	320	송악	당진군
237	내현	보령시	265	황락	서산시	293	관산	청양군	321	전대	당진군
238	옥계(보령)	보령시	266	신송	서산시	294	홍양	홍성군			
239	장전	보령시	267	가곡(논산)	논산시	295	창곡	홍성군			
240	옥서	보령시	268	탑정	논산시	296	홍동	홍성군			

마. 전라북도



도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
322	인교	전주시	347	오성(정읍)	정읍시	372	신암	진안군	397	고수(조산)	고창군
323	백석	전주시	348	수청	정읍시	373	노촌	진안군	398	도솔계	고창군
324	기지	전주시	349	주촌	남원시	374	신정	진안군	399	덕림	고창군
325	미륵(미제)	군산시	350	옥계(남원)	남원시	375	황금	진안군	400	예전	고창군
326	옥녀	군산시	351	수송	남원시	376	무풍(중산)	무주군	401	석남	고창군
327	옥구	군산시	352	마곡	남원시	377	공정	무주군	402	고십	고창군
328	대위	군산시	353	금풍	남원시	378	덕산(무주)	무주군	403	공산	고창군
329	금강호	군산시	354	청계(남원)	남원시	379	용림	장수군	404	도천(고창)	고창군
330	옥곡	군산시	355	일대	남원시	380	장남	장수군	405	연화	고창군
331	서지	군산시	356	유곡	남원시	381	동화	장수군	406	홍덕	고창군
332	미륵(남산)	익산시	357	능	김제시	382	대곡(오동)	장수군	407	성내(고창)	고창군
333	원수	익산시	358	백산	김제시	383	천천(와룡)	장수군	408	신림	고창군
334	금마	익산시	359	선암	김제시	384	벽남	장수군	409	오산(고창)	고창군
335	앵금	익산시	360	대화	김제시	385	지소(양악)	장수군	410	상암	고창군
336	도순(용화)	익산시	361	금평	김제시	386	청웅	임실군	411	사산	부안군
337	왕궁	익산시	362	용진	완주군	387	성남	임실군	412	고마	부안군
338	용산(정읍)	정읍시	363	광곡	완주군	388	오봉(임실)	임실군	413	둔바말	부안군
339	부전	정읍시	364	구이	완주군	389	대산(순창)	순창군	414	유유	부안군
340	내장	정읍시	365	안덕	완주군	390	팔덕	순창군	415	종암	부안군
341	지선	정읍시	366	화정	완주군	391	양신	순창군	416	석포	부안군
342	입암	정읍시	367	경천(완주)	완주군	392	대가(순창)	순창군	417	운호	부안군
343	에당	정읍시	368	동상	완주군	393	대방	순창군	418	청호	부안군
344	석우	정읍시	369	대아	완주군	394	구림	순창군	419	금광(부안)	부안군
345	만수(정읍)	정읍시	370	신반월	진안군	395	청계(순창)	순창군			
346	괴동	정읍시	371	송풍	진안군	396	노동	고창군			

바. 전라남도



도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
24	지정(광주)	광산구	463	사정	고흥군	507	운주	장흥군	551	연보	영암군
420	대정(영광)	부안군	464	연봉2(2연봉)	고흥군	508	월계	장흥군	552	입석	영암군
421	관기	여수시	465	침교	고흥군	509	모령	장흥군	553	연소	영암군
422	대포	여수시	466	원등	고흥군	510	신촌	장흥군	554	성산(영암)	영암군
423	신흥(여수)	여수시	467	대강	고흥군	511	하산	장흥군	555	성양	영암군
424	화동	여수시	468	오월(죽암)	고흥군	512	서봉	장흥군	556	학파1	영암군
425	월용	순천시	469	운대1	고흥군	513	조양	장흥군	557	학파2	영암군
426	행정	순천시	470	추동(보성)	보성군	514	임천	강진군	558	울치	영암군
427	동교	순천시	471	중광	보성군	515	서산(강진)	강진군	559	감돈	무안군
428	운천	순천시	472	칠동	보성군	516	금곡	강진군	560	일로2(제2호)	무안군
429	금동	순천시	473	학동(보성)	보성군	517	파산	강진군	561	사천(무안)	무안군
430	대룡(순천)	순천시	474	용산(보성강)	보성군	518	장산	강진군	562	월선	무안군
431	백용	나주시	475	올어	보성군	519	금사(강진)	강진군	563	수양(무안)	무안군
432	나주호	나주시	476	진봉	보성군	520	삼흥	강진군	564	월천	함평군

도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
433	덕용(나주)	나주시	477	장천	보성군	521	명주	강진군	565	동정	함평군
434	백운	광양시	478	귀산	보성군	522	중흥(강진)	강진군	566	대동	함평군
435	광주호	담양군	479	대곡	보성군	523	당전	강진군	567	원선2	함평군
436	무동	담양군	480	덕산(보성)	보성군	524	강정	강진군	568	구산(함평)	함평군
437	문학	담양군	481	해평	보성군	525	석문(강진)	강진군	569	금계(함평)	함평군
438	운암(담양)	담양군	482	도촌	보성군	526	봉양	강진군	570	길용	영광군
439	정석	담양군	483	영천	보성군	527	대월	강진군	571	불갑	영광군
440	담양호	담양군	484	담안	보성군	528	월남	강진군	572	용암(영광)	영광군
441	월산2(월산)	담양군	485	임수	보성군	529	성전	강진군	573	오동	영광군
442	구성	곡성군	486	금전	화순군	530	월평(강진)	강진군	574	유탕	장성군
443	봉정	곡성군	487	이만(창평)	화순군	531	학동(강진)	강진군	575	장성호	장성군
444	흑석	곡성군	488	장치	화순군	532	월곡	강진군	576	수양(장성)	장성군
445	백련	구례군	489	도암	화순군	533	영동	강진군	577	와우(장성)	장성군
446	효곡	구례군	490	우치	화순군	534	양촌	해남군	578	달성	장성군
447	문수	구례군	491	안심(화순)	화순군	535	구시	해남군	579	백암(장성)	장성군
448	대지	구례군	492	송단	화순군	536	구산(해남)	해남군	580	죽청	장성군
449	천은	구례군	493	유천	화순군	537	군곡	해남군	581	소포담	진도군
450	구만	구례군	494	가수	화순군	538	해원	해남군	582	둔전	진도군
451	정산	구례군	495	내리	화순군	539	동해	해남군	583	월가	진도군
452	풍도	고흥군	496	서성	화순군	540	장수(해남)	해남군	584	오산(진도)	진도군
453	매곡	고흥군	497	금산	장흥군	541	백호	해남군	585	사천(진도)	진도군
454	도덕	고흥군	498	성산(장흥)	장흥군	542	오류	해남군	586	천망	진도군
455	봉암(고흥)	고흥군	499	농안	장흥군	543	신기	해남군	587	용산(진도)	진도군
456	내봉	고흥군	500	지정(장흥)	장흥군	544	가학	해남군	588	와우(진도)	진도군
457	구암	고흥군	501	수동	장흥군	545	신평	해남군	589	봉암(진도)	진도군
458	덕중	고흥군	502	동촌	장흥군	546	금호호	해남군	590	봉동	신안군
459	세동	고흥군	503	서산(장흥)	장흥군	547	신태	해남군	591	원산	신안군
460	금사(고흥)	고흥군	504	연지	장흥군	548	쌍정	영암군	592	수락(신안)	신안군
461	대룡(고흥)	고흥군	505	하분	장흥군	549	영암호	영암군			
462	장수(고흥)	고흥군	506	덕촌	장흥군	550	영산호	영암군			

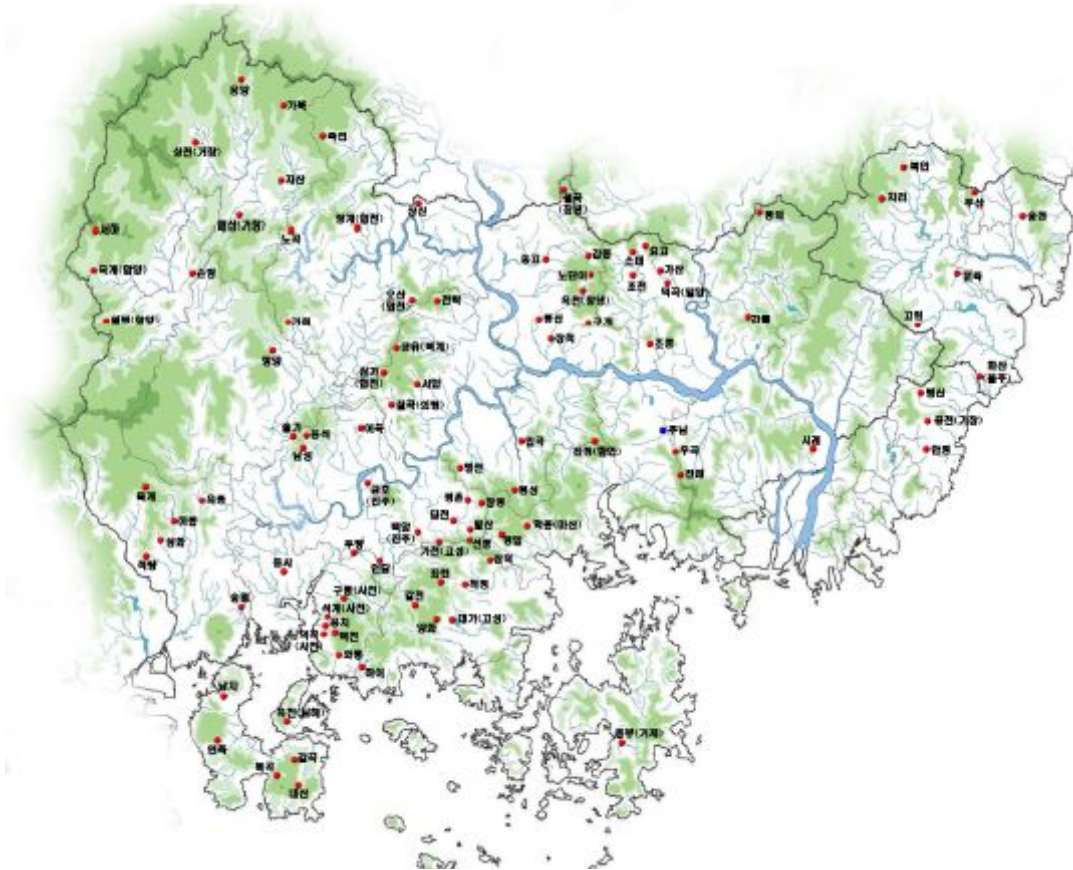
사. 경상북도



도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
4	단산(대구)	동구	624	심곡	경주시	662	고경	영천시	700	월매	청송군
5	연경	북구	625	남사	경주시	663	도유	영천시	701	고현	청송군
6	노홍	달성군	626	내태	경주시	664	유상	영천시	702	구매	영양군
7	옥연	달성군	627	왕신	경주시	665	개운(상주)	상주시	703	도곡	영양군
8	용연(달성)	달성군	628	성지	경주시	666	중덕	상주시	704	화매	영양군
9	달창	달성군	629	남북	김천시	667	티가	상주시	705	도천(영덕)	영덕군
10	하빈	칠곡군	630	오봉	김천시	668	청상	상주시	706	기사	영덕군
593	삼정(삼정리)	포항시	631	광덕	김천시	669	송지	상주시	707	묘곡	영덕군
594	조박	포항시	632	직지	김천시	670	내금	상주시	708	백록(영덕)	영덕군

도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
595	오어	포항시	633	만운	안동시	671	상판	상주시	709	사동	청도군
596	방산(포항)	포항시	634	호민	안동시	672	판곡	상주시	710	대산(청도)	청도군
597	강사	포항시	635	주평	안동시	673	보미	상주시	711	우산	청도군
598	대보	포항시	636	진실	안동시	674	양지	상주시	712	지슬	청도군
599	용천	포항시	637	장수곡	안동시	675	황령	상주시	713	금천	청도군
600	반곡	포항시	638	매정	안동시	676	오태	상주시	714	수야	청도군
601	마북	포항시	639	대성	구미시	677	지평	상주시	715	김전	청도군
602	용연(포항)	포항시	640	금오	구미시	678	안룡	상주시	716	박곡	청도군
603	안심(포항)	포항시	641	무을	구미시	679	우본	문경시	717	중화	고령군
604	청계(포항)	포항시	642	옥관	구미시	680	회룡	문경시	718	덕곡(고령)	고령군
605	용곡(포항)	포항시	643	옥성	구미시	681	경천(문경)	문경시	719	송내(성주)	성주군
606	기동	포항시	644	사곡	구미시	682	남매	경산시	720	성주	성주군
607	은천	포항시	645	창림	구미시	683	문천	경산시	721	봉학(성주)	성주군
608	보문	경주시	646	백현	구미시	684	소월	경산시	722	자산	성주군
609	대제	경주시	647	오로	구미시	685	송림	경산시	723	소성(성주)	성주군
610	하동(경주)	경주시	648	삼산(구미)	구미시	686	송내(경산)	경산시	724	매원	칠곡군
611	덕동	경주시	649	금계(삼가)	영주시	687	송백	경산시	725	지천	칠곡군
612	옥산(경주)	경주시	650	순흥	영주시	688	하도(경산)	경산시	726	동명	칠곡군
613	하곡	경주시	651	단산(영주)	영주시	689	산호	군위군	727	금화	칠곡군
614	용곡(경주)	경주시	652	우로	영천시	690	고매	군위군	728	봉학(칠곡)	칠곡군
615	송선(경주)	경주시	653	청	영천시	691	점곡	의성군	729	내야	칠곡군
616	신태지	경주시	654	대송	영천시	692	금봉	의성군	730	운암(예천)	예천군
617	석계(경주)	경주시	655	풍락	영천시	693	가음	의성군	731	돈담	예천군
618	영지	경주시	656	오라	영천시	694	조성	의성군	732	대백	예천군
619	권이	경주시	657	화산(영천)	영천시	695	용암(의성)	의성군	733	죽안	예천군
620	명계	경주시	658	가천(영천)	영천시	696	개천	의성군	734	창평	봉화군
621	화곡(경주)	경주시	659	당지	영천시	697	효천	의성군	735	하늘	봉화군
622	박달	경주시	660	횡계	영천시	698	화장(구천)	청송군	736	매화	울진군
623	대현	경주시	661	임고	영천시	699	신평(청송)	청송군	737	온정	울진군

아. 경상남도



도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군	도상 번호	시설명	시군
1	봉천(기장)	기장군	753	와룡	사천시	778	명관	합안군	803	옥천(남해)	남해군
2	병산	기장군	754	백천	사천시	779	산정(합안)	합안군	804	적량	하동군
3	안평	기장군	755	두량	사천시	780	입곡	합안군	805	삼화	하동군
27	송정	부곡	756	구룡(사천)	사천시	781	송고	창녕군	806	송원	하동군
28	두산	울주군	757	석계(사천)	사천시	782	노단이	창녕군	807	하동	하동군
29	화산(울주)	울주군	758	용치	사천시	783	옥천(창녕)	창녕군	808	목계	하동군
30	문죽	울주군	759	덕곡(사천)	사천시	784	감동	창녕군	809	옥중	하동군
31	고련	울주군	760	홍사	사천시	785	월곡(창녕)	창녕군	810	향양	산청군
32	차리	울주군	761	진례	김해시	786	봉산	창녕군	811	손항	산청군
33	복안	울주군	762	시례	김해시	787	구계	창녕군	812	월평(함양)	함양군
738	우곡	창원시	763	덕곡(밀양)	밀양시	788	장척	창녕군	813	서하	함양군
739	주남	창원시	764	가산	밀양시	789	하이	고성군	814	옥계(함양)	함양군
740	학동(마산)	마산시	765	봉의	밀양시	790	최정	고성군	815	웅양	거창군
741	평암	마산시	766	감물	밀양시	791	대기(고성)	고성군	816	상천(거창)	거창군
742	인담	진주시	767	초동	밀양시	792	양화	고성군	817	매산(거창)	거창군
743	백암(진주)	진주시	768	소태	밀양시	793	갈천	고성군	818	지산	거창군
744	담천	진주시	769	조천	밀양시	794	선동	고성군	819	기북	거창군
745	장평	진주시	770	요고	밀양시	795	가천(고성)	고성군	820	장계(합천)	합천군
746	평촌	진주시	771	동부(거제)	거제시	796	좌련	고성군	821	노곡	합천군
747	발산	진주시	772	서암	의령군	797	삼덕	고성군	822	죽전	합천군
748	금호(진주)	진주시	773	칠곡(의령)	의령군	798	복곡	남해군	823	상신	합천군
749	웅석	진주시	774	삼가(합천)	의령군	799	갈곡	남해군	824	오산(합천)	합천군
750	어옥	진주시	775	천락	의령군	800	내산	남해군	825	가회	합천군
751	남성	진주시	776	궁유(백제)	의령군	801	연죽	남해군			
752	솔기	진주시	777	봉성	합안군	802	남치	남해군			

A2. 자동수질 측정 시스템 운용 기술 지침서

가. 프로그램 개발환경

- 개발 툴 : Visual Studio 2010
- 사용 언어 : MFC
- O/S : Windows XP

나. 프로그램 기능 목록

구분	기능	내용
설정	네트워크 설정	선박과 무선통신을 하기위한 IP 와 Port를 설정하는 기능
	외부연동 설정	선박체제어 장비 및 자동 수질측량 장비통신포트 설정기능
	데이터 저장 옵션 설정	선박 운항 시 측정데이터 및 로그파일 저장 설정 기능
	장애물 설정	수초 및 기타 상황에 따른 장애물 설치 기능
통신 상태	네트워크 통신상태	선박과 랜드유닛 간 통신 연결 상태 확인
	선박 통신 상태	선박 Serial 통신 연결 상태 확인
	GPS 통신 상태	GPS Serial 통신 연결 상태 확인
	모터 통신 상태	모터 Serial 통신 연결 상태 확인
	모션 통신 상태	모션센서 Serial 통신 연결 상태 확인
	소나 통신 상태	소나 센서 Serial 통신 연결 상태 확인
	수질 센서 통신 상태	수질 센서 Serial 통신 연결 상태 확인
보트 상태	운항모드	운용자 제어 및 자율운항 모드 확인
	동작모드	단순 운항 확인
	현재헤딩	헤딩값 출력
	현재침로	침로값 출력
	현재속도	속도 출력
	현재전압	전압 출력
GPS	위도	위도값 출력
	경도	경도값 출력
	속도	속도값 출력
	침로	침로값 출력
	날짜	날짜 출력
	시간	시간 출력

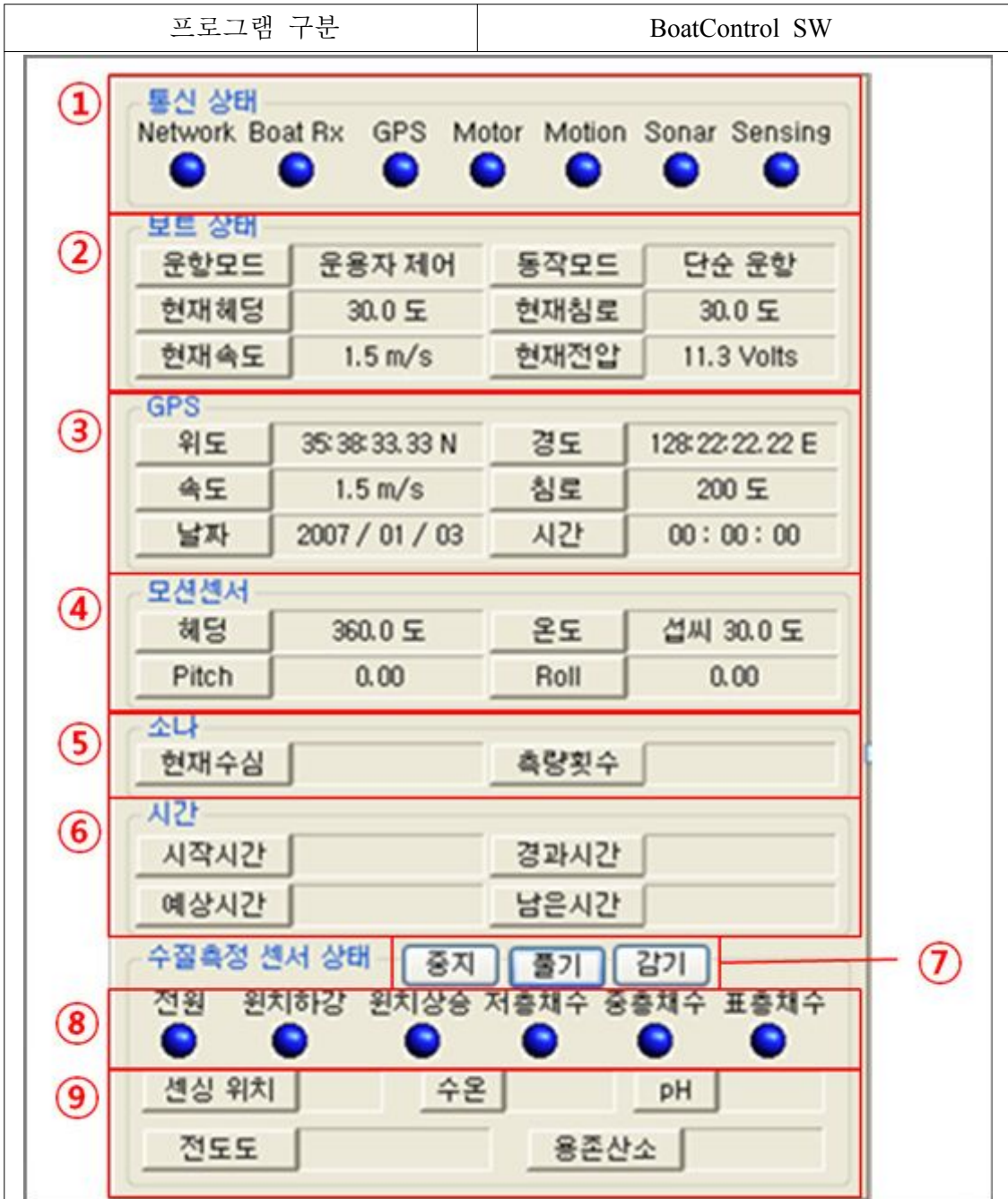
구분	기능	내용
모션 센서	헤딩	헤딩값 출력
	온도	보트 실내 온도값 출력
	Pitch	Pitch 값 출력
	Roll	Roll 값 출력
소나	현재수심	수심값 출력[m]
	측량횟수	측량 횟수 출력
시간	시작시간	운항 시작 시간 출력
	경과시간	경과 시간 출력
	예상시간	내용적 측량 시 예상시간 출력
	남은시간	내용적 측량 시 남은시간 출력
수질측정 센서 자료	수온	실시간 수온 값 출력[도]
	pH	실시간 pH 값 출력
	DO	실시간 DO 값 출력[mg/L]
	센싱 위치	실시간 센서 수심 위치 출력[m]
	전원	센서 전원 ON/OFF 램프 점등
원치 상태	체인하강	원치 하강 여부 램프 점등
	체인상승	원치 상승 여부 램프 점등
	저층채수	저층 채수 여부 램프 점등
	중층채수	중층 채수 여부 램프 점등
	표층채수	표층 채수 여부 램프 점등
원치 제어	원치 하강	원치 하강 조작 기능
	원치 상승	원치 상승 조작 기능
	원치 멈춤	원치 멈춤 조작 기능
운용 모드	운용자 제어	선박 수동 제어 기능
	자율운항	선박 자율 운항 기능
수질측량	기본정보 설정	수질측량을 위한 기본 사항 설정 기능
	저수지 외형설정	수질측량을 위한 저수지 수치지형자료 설정 기능
	제한 지역 설정 / 해제	수초 및 기타 상황에 따른 장애물 설치 기능
	탐사 경로 설정	수질 측량 및 채수지점 경로 설정

다. 프로그램 기능 설명

1) 메인화면 구성

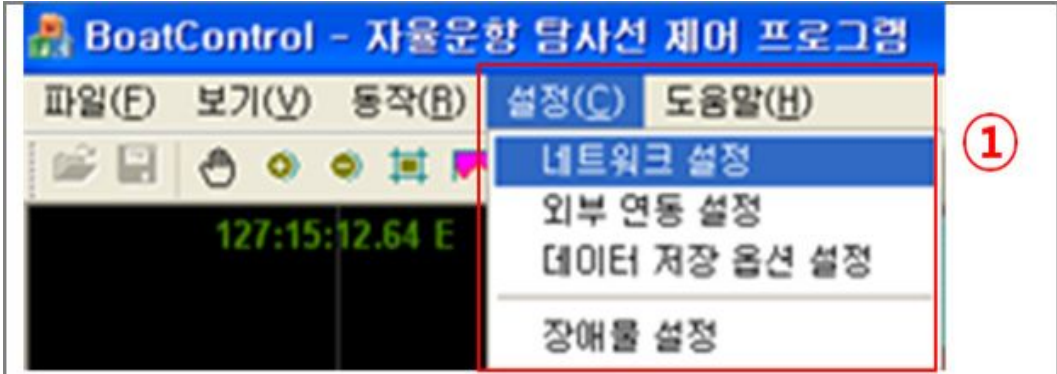

프로그램 구분	BoatControl SW	
구분	명칭	설명
1	메뉴바	프로그램 기능을 메뉴형태로 구분
2	툴바	프로그램 주요 기능 바로가기 버튼 구성
3	맵뷰	저수지 수치 지형도 표현 창
4	상황창	선박의 상태를 실시간으로 표현
5	운용모드	운용자 제어 및 자율운항 모드 설정

2) 선박 운항 정보 모니터링




구분	명칭	설명
1	통신상태	선박과 랜드유닛 간 통신 연결 상태 확인
2	보트상태	보트의 운항 상태 및 속도, 전압 정보 등을 실시간으로 표현
3	GPS	보트의 위치 실시간 정보 표현
4	모션센서	보트의 방향 및 실내온도 실시간 정보 표현
5	소나	운항 시 실시간 수심 정보 표현
6	시간	운용 시간정보 표현
7	원치제어	채수 원치 제어 기능
8	원치상태	수질 측량 시 센서전원 및 채수상황정보 표현
9	센서측정값	수질 측량 시 센서 측정 정보 실시간 표현


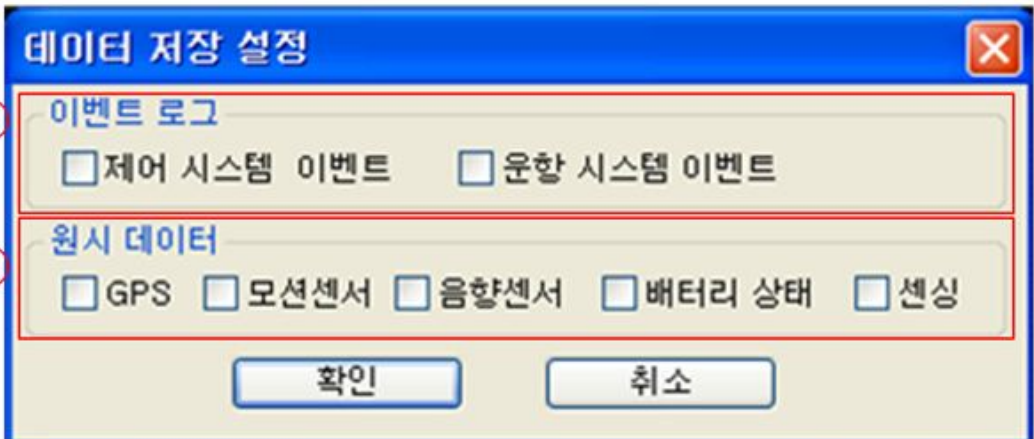
3) 메뉴 - 네트워크설정

프로그램 구분	BoatControl SW	
 <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: blue; margin: 20px 0;">↓</p> 		
구분	명칭	설명
1	설정 메뉴	네트워크 설정을 하기 위한 메뉴
2	IP 설정	선박유닛과 소켓통신을 하기위한 IP 주소 설정
3	Port 설정	선박유닛과 소켓통신을 하기위한 포트 번호 설정

4) 메뉴 - 외부연동설정

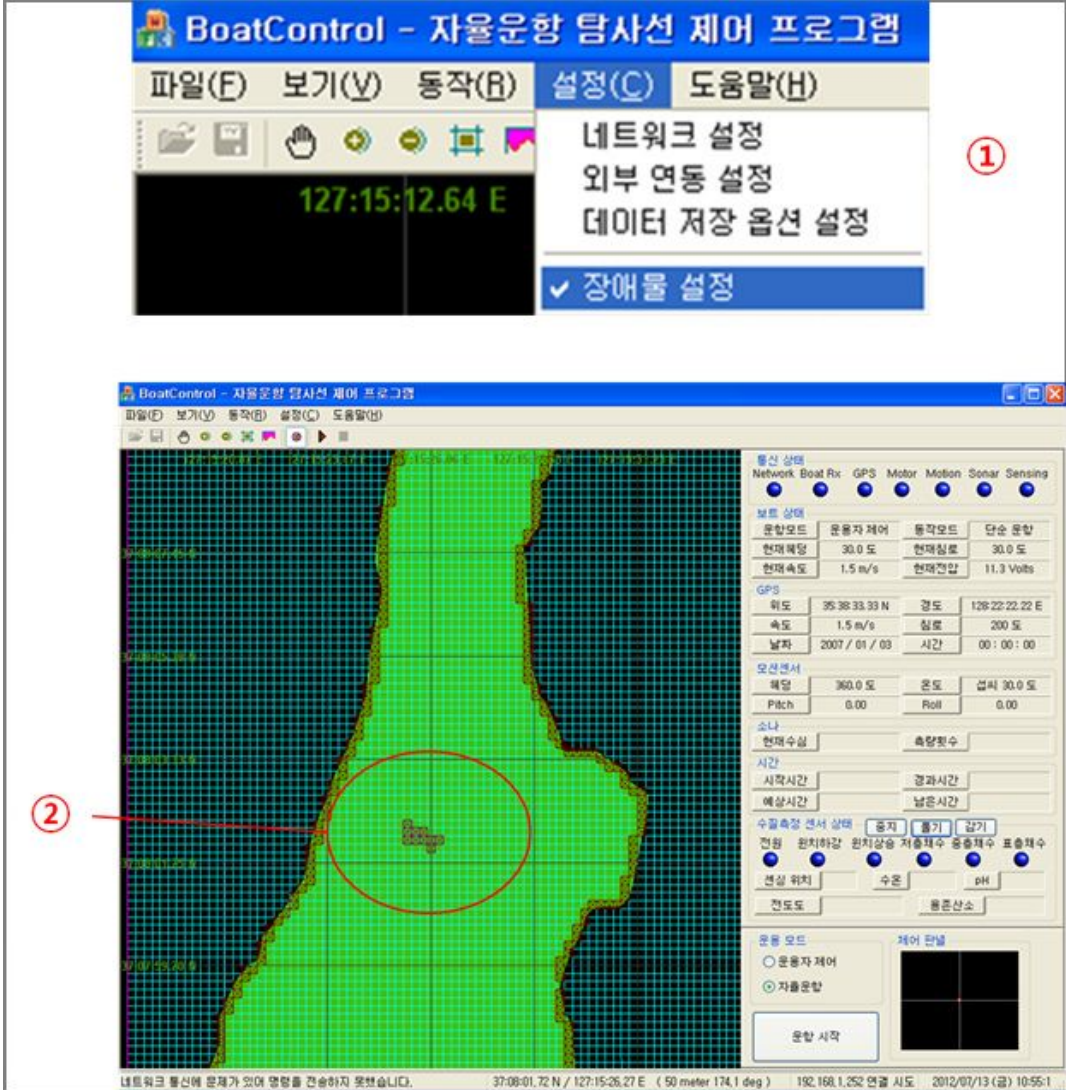
프로그램 구분	BoatControl SW	
		
구분	명칭	설명
1	설정 메뉴	외부연동 설정을 하기 위한 메뉴
2	모터 설정	모터장비와 통신을 위한 포트 및 전송속도 설정
3	GPS 설정	GPS장비와 통신을 위한 포트 및 전송속도 설정
4	모션센서 설정	모션센서장비와 통신을 위한 포트 및 전송속도 설정
5	음향센서 설정	음향센서와 통신을 위한 포트 및 전송속도 설정
6	배터리감시 설정	배터리 전압 감지센서와 통신을 위한 포트 및 전송속도 설정
7	수질센서 설정	수질측량센서 및 윈치 제어보드와 통신을 위한 포트 및 전송속도 설정

5) 메뉴 - 데이터저장설정

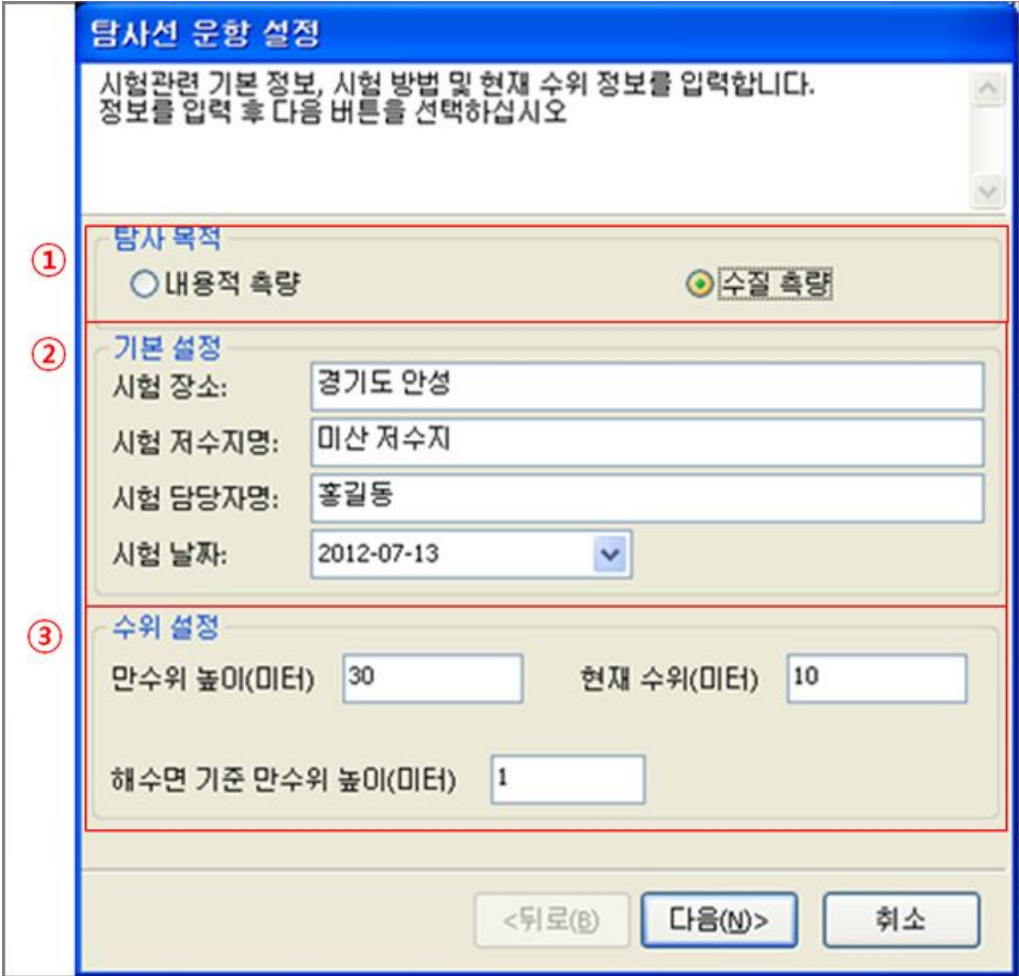
프로그램 구분	BoatControl SW
 <p style="text-align: center; font-size: 2em; color: blue; margin: 10px 0;">↓</p> 	

구분	명칭	설명
1	설정 메뉴	데이터 저장 옵션 설정을 하기 위한 메뉴
2	이벤트 로그	제어시스템 및 운항시스템 이벤트 정보 저장 여부
3	원시 데이터	GPS, 모션센서, 음향센서, 배터리 상태, 수질센서 자료 저장 여부

6) 메뉴 - 장애물설정

프로그램 구분	BoatControl SW	
	 <p>The screenshot shows the BoatControl software interface. At the top, the title bar reads 'BoatControl - 자율운항 탐사선 제어 프로그램'. The menu bar includes '파일(F)', '보기(V)', '동작(R)', '설정(C)', and '도움말(H)'. The '설정(C)' menu is open, showing options: '네트워크 설정', '외부 연동 설정', '데이터 저장 옵션 설정', and '장애물 설정' (which is checked). A red circle labeled '1' highlights the '장애물 설정' option. Below, the main window shows a map with a green obstacle area. A red circle labeled '2' points to this obstacle area. The right panel contains various sensor and control settings.</p>	
구분	명칭	설명
1	설정 메뉴	장애물 설정을 하기 위한 메뉴
2	장애물 설정	마우스 우클릭을 이용한 장애물 설정

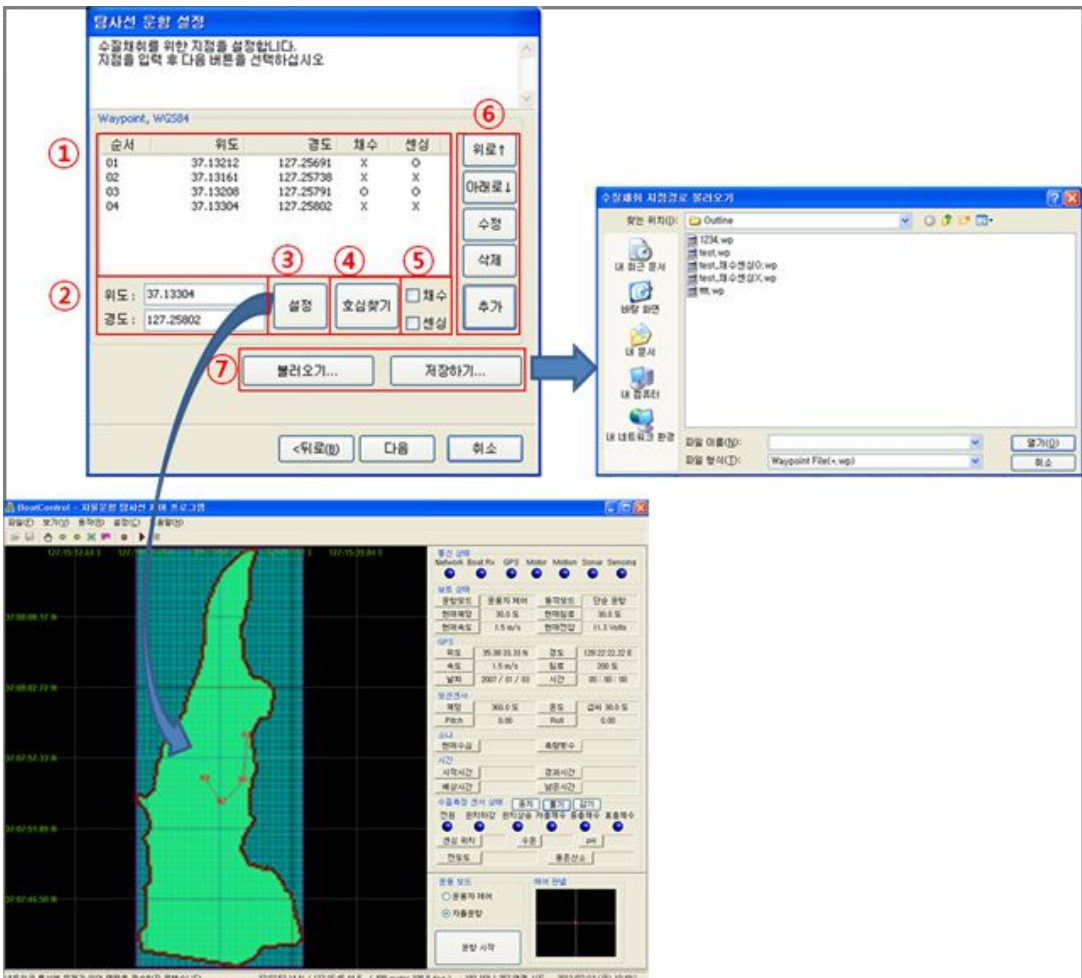
7) 수질측량 - 기본정보

프로그램 구분	BoatControl SW	
		
구분	명칭	설명
1	탐사목적	내용적 측량 또는 수질측량의 선박 운용목적 선택
2	기본설정	기본정보 설정
3	수위설정	저수지의 수위 정보 설정

8) 수질측량 - 수치지형정보

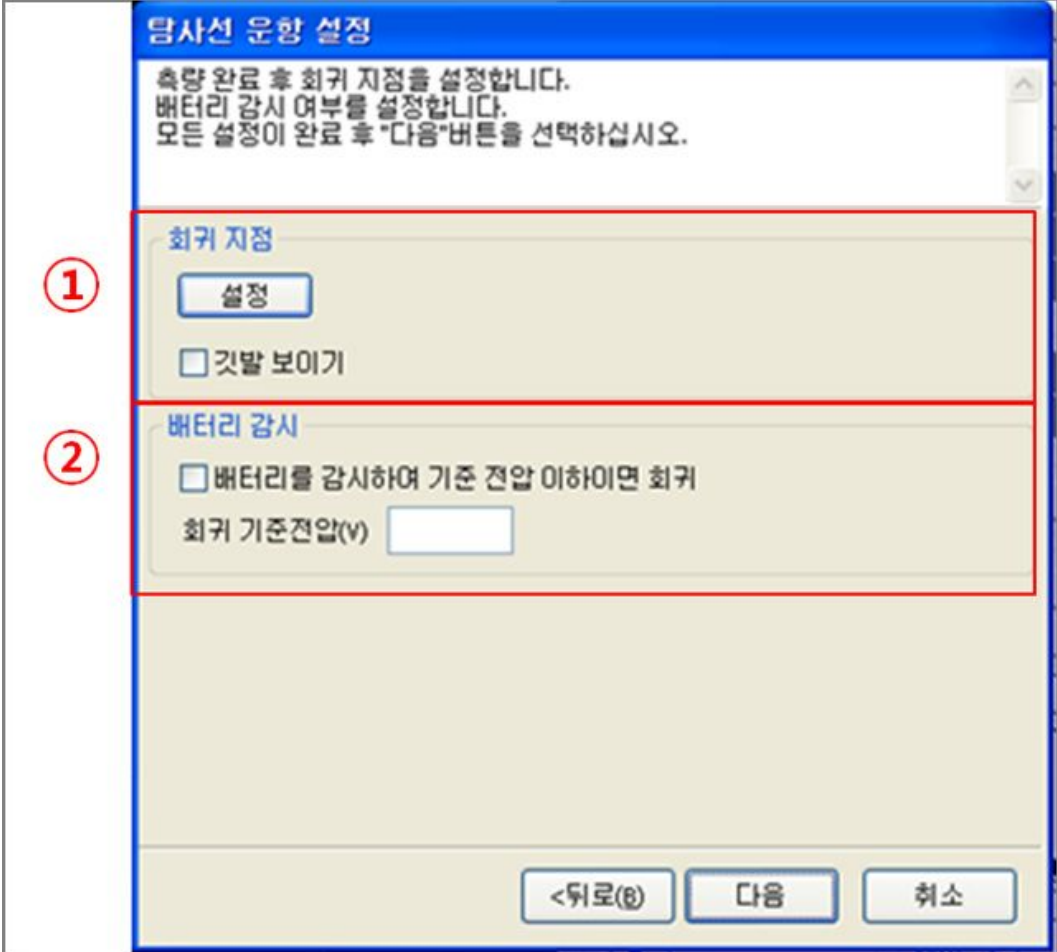
프로그램 구분	BoatControl SW	
구분	명칭	설명
1	저수지외형설정	탐사대상 저수지 수치지형 데이터 설정
2	좌표체계	GIS 좌표 체계 설정
3	격자간격	맵뷰에 그려지는 격자 간격 설정
4	격자	격자 편집 기능
5	설정	수치지형자료를 맵뷰에 도시
6	운용자지정	저수지 외곽자료 생성 및 사용자 지정

9) 수질측량 - 운항 경로 설정

프로그램 구분	BoatControl SW
	

구분	명칭	설명
1	지점 리스트	센싱, 채수 및 경유지점 정보 리스트
2	위치	위경도 위치 정보
3	설정	마우스를 이용한 경로 지점 위치 설정
4	호심찾기	저수지 중심점 탐색
5	동작 설정	지점별 채수 및 센싱 여부 설정
6	지점 관리	지점의 추가, 편집, 삭제, 순서변경 등의 관리 기능
7	지점 정보 관리	경유지점 정보 저장 및 불러오기 기능

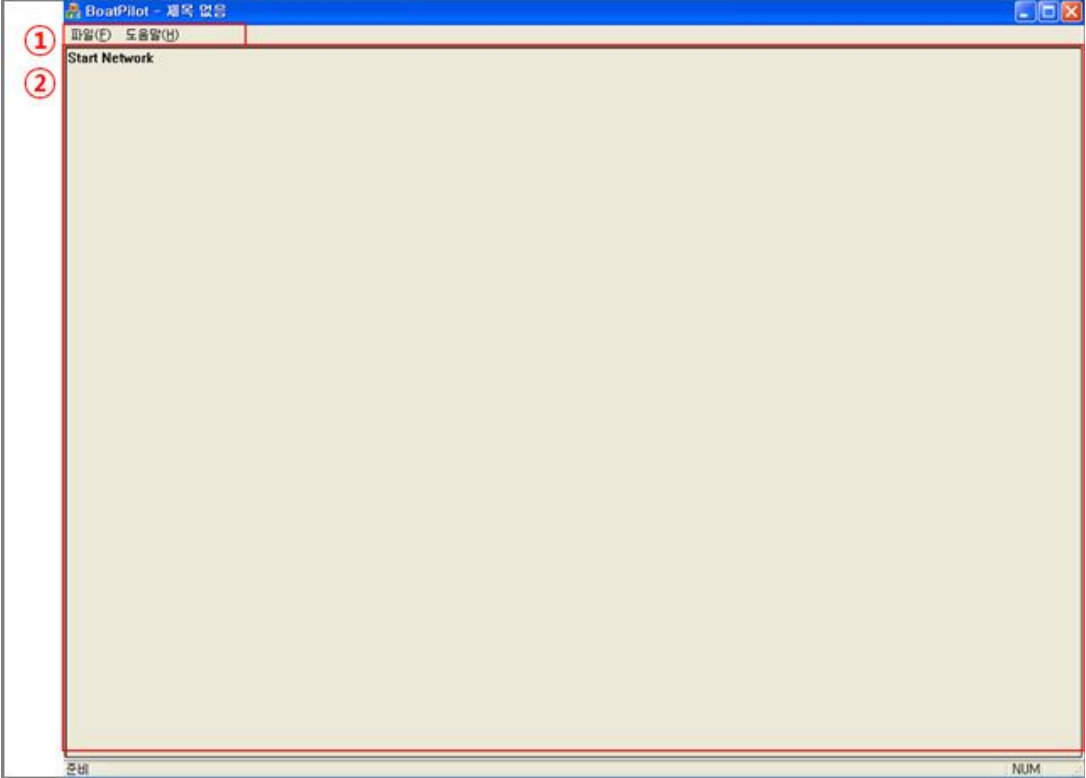
10) 수질측량 - 회귀정보 설정

프로그램 구분	BoatControl SW	
		
구분	명칭	설명
1	회귀 지점	회귀 지점 설정 기능
2	배터리 감시	회귀 기준 전압 설정

11) 수질측량 - 채수지점 설정

프로그램 구분	BoatControl SW	
구분	명칭	설명
1	채수지점 설정	표층, 중층, 저층 채수여부 및 채수 깊이 설정
2	수직 프로파일	수온에 따른 수직 프로파일 그래프 출력
3	설정 확인	설정 값 적용

12) 선박제어 프로그램

프로그램 구분		BoatControl SW
		
구분	명칭	설명
1	메뉴바	프로그램 종료 및 정보 메뉴 구성
2	상태 정보 창	네트워크 상태 및 운항모드 변경 등의 메시지 출력 창

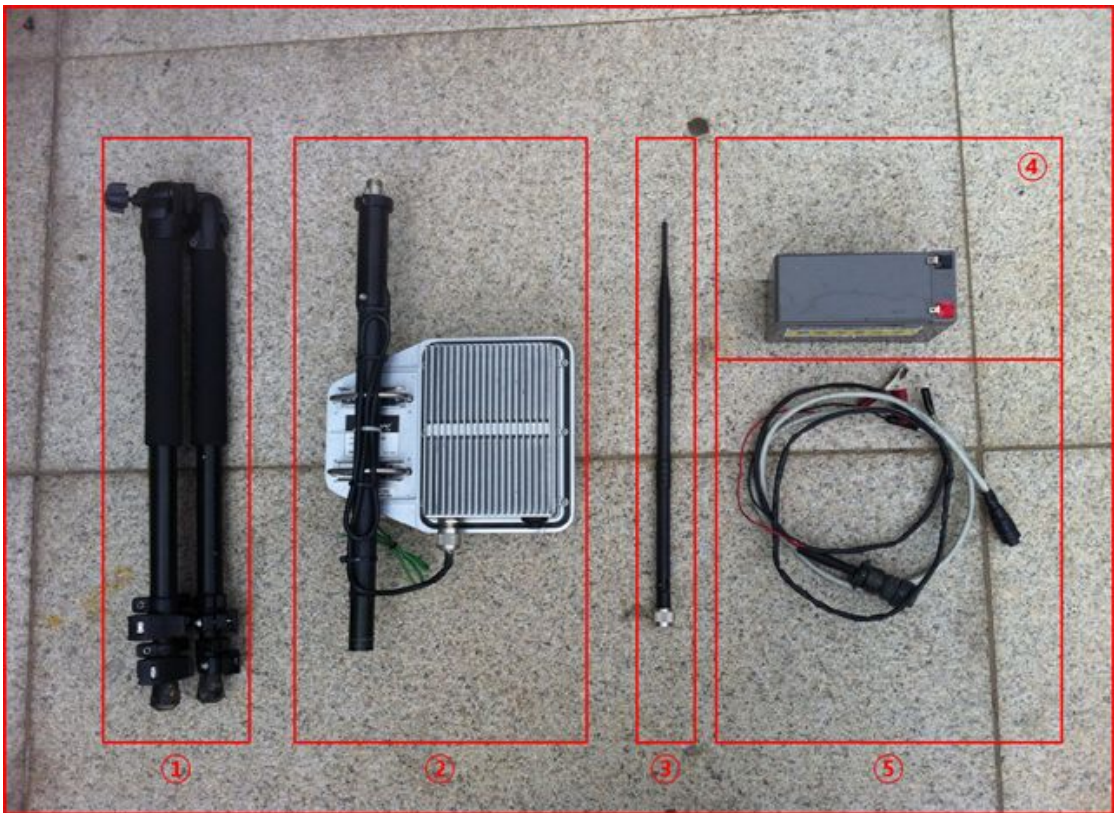
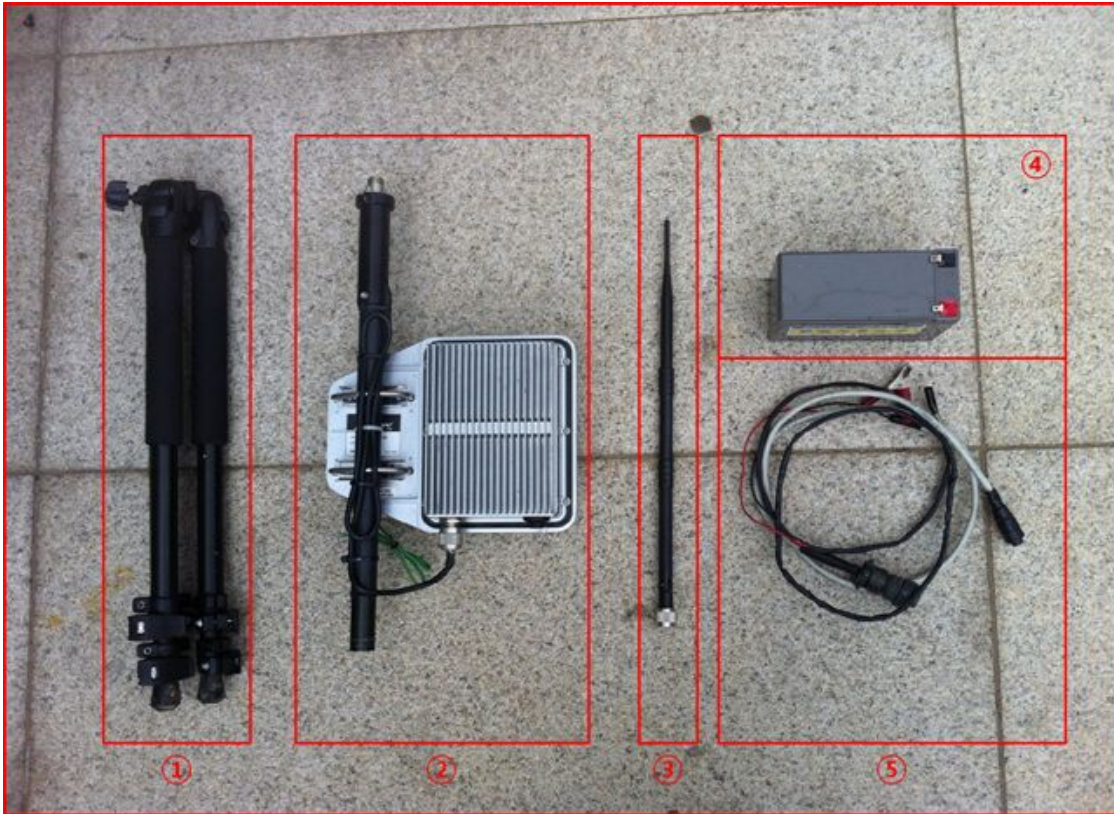
A3. 육상유닛 시스템 주요 기능 소스 코드

가. 무선네트워크 장비 설치

1) AP Land unit 세트

장비 구분		AP Land unit
		
구분	명칭	설명
1	삼각대	AP land를 얹어 놓는 받침대
2	AP land	무선 네트워크 통신 장비
3	안테나	안테나
4	케이블	AP land 전원 공급케이블

2) AP repeater unit 세트



장비 구분	AP Repeater unit
-------	------------------



구분	명칭	설명
1	삼각대	AP repeater를 얹어 놓는 받침대
2	AP repeater	무선 네트워크 통신 장비
3	안테나	안테나
4	12 V 밧데리	Land unit 전원 공급 장비
5	케이블	AP land 전원 공급케이블

3) Land unit 세트

장비 구분	Land unit	
		
구분	명칭	설명
1	Land unit PC	선박 운영 프로그램(BoatControl) 구동을 위한 Unit
2	24 V 밧데리	Land unit 전원 공급 장비

나. 육상 유닛 설치 및 전원공급

1) Land unit 전원 커넥터

장비 구분	Land unit	
		
구분	명칭	설명
1	WLAN 커넥터	AP Land 공급 커넥터
2	GPS 커넥터	GPS 전원 커넥터
3	DC 24V 커넥터	PC 전원 커넥터
4	Dual monitor 커넥터	Dual monitor 커넥터
5	DC 24V 커넥터	DC 24V 커넥터

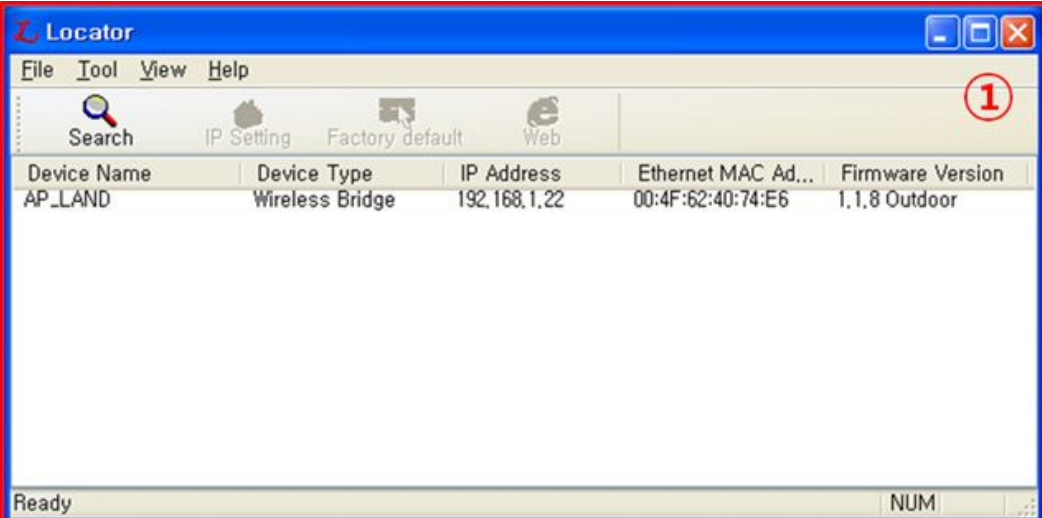
2) Land unit 전원 연결

장비 구분	무선 네트워크 장비	
구분	명칭	설명
1	PC 전원 연결	PC에 전원(DC 24V)을 연결 모습
2	WLAN 전원 연결	AP Land unit에 전원(WLAN)을 연결 모습
3, 4	정상 연결	Land unit 전원 연결 모습

다. 선박 유닛 전원 공급

장비 구분	선박 전원 스위치	
		
구분	명칭	설명
1	Strobe light	스토브 라이트
2	Data processing	선박 내부 PC 전원 스위치
3	Boat operation	선박 제어 장비 전원 스위치 (모터, GPS, 소나 등..)

라. 네트워크 통신 상태 점검

장비 구분	AP Locator 프로그램	
		
1	네트워크 통신 미 연결	AP Repeater와 선박 유닛의 네트워크 통신 미 연결 화면 네트워크 장비 연결 상태 및 선박 PC 부팅 확인 후 재 확인 필요
2	네트워크 통신 연결	AP Repeater와 선박 유닛간의 네트워크 통신 정상 연결 화면

마. 자동수질 측정 시스템 가동

장비 구분		Boat Pilot 프로그램
구분	명칭	설명
1	원격데스크톱 연결1	PC(Land unit) 바탕화면의 원격데스크톱 실행
2	원격데스크톱 연결2	사용자이름(ssss)과 암호(dsme) 입력
3	Boat PC 접속	Boat PC 바탕화면, 바탕화면의 Boat Pilot을 실행
4	Boat Pilot 실행 화면	Boat Pilot 실행 화면

사. 선박 제어 장비 전원 공급 및 구동 점검Bo

장비 구분		Land unit 및 Boat unit
구분	명칭	설명
1	선박유닛 전원 공급	Boat Operation ON
2	구동 점검	제어판넬상의 빨간색 Point를 임의의 지점으로 변경
3, 4	구동 확인	구동점검에 따른 모터 프로펠러 작동 확인

아. 선박 도하

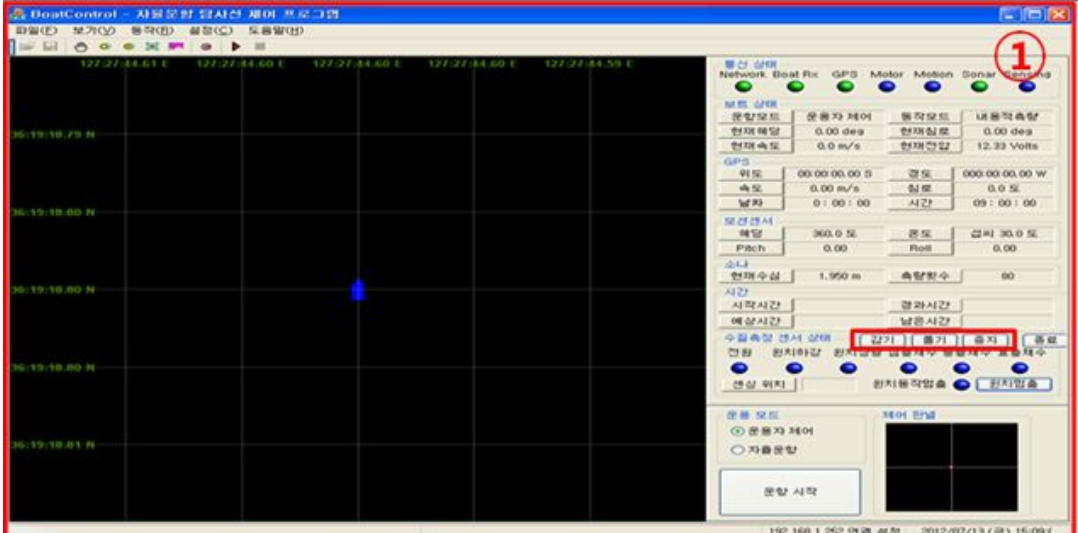

장비 구분	Boat unit	
		
구분	명칭	설명
1	보트 후미 탈착 가이드	도하위치로 이동 후 보트가 후면쪽으로 미끄러 질수 있도록 보트 도하 전 나비볼트를 풀음
2	보트 후미 탈착 가이드	보트 후면을 수심에 담근 후 미끄러지듯 선박을 도하시킴

자. 유의 사항

1) Sensor 장착 및 탈착방법

장비 구분	Sensor	
		
구분	명칭	설명
1	센서 보관	센서 보관시 Calibration cup에 소량의 물을 담아 보관
2	센서 장착시 필요물품	센서 장착시 필요물품
3, 4	센서 연결	센서 연결 모습

2) Winch 수동 조작

장비 구분	Boat unit	
	 	
구분	명칭	설명
1	Boat Control 실행	PC(Land unit) 바탕화면의 Boat Control 실행화면
2	정상 상태	Winch가 정상적으로 감긴 모습, Boat Control에서 [감기/풀기/중지] 버튼을 이용하여 수동조작 할 수 있음. 수동 조작 시 채수호스가 엉키지 않도록 주의 조작 필요

A4. 선박제어 유닛 시스템 주요 기능 소스 코드(1)

가. 수질측량 및 채수지점 경로 관리

```
#include "stdafx.h"
#include "Setting8Dlg.h"
#include "afxdialogex.h"
#include "Geophys.h"
#define WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT 5
// CSetting8Dlg 대화 상자입니다.
IMPLEMENT_DYNAMIC(CSetting8Dlg, CDialogEx)
CSetting8Dlg::CSetting8Dlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
    : CSettingDlg(CSetting8Dlg::IDD, pParent)
{
    m_tWGParam.m_bSetCurShipPos = FALSE;
    m_tWGParam.m_nCheckDepth = 3;
    m_tWGParam.m_bDoOnePass = FALSE;

    m_bWPGenOk = FALSE;
}

CSetting8Dlg::~CSetting8Dlg()
{
}

void CSetting8Dlg::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
{
    CSettingDlg::DoDataExchange(pDX);
    DDX_Control(pDX, IDC_LIST_WAYPOINT, m_ctrlListWaypoint);
}

BEGIN_MESSAGE_MAP(CSetting8Dlg, CSettingDlg)
    ON_WM_SHOWWINDOW()
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_SETTING, &CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonSetting)
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_ADD, &CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonAdd)
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_UP, &CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonUp)
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_DOWN, &CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonDown)
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_MODIFY, &CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonModify)
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_DELETE, &CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonDelete)
    ON_NOTIFY(NM_CLICK, IDC_LIST_WAYPOINT,
&CSetting8Dlg::OnNMClickListWaypoint)
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_OPEN, &CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonOpen)
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_SAVE, &CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonSave)
    ON_BN_CLICKED(IDC_BUTTON_FIND_CENTER,
&CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonFindCenter)
END_MESSAGE_MAP()
// CSetting8Dlg 메시지 처리기입니다.
```

```

BOOL CSetting8Dlg::Create( CWnd* pParentWnd)
{
    // TODO: 여기에 특수화된 코드를 추가 및/또는 기본 클래스를 호출합니다.
    return CSettingDlg::Create(IDD_SETTING8_DIALOG, pParentWnd);
}

BOOL CSetting8Dlg::IsUserInputOk()
{
    if( m_ctrlListWaypoint.GetItemCount() < 1 ) return FALSE;
    return TRUE;
}

void CSetting8Dlg::OnShowWindow(BOOL bShow, UINT nStatus)
{
    CSettingDlg::OnShowWindow(bShow, nStatus);
    //지점경로의 정보를 불러와 리스트를 셋팅.
}

void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonSetting()
{
    if( m_pMsgWnd )
        m_pMsgWnd->PostMessageA( WM_REQUEST_CURSOR_POS, 0,
(LPARAM)REQ_POS_SETTING_8 );
}

void CSetting8Dlg::SetCursorPos( double dLat, double dLon )
{
    m_tWGParam.m_dStartLat = dLat;
    m_tWGParam.m_dStartLon = dLon;

    //CGeoPoint gpStart;
    //gpStart.SetGeo( dLat, dLon );

    CString strLat , strLon;
    strLat.Format("%3.5f", dLat );
    strLon.Format("%3.5f", dLon );

    GetDlgItem( IDC_EDIT_WAYPOINT_LAT )->SetWindowTextA( strLat );
    GetDlgItem( IDC_EDIT_WAYPOINT_LON )->SetWindowTextA( strLon );
}

BOOL CSetting8Dlg::OnInitDialog()
{
    CSettingDlg::OnInitDialog();

    // TODO: 여기에 추가 초기화 작업을 추가합니다.
    m_ctrlListWaypoint.InsertColumn( 0 , "순서" , LVCFMT_CENTER , 50 );
}

```



```

m_ctrlListWaypoint.InsertColumn( 1 , "위도" , LVCFMT_RIGHT , 90 );
m_ctrlListWaypoint.InsertColumn( 2 , "경도" , LVCFMT_RIGHT , 90 );
m_ctrlListWaypoint.InsertColumn( 3 , "채수" , LVCFMT_CENTER , 50 );
m_ctrlListWaypoint.InsertColumn( 4 , "센싱" , LVCFMT_CENTER , 50 );
m_ctrlListWaypoint.SetExtendedStyle( m_ctrlListWaypoint.GetExtendedStyle() |
                                     LVS_EX_FULLROWSELECT );

return TRUE; // return TRUE unless you set the focus to a control
// 예외: OCX 속성 페이지는 FALSE를 반환해야 합니다.
}

void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonAdd()
{
    CString a;
    GetDlgItem(IDC_EDIT_WAYPOINT_LAT)->GetWindowTextA( a );
    CString strLatitude, strLongitude, strChe , strSensing;
    strLatitude.Format("%s", a);
    GetDlgItem(IDC_EDIT_WAYPOINT_LON)->GetWindowText(a);
    strLongitude.Format("%s", a);
    CButton * pButt = (CButton *)GetDlgItem( IDC_CHECK_SAMPLING );
    if( pButt->GetCheck() ) strChe = "O";
    else strChe = "X";
    CButton * pButt2 = (CButton *)GetDlgItem( IDC_CHECK_SENSING );
    if( pButt2->GetCheck() ) strSensing = "O";
    else strSensing = "X";
    //채수가 0인데 센싱이 X인 경우는 없다.
    if( strChe == "O" && strSensing == "X" )
    {
        AfxMessageBox("채수를 할 경우 센싱은 선택되어야 합니다.");
        return;
    }
    int nSamplingCount = 0;
    if( strChe == "O" )
    {
        nSamplingCount++;
    }
    CString strTemp;
    for( int i=0;i<m_ctrlListWaypoint.GetItemCount(); i++ )
    {
        strTemp = m_ctrlListWaypoint.GetItemText( i , 3 );
        if( strTemp == "O" ) nSamplingCount++;
    }
    if( nSamplingCount > m_nSamplingLimitCount )
    {
        strTemp.Format("보트에서 채수할 수 있는 지점 개수는 %d 지점

```

```

입니다.",m_nSamplingLimitCount);
        AfxMessageBox( strTemp );
        return;
    }
    //유효좌표값 판별
    if( IsValidMapPoint( strLatitude , strLongitude ) == FALSE )
    {
        AfxMessageBox("좌표값이 유효하지 않습니다.");
        return;
    }
    //채수지점 제한갯수를 초과하였는가?
    //m_pMsgWnd->
    int nItemCount = m_ctrlListWaypoint.GetItemCount();
    CString ss;
    ss.Format("%02d", nItemCount+1 );
    m_ctrlListWaypoint.InsertItem( nItemCount , ss );
    m_ctrlListWaypoint.SetItemText(nItemCount,1,strLatitude );
    m_ctrlListWaypoint.SetItemText(nItemCount,2,strLongitude );
    m_ctrlListWaypoint.SetItemText(nItemCount,3,strChe );
    m_ctrlListWaypoint.SetItemText(nItemCount,4,strSensing );

    CreateWaypoint();
}
//리스트상자 경로를 생성함. ( 이전 경로정보는 삭제됨. )
void CSetting8Dlg::CreateWaypoint(void)
{
    //경로 생성
    CString strTemp;
    GetDlgItemText( IDC_SEARCH_DEPTH, strTemp );
    m_tWGParam.m_nCheckDepth = atoi( strTemp );
    m_tWGParam.m_eGenMode = WGM_USER_WAYPOINT_SJH;
    if( m_pMsgWnd )
        m_pMsgWnd->SendMessageA( WM_START_WAYPOINT_GEN_SJH,
(WPARAM)&m_ctrlListWaypoint, (LPARAM)&m_tWGParam );
}
//호심찾기 버튼 클릭
void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonFindCenter()
{
    m_tWGParam.m_nCheckDepth = 10;
    m_tWGParam.m_eGenMode = WGM_SPR_CW; //시계방향
    m_tWGParam.m_dStartLat = -1;
    m_tWGParam.m_dStartLon = -1;
    if( m_pMsgWnd )

```

```

        m_pMsgWnd->SendMessageA( WM_START_WAYPOINT_GEN_SJH2, 0,
(LPARAM)&m_tWGParam );
    }
void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonUp()
{
    // TODO: 여기에 컨트롤 알림 처리기 코드를 추가합니다.
    int nSel;
    nSel = m_ctrlListWaypoint.GetSelectionMark();
    if( nSel == -1 )
    {
        AfxMessageBox("지점이 선택되지 않았습니다.");
        return;
    }
    int nItemCount = m_ctrlListWaypoint.GetItemCount();
    if( nItemCount == 1 ) return;
    if( nSel == 0 )
    {
        return;
    }
    int nOrder_Src , nOrder_Dest;
    CString strItem_Src[WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT];
    CString strItem_Dest[WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT];
    nOrder_Src = nSel;
    nOrder_Dest = nOrder_Src-1;
    for( int i=1; i<WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT;i++ )
    {
        strItem_Src[i] = m_ctrlListWaypoint.GetItemText( nOrder_Src , i );
        strItem_Dest[i] = m_ctrlListWaypoint.GetItemText( nOrder_Dest , i );
    }
    for( int i=1; i<WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT;i++ )
    {
        m_ctrlListWaypoint.SetItemText( nOrder_Src , i , strItem_Dest[i] );
        m_ctrlListWaypoint.SetItemText( nOrder_Dest , i , strItem_Src[i] );
    }
    //기존의 선택되어 있는 파란선을 해제한다.
    m_ctrlListWaypoint.SetSelectionMark(nSel);
    m_ctrlListWaypoint.SetItemState(nSel, LVIS_FOCUSED, LVIS_SELECTED);
    nSel--;
    //새로운 아이탬에 파란선을 보여준다.
    m_ctrlListWaypoint.SetSelectionMark(nSel);
    //m_ctrlListWaypoint.EnsureVisible( itemCount, FALSE ); // 스크롤
    m_ctrlListWaypoint.SetItemState(nSel, LVIS_SELECTED|LVIS_FOCUSED,
LVIS_SELECTED|LVIS_FOCUSED);
}

```

```

m_ctrlListWaypoint.SetFocus();

CreateWaypoint();
}
void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonDown()
{
    // TODO: 여기에 컨트롤 알림 처리기 코드를 추가합니다.
    int nSel;
    nSel = m_ctrlListWaypoint.GetSelectionMark();
    if( nSel == -1 )
    {
        AfxMessageBox("지점이 선택되지 않았습니다.");
        return;
    }
    int nItemCount = m_ctrlListWaypoint.GetItemCount();
    if( nItemCount == 1 ) return;
    if( nSel == nItemCount -1 )
    {
        return;
    }
    int nOrder_Src , nOrder_Dest;
    CString strItem_Src[WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT];
    CString strItem_Dest[WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT];
    nOrder_Src = nSel;
    nOrder_Dest = nOrder_Src+1;
    for( int i=1; i<WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT;i++ )
    {
        strItem_Src[i] = m_ctrlListWaypoint.GetItemText( nOrder_Src , i );
        strItem_Dest[i] = m_ctrlListWaypoint.GetItemText( nOrder_Dest , i );
    }
    for( int i=1; i<WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT;i++ )
    {
        m_ctrlListWaypoint.SetItemText( nOrder_Src , i , strItem_Dest[i] );
        m_ctrlListWaypoint.SetItemText( nOrder_Dest , i , strItem_Src[i] );
    }
    //기존의 선택되어 있는 파란선을 해제한다.
    m_ctrlListWaypoint.SetSelectionMark(nSel);
    m_ctrlListWaypoint.SetItemState(nSel, LVIS_FOCUSED, LVIS_SELECTED);

    nSel++;
    //새로운 아이টে에 파란선을 보여준다.
    m_ctrlListWaypoint.SetSelectionMark(nSel);
    //m_ctrlListWaypoint.EnsureVisible( itemCount, FALSE ); // 스크롤

```

```

        m_ctrlListWaypoint.SetItemState(nSel, LVIS_SELECTED|LVIS_FOCUSED,
LVIS_SELECTED|LVIS_FOCUSED);

        m_ctrlListWaypoint.SetFocus();
        CreateWaypoint();
    }
void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonModify()
{
    // TODO: 여기에 컨트롤 알림 처리기 코드를 추가합니다.
    int nSel;
    nSel = m_ctrlListWaypoint.GetSelectionMark();
    if( nSel == -1 )
    {
        AfxMessageBox("지점이 선택되지 않았습니다.");
        return;
    }
    int nItemCount = m_ctrlListWaypoint.GetItemCount();
    int nOrder_Src ;
    CString strItem_Src[WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT];
    nOrder_Src = nSel;
    strItem_Src[0] = m_ctrlListWaypoint.GetItemText( nOrder_Src , 0 );
    GetDlgItemTextA( IDC_EDIT_WAYPOINT_LAT , strItem_Src[1] );
    GetDlgItemTextA( IDC_EDIT_WAYPOINT_LON , strItem_Src[2] );
    CButton * pButt_Sampling = (CButton *)GetDlgItem( IDC_CHECK_SAMPLING );
    CButton * pButt_Sensing = (CButton *)GetDlgItem( IDC_CHECK_SENSING );
    if( pButt_Sampling->GetCheck() ) strItem_Src[3] = "O";
    else strItem_Src[3] = "X";
    if( pButt_Sensing->GetCheck() ) strItem_Src[4] = "O";
    else strItem_Src[4] = "X";
    //채수를 하는데 센싱을 하지 않는경우는 없음.
    if( strItem_Src[3] == "O" && strItem_Src[4] == "X" )
    {
        AfxMessageBox("채수를 할 경우 센싱은 선택되어야 합니다.");
        return;
    }
    //입력한 좌표값이 유효한 값인지 체크
    if( IsValidMapPoint(strItem_Src[1],strItem_Src[2]) == FALSE )
    {
        AfxMessageBox("좌표값이 유효하지 않습니다.");
        return;
    }
    int nSamplingCount = 0;
    CString strTemp;

```

```

//채수제한개수 검사
for( int i=0; i< m_ctrlListWaypoint.GetItemCount();i++ )
{
    if( i == nOrder_Src )
    {
        strTemp = strItem_Src[3];
    }
    else
    {
        strTemp = m_ctrlListWaypoint.GetItemText( i , 3 );
    }
    if( strTemp == "O" ) nSamplingCount++;
}
if( nSamplingCount > m_nSamplingLimitCount )
{
    strTemp.Format("보트에서 채수할 수 있는 지점 개수는 %d 지점 입니다."
,m_nSamplingLimitCount);
    AfxMessageBox( strTemp );
    return;
}
for( int i=1; i<WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT;i++ )
{
    m_ctrlListWaypoint.SetItemText( nOrder_Src , i , strItem_Src[i] );
}
CreateWaypoint();
}
void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonDelete()
{
    int nSel;
    nSel = m_ctrlListWaypoint.GetSelectionMark();
    if( nSel == -1 )
    {
        AfxMessageBox("지점이 선택되지 않았습니다.");
        return;
    }
    int nOrder_Src ;
    nOrder_Src = nSel;
    m_ctrlListWaypoint.DeleteItem( nOrder_Src );
    CString strOrder;
    for( int i=0; i<m_ctrlListWaypoint.GetItemCount();i++ )
    {

```

```

        strOrder.Format("%02d", i+1 );
        m_ctrlListWaypoint.SetItemText( i, 0 , strOrder );
    }

    CreateWaypoint();
    int nItemCount = m_ctrlListWaypoint.GetItemCount();
    if( nItemCount == 0 ) return;
    if( nSel == nItemCount ) nSel --; //가장 마지막줄을 지웠다.
    //새로운 아이탬에 파란선을 보여준다.
    m_ctrlListWaypoint.SetSelectionMark(nSel);
    //m_ctrlListWaypoint.EnsureVisible( itemCount, FALSE ); // 스크롤
    m_ctrlListWaypoint.SetItemState(nSel, LVIS_SELECTED|LVIS_FOCUSED,
LVIS_SELECTED|LVIS_FOCUSED);
    m_ctrlListWaypoint.SetFocus();
}

void CSetting8Dlg::OnNMClickListWaypoint(NMHDR *pNMHDR, LRESULT *pResult)
{
    LPNMITEMACTIVATE pNMItemActivate = reinterpret_cast<LPNMITEMACTIVATE>(pNMHDR);
    // TODO: 여기에 컨트롤 알림 처리기 코드를 추가합니다.
    CString strItem[WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT];
    int nSel = m_ctrlListWaypoint.GetSelectionMark();
    if( nSel != -1 )
    {
        for( int i=1;i< WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT; i++ )
        {
            strItem[i] = m_ctrlListWaypoint.GetItemText( nSel , i );
        }
        GetDlgItem( IDC_EDIT_WAYPOINT_LAT )->SetWindowTextA( strItem[1] );
        GetDlgItem( IDC_EDIT_WAYPOINT_LON )->SetWindowTextA( strItem[2] );
        CButton * pButt_Sampling = (CButton *)GetDlgItem( IDC_CHECK_SAMPLING
);
        CButton * pButt_Sensing = (CButton *)GetDlgItem( IDC_CHECK_SENSING );
        if( strItem[3] == "O" ) pButt_Sampling->SetCheck( TRUE );
        else pButt_Sampling->SetCheck( FALSE );
        if( strItem[4] == "O" ) pButt_Sensing->SetCheck( TRUE );
        else pButt_Sensing->SetCheck( FALSE );
    }
    *pResult = 0;
}

//유효 좌표값 판별
BOOL CSetting8Dlg::IsValidMapPoint(CString strMapPoint_Lat, CString strMapPoint_Lon)

```

```

{
    //return ( m_dLat > -999999.0 && m_dLat < +999999.0 );
    return TRUE;
}
void CSetting8Dlg::GetCommentText( CString &strComment )
{
    strComment = "수질채취를 위한 지점을 설정합니다.www";
    strComment += "지점을 입력 후 ""다음"" 버튼을 선택하십시오";
}
void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonOpen()
{
    // TODO: 여기에 컨트롤 알림 처리기 코드를 추가합니다.
    char szFilter[] = "Waypoint File(*.wp)|*.wp|모든 파일(*.*)|*.*|";
    CFileDialog dlg( TRUE , "wp", NULL , OFN_HIDEREADONLY , szFilter );
    dlg.m_ofn.lpstrTitle = TEXT("수질채취 지점경로 불러오기");
    if( dlg.DoModal() == IDOK )
    {
        CString strPath;
        strPath = dlg.GetPathName();
        CStdioFile fp;
        if( fp.Open( strPath , CFile::modeRead | CFile::typeText ) == FALSE )
        {
            AfxMessageBox("파일 선택이 올바르지 않습니다.");
            return;
        }
        m_ctrlListWaypoint.DeleteAllItems();
        CString strLine;
        CStringArray strItem;
        int nLine = 0;
        while( fp.ReadString( strLine ) )
        {
            split( strLine.GetBuffer( 0 ) , "," , strItem );
            m_ctrlListWaypoint.InsertItem( nLine , strItem[0] );
            for( int i=1; i< strItem.GetSize(); i++ )
            {
                m_ctrlListWaypoint.SetItemText( nLine , i , strItem[i] );
            }
            nLine++;
        }
        CreateWaypoint();
        fp.Close();
    }
}

```



```

void CSetting8Dlg::split(char *pData, char *pSeps, CStringArray &strRes)
{
    char* pToken;
    strRes.RemoveAll();
    pToken = strtok( pData , pSeps ); //pData 문자열을 pSeps로 잘라서 pToken에 넣어라
    while( pToken != NULL ) //값이 있다면
    {
        strRes.Add( pToken ); //strRes 배열에 잘라진 문자열을
        넣어 준다.
        pToken = strtok( NULL , pSeps );//pToken을 초기화 한다.
    }
}

void CSetting8Dlg::OnBnClickedButtonSave()
{
    // TODO: 여기에 컨트롤 알림 처리기 코드를 추가합니다.
    // TODO: 여기에 컨트롤 알림 처리기 코드를 추가합니다.
    char szFilter[] = "Waypoint File(*.wp)|*.wp|모든 파일(*.*)*.*|";
    CFileDialog dlg( FALSE , "wp", NULL , OFN_HIDEREADONLY , szFilter );
    dlg.m_ofn.lpstrTitle = TEXT("수질채취 지점경로 저장하기");
    if( dlg.DoModal() == IDOK )
    {
        CString strPath;
        strPath = dlg.GetPathName();
        CStdioFile fp;
        if( fp.Open( strPath , CFile::modeCreate | CFile::modeWrite | CFile::typeText )
        == FALSE )
        {
            AfxMessageBox("파일 선택이 올바르지 않습니다.");
            return;
        }
        CString strLine;
        for( int i=0; i< m_ctrlListWaypoint.GetItemCount(); i++ )
        {
            strLine.Empty();
            for( int j=0; j< WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT ; j++ )
            {
                strLine += m_ctrlListWaypoint.GetItemText(i,j);
                if( j != WAYPOINT_LIST_COLUMN_COUNT-1 ) strLine =
strLine + ",";
            }
            fp.WriteString( strLine );
            if( i != m_ctrlListWaypoint.GetItemCount()-1 ) fp.WriteString("\n");
        }
    }
}

```

```
        fp.Close();
    }
}
void CSetting8Dlg::ClearWaypoint(void)
{
    m_ctrlListWaypoint.DeleteAllItems();
    SetDlgItemText( IDC_EDIT_WAYPOINT_LAT , "" );
    SetDlgItemText( IDC_EDIT_WAYPOINT_LON , "" );
}
```

나. 호심 탐색 기능

```
LRESULT CBoatControlView::OnStartWaypointGeneration_Sjh2( WPARAM wParam,
LPARAM lParam )
{
    DWORD dwThreadId;
    HANDLE hThread;
    memcpy ( &m_tWGParam, (T_WG_PARAM *)lParam, sizeof( T_WG_PARAM ));
    if( m_tWGParam.m_bSetCurShipPos )
    {
        m_tWGParam.m_dStartLat = m_tPilotData.m_tShipData.m_dCurLat;
        m_tWGParam.m_dStartLon = m_tPilotData.m_tShipData.m_dCurLon;
    }
    if( m_pWaypointGeoList2 )
        m_pWaypointGeoList2->DeleteAllNode();
    if( m_pProgressDlg && !m_pProgressDlg->IsWindowVisible() )
    {
        CRect rtClient, rtChild;
        GetWindowRect( &rtClient );
        m_pProgressDlg->GetWindowRect( &rtChild );
        POINT pt;
        pt.x = rtClient.left + ( rtClient.Width() - rtChild.Width() ) / 2;
        pt.y = rtClient.top + ( rtClient.Height() - rtChild.Height() ) / 2;

        ScreenToClient( &pt );
        m_pProgressDlg->MoveWindow( pt.x, pt.y, rtChild.Width(), rtChild.Height() );
        m_pProgressDlg->ShowWindow( SW_SHOW );
    }
    GenWaypointThread2( );
    if( m_pSettingBaseDlg && m_pSettingBaseDlg->IsWindowVisible() )
        m_pSettingBaseDlg->SetCursorPos( REQ_POS_SETTING_8,
            m_pWaypointGeoList2->GetTail()->m_pgpPoint->m_dLat,
            m_pWaypointGeoList2->GetTail()->m_pgpPoint->m_dLon );
    return 0;
}

int CBoatControlView::GenWaypointThread2()
{
    if( m_pLatticeProc && m_pWaypointGeoList2 )
    {
        m_pLatticeProc->GenerateWaypoint( &m_tWGParam, m_pWaypointGeoList2,
            m_pProgressDlg );
    }
}
```

```

    PostMessage( WM_END_WAYPOINT_GEN, 0, 0 );
    return 0;
}

BOOL CLatticeProc::GenerateWaypoint( T_WG_PARAM *pWGParam, CGeoLinkedList
*pWaypointGeoList, CDialog *pDlg )
{
    if( pWaypointGeoList == NULL )
        return FALSE;
    m_nCheckDepth = pWGParam->m_nCheckDepth;
    int nStartRow = 0, nStartCol = 0;
    CGeoPoint gpStart;
    gpStart.SetGeo( pWGParam->m_dStartLat, pWGParam->m_dStartLon );
    GetGeoCell( gpStart, nStartRow, nStartCol );
    ClearBoatPath();
    BOOL bReturn = FALSE;
    if( FindStartCell4Gen( nStartRow, nStartCol ) )
    {
        switch( pWGParam->m_eGenMode )
        {
            case WGM_SPR_CCW : // 반시계방향 나선형태 이동경로 설정
                bReturn = TrackWaypoint_SPR_CCW( pWGParam->m_bDoOnePass,
nStartRow, nStartCol, pWaypointGeoList, pDlg );
                break;
            case WGM_SPR_CW : // 시계방향 나선형태 이동경로 설정
                bReturn = TrackWaypoint_SPR_CW( pWGParam->m_bDoOnePass,
nStartRow, nStartCol, pWaypointGeoList, pDlg );
                break;
            case WGM_HRT_RU : // 오른쪽 방향 위쪽 탐색 수평 왕복형태
이동경로 설정
                bReturn = TrackWaypoint_HRT_UP( TRUE, nStartRow, nStartCol,
pWaypointGeoList, pDlg );
                break;
            case WGM_HRT_LU : // 왼쪽 방향 위쪽 탐색 수평 왕복형태 이동
경로 설정
                bReturn = TrackWaypoint_HRT_UP( FALSE, nStartRow, nStartCol,
pWaypointGeoList, pDlg );
                break;
            case WGM_HRT_RD : // 오른쪽 방향 아래쪽 탐색 수평 왕복형태
이동경로 설정
                bReturn = TrackWaypoint_HRT_DN( TRUE, nStartRow, nStartCol,
pWaypointGeoList, pDlg );
                break;
            case WGM_HRT_LD : // 왼쪽 방향 아래쪽 탐색 수평 왕복형태

```

```

이동경로 설정
        bReturn = TrackWaypoint_HRT_DN( FALSE, nStartRow, nStartCol,
pWaypointGeoList, pDlg );
        break;
    case WGM_VRT_UR :           // 위쪽 방향 오른쪽 탐색 수직 왕복형태
이동경로 설정
        bReturn = TrackWaypoint_VRT_RT( TRUE, nStartRow, nStartCol,
pWaypointGeoList, pDlg );
        break;
    case WGM_VRT_DR :           // 아래쪽 방향 오른쪽 탐색 수직 왕복형태
이동경로 설정
        bReturn = TrackWaypoint_VRT_RT( FALSE, nStartRow, nStartCol,
pWaypointGeoList, pDlg );
        break;
    case WGM_VRT_UL :           // 위쪽 방향 왼쪽 탐색 수직 왕복형태
이동경로 설정
        bReturn = TrackWaypoint_VRT_LT( TRUE, nStartRow, nStartCol,
pWaypointGeoList, pDlg );
        break;
    case WGM_VRT_DL :           // 아래쪽 방향 왼쪽 탐색 수직 왕복형태
이동경로 설정
        bReturn = TrackWaypoint_VRT_LT( FALSE, nStartRow, nStartCol,
pWaypointGeoList, pDlg );
        break;
    case WGM_USER_WAYPOINT_SJH : //사용자 수동 설정 ( 이전에 경로 지정이
끝남. )
        break;
    }
}
return bReturn;
}

BOOL CLatticeProc::TrackWaypoint_SPR_CCW( BOOL bOnePath, int nStartRow, int
nStartCol, CGeoLinkedList *pWaypointGeoList, CDialog *pDlg )
{
    BOOL bEnd = FALSE;
    BOOL bChangeDir = TRUE;
    int nNewCol = nStartCol, nNewRow = nStartRow;
    int nCol, nRow;
    int nDir = 0;
    CGeoPoint gpCellCenter;
    nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
    int nSavedRow = -1;
    int nSavedCol = -1;
    if( pDlg )

```

```

{
    CString strMsg = "이동 경로 설정 www 이동 경로를 검색하고 있습니다.";
    ((CProgressDlg *)pDlg)->SetProgressRange( 10000 );
    ((CProgressDlg *)pDlg)->SetMsg( strMsg );
}

int nLoopCnt = 0;
int *pCheck;
BOOL bFound;

while( 1 ) {
    if( pDlg && ((CProgressDlg *)pDlg)->GetUserCancel() )
        return FALSE;
    if( pDlg && nLoopCnt % 100 == 0 )
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetCurProgress( nLoopCnt );
    nLoopCnt = ( nLoopCnt + 1 ) % 10000;
    if( nNewCol < 0 || nNewCol >= m_nColSize || nNewRow < 0 || nNewRow >=
(int)m_nRowSize )
        break;

    SetCellType( nRow, nCol, CT_BOAT_PATH );
    if( bEnd )
    {
        gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
        pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
        break;
    }
    if( bChangeDir && ( nSavedRow != nRow || nSavedCol != nCol ) )
    {
        gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
        pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
        nSavedRow = nRow;
        nSavedCol = nCol;
    }
    nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
    MakeRovingWindow( m_pRovWin, nRow, nCol );
    bFound = FALSE;
    pCheck = g_nCCW_CheckCell[nDir];
    for( int i = 0; i < 6; i++ )
    {
        if( bOnePath && m_pRovWin[pCheck[i]] == CT_BOAT_PATH )
            break;
    }
}

```

```

        if( m_pRovWin[pCheck[i]] == CT_IN_POLYGON &&
            IsMovableCellSPR( WGM_SPR_CCW, pCheck[i], RovRow(
pCheck[i], nRow ), RovCol( pCheck[i], nCol ) ) )
        {
            nNewRow = RovRow( pCheck[i], nRow );
            nNewCol = RovCol( pCheck[i], nCol );
            bChangeDir = ( nDir != pCheck[i] );
            nDir = pCheck[i];
            bFound = TRUE;
            break;
        }
    }
    if( !bFound )
        bEnd = TRUE;
}
return TRUE;
}

BOOL CLatticeProc::TrackWaypoint_SPR_CW( BOOL bOnePath, int nStartRow, int nStartCol,
CGeoLinkedList *pWaypointGeoList, CDialog *pDlg )
{
    BOOL bEnd = FALSE;
    BOOL bChangeDir = TRUE;
    int nNewCol = nStartCol, nNewRow = nStartRow;
    int nCol, nRow;
    int nDir = 4;
    CGeoPoint gpCellCenter;
    nCol = nNewCol;        nRow = nNewRow;
    int nSavedRow = -1;
    int nSavedCol = -1;
    if( pDlg )
    {
        CString strMsg = "이동 경로 설정 완료 이동 경로를 검색하고 있습니다.";
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetProgressRange( 10000 );
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetMsg( strMsg );
    }
    int nLoopCnt = 0;
    BOOL bFound;
    int *pCheck;
    while( 1 ) {
        if( pDlg && ((CProgressDlg *)pDlg)->GetUserCancel() )
            return FALSE;
        if( pDlg && nLoopCnt % 100 == 0 )
            ((CProgressDlg *)pDlg)->SetCurProgress( nLoopCnt );
        nLoopCnt = ( nLoopCnt + 1 ) % 10000;
    }
}

```

```

        if( nNewCol < 0 || nNewCol >= m_nColSize || nNewRow < 0 || nNewRow >=
(int)m_nRowSize )
            break;
        SetCellType( nRow, nCol, CT_BOAT_PATH );
        if( bEnd )
        {
            gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
            pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
            break;
        }

        if( bChangeDir && ( nSavedRow != nRow || nSavedCol != nCol ) )
        {
            gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
            pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
            nSavedRow = nRow;
            nSavedCol = nCol;
        }
        nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
        MakeRovingWindow( m_pRovWin, nRow, nCol );
        bFound = FALSE;
        pCheck = g_nCW_CheckCell[nDir];

        for( int i = 0; i < 6; i++ )
        {
            if( bOnePath && m_pRovWin[pCheck[i]] == CT_BOAT_PATH )
                break;
            if( m_pRovWin[pCheck[i]] == CT_IN_POLYGON &&
                IsMovableCellSPR( WGM_SPR_CW, pCheck[i], RovRow(
pCheck[i], nRow ), RovCol( pCheck[i], nCol ) ) )
            {
                nNewRow = RovRow( pCheck[i], nRow );
                nNewCol = RovCol( pCheck[i], nCol );
                bChangeDir = ( nDir != pCheck[i] );
                nDir = pCheck[i];
                bFound = TRUE;
                break;
            }
        }
        if( !bFound )
            bEnd = TRUE;

```



```

    }
    return TRUE;
}

BOOL CLatticeProc::TrackWaypoint_HRT_UP( BOOL bInitRightDir, int nStartRow, int
nStartCol, CGeoLinkedList *pWaypointGeoList, CDialog *pDlg )
{
    BOOL bEnd = FALSE;
    BOOL bChangeDir = TRUE;
    int nNewCol = nStartCol, nNewRow = nStartRow;
    int nCol, nRow;
    BOOL bRightDir = bInitRightDir;
    int nDir = 6;
    CGeoPoint gpCellCenter;
    nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
    int nSavedRow = -1;
    int nSavedCol = -1;

    if( pDlg )
    {
        CString strMsg = "이동 경로 설정 www 이동 경로를 검색하고 있습니다.";
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetProgressRange( 10000 );
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetMsg( strMsg );
    }
    int nLoopCnt = 0;
    int *pCheck;
    BOOL bFound;
    while( 1 ) {
        if( pDlg && ((CProgressDlg *)pDlg)->GetUserCancel() )
            return FALSE;
        if( pDlg && nLoopCnt % 100 == 0 )
            ((CProgressDlg *)pDlg)->SetCurProgress( nLoopCnt );
        nLoopCnt = ( nLoopCnt + 1 ) % 10000;
        if( nNewCol < 0 || nNewCol >= m_nColSize || nNewRow < 0 || nNewRow >=
(int)m_nRowSize )
            break;
        SetCellType( nRow, nCol, CT_BOAT_PATH );

        if( bEnd )
        {
            gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
            pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
            break;

```

```

    }
    if( bChangeDir && ( nSavedRow != nRow || nSavedCol != nCol ) )
    {
        gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
        pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
        nSavedRow = nRow;
        nSavedCol = nCol;
    }
    nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
    MakeRovingWindow( m_pRovWin, nRow, nCol );
    bFound = FALSE;
    if( bRightDir )
        pCheck = g_nHUR_CheckCell[0];
    else
        pCheck = g_nHUR_CheckCell[1];

    BOOL bTmpDir = bRightDir;
    for( int i = 0; i < 3; i++ )
    {
        if( i > 0 )
            bTmpDir = !bRightDir;
        if( m_pRovWin[pCheck[i]] == CT_IN_POLYGON )
        {
            bRightDir = bTmpDir;

            nNewRow = RovRow( pCheck[i], nRow );
            nNewCol = RovCol( pCheck[i], nCol );
            bChangeDir = ( nDir != pCheck[i] );
            nDir = pCheck[i];
            bFound = TRUE;
            break;
        }
    }
    if( !bFound )
        bEnd = TRUE;
}
return TRUE;
}

BOOL CLatticeProc::TrackWaypoint_HRT_DN( BOOL bInitRightDir, int nStartRow, int
nStartCol, CGeoLinkedList *pWaypointGeoList, CDialog *pDlg )
{
    BOOL bEnd = FALSE;
    BOOL bChangeDir = TRUE;

```

```

int nNewCol = nStartCol, nNewRow = nStartRow;
int nCol, nRow;
BOOL bRightDir = bInitRightDir;
int nDir = 6;
CGeoPoint gpCellCenter;
nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
int nSavedRow = -1;
int nSavedCol = -1;
if( pDlg )
{
    CString strMsg = "이동 경로 설정 www 이동 경로를 검색하고 있습니다.";
    ((CProgressDlg *)pDlg)->SetProgressRange( 10000 );
    ((CProgressDlg *)pDlg)->SetMsg( strMsg );
}
int nLoopCnt = 0;
int *pCheck;
BOOL bFound;
while( 1 ) {
    if( pDlg && ((CProgressDlg *)pDlg)->GetUserCancel() )
        return FALSE;
    if( pDlg && nLoopCnt % 100 == 0 )
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetCurProgress( nLoopCnt );
    nLoopCnt = ( nLoopCnt + 1 ) % 10000;
    if( nNewCol < 0 || nNewCol >= m_nColSize || nNewRow < 0 || nNewRow >=
(int)m_nRowSize )
        break;
    SetCellType( nRow, nCol, CT_BOAT_PATH );
    if( bEnd )
    {
        gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
        pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
        break;
    }
    if( bChangeDir && ( nSavedRow != nRow || nSavedCol != nCol ) )
    {
        gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
        pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );

        nSavedRow = nRow;
        nSavedCol = nCol;
    }
}

```

```

nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
MakeRovingWindow( m_pRovWin, nRow, nCol );
bFound = FALSE;
if( bRightDir )
    pCheck = g_nHDR_CheckCell[0];
else
    pCheck = g_nHDR_CheckCell[1];
BOOL bTmpDir = bRightDir;
for( int i = 0; i < 3; i++ )
{
    if( i > 0 )
        bTmpDir = !bRightDir;
    if( m_pRovWin[pCheck[i]] == CT_IN_POLYGON )
    {
        bRightDir = bTmpDir;
        nNewRow = RovRow( pCheck[i], nRow );
        nNewCol = RovCol( pCheck[i], nCol );
        bChangeDir = ( nDir != pCheck[i] );
        nDir = pCheck[i];
        bFound = TRUE;
        break;
    }
}
if( !bFound )
    bEnd = TRUE;
}
return TRUE;
}

```

```

BOOL CLatticeProc::TrackWaypoint_VRT_RT( BOOL bInitUpDir, int nStartRow, int nStartCol,
CGeoLinkedList *pWaypointGeoList, CDialog *pDlg )

```

```

{
    BOOL bEnd = FALSE;
    BOOL bChangeDir = TRUE;
    int nNewCol = nStartCol, nNewRow = nStartRow;
    int nCol, nRow;
    BOOL bUpward = bInitUpDir;
    int nDir = 6;
    CGeoPoint gpCellCenter;

    nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
    int nSavedRow = -1;
    int nSavedCol = -1;
    if( pDlg )

```

```

{
    CString strMsg = "이동 경로 설정 www 이동 경로를 검색하고 있습니다.";
    ((CProgressDlg *)pDlg)->SetProgressRange( 10000 );
    ((CProgressDlg *)pDlg)->SetMsg( strMsg );
}
int nLoopCnt = 0;
int *pCheck;
BOOL bFound;
while( 1 ) {
    if( pDlg && ((CProgressDlg *)pDlg)->GetUserCancel() )
        return FALSE;
    if( pDlg && nLoopCnt % 100 == 0 )
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetCurProgress( nLoopCnt );
    nLoopCnt = ( nLoopCnt + 1 ) % 10000;
    if( nNewCol < 0 || nNewCol >= m_nColSize || nNewRow < 0 || nNewRow >=
(int)m_nRowSize )
        break;
    SetCellType( nRow, nCol, CT_BOAT_PATH );
    if( bEnd )
    {
        gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
        pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
        break;
    }
    if( bChangeDir && ( nSavedRow != nRow || nSavedCol != nCol ) )
    {
        gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
        pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
        nSavedRow = nRow;
        nSavedCol = nCol;
    }
    nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
    MakeRovingWindow( m_pRovWin, nRow, nCol );
    bFound = FALSE;
    if( bUpward )
        pCheck = g_nVRR_CheckCell[0];
    else
        pCheck = g_nVRR_CheckCell[1];

    BOOL bTmpDir = bUpward;
    for( int i = 0; i < 3; i++ )

```

```

        {
            if( i > 0 )
                bTmpDir = !bUpward;
            if( m_pRovWin[pCheck[i]] == CT_IN_POLYGON )
            {
                bUpward = bTmpDir;
                nNewRow = RovRow( pCheck[i], nRow );
                nNewCol = RovCol( pCheck[i], nCol );
                bChangeDir = ( nDir != pCheck[i] );
                nDir = pCheck[i];
                bFound = TRUE;
                break;
            }
        }
        if( !bFound )
            bEnd = TRUE;
    }
    return TRUE;
}

BOOL CLatticeProc::TrackWaypoint_VRT_LT( BOOL bInitUpDir, int nStartRow, int nStartCol,
CGeoLinkedList *pWaypointGeoList, CDialog *pDlg )
{
    BOOL bEnd = FALSE;
    BOOL bChangeDir = TRUE;
    int nNewCol = nStartCol, nNewRow = nStartRow;
    int nCol, nRow;
    BOOL bUpward = bInitUpDir;
    int nDir = 6;
    CGeoPoint gpCellCenter;
    nCol = nNewCol;          nRow = nNewRow;
    int nSavedRow = -1;
    int nSavedCol = -1;
    if( pDlg )
    {
        CString strMsg = "이동 경로 설정 www 이동 경로를 검색하고 있습니다.";
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetProgressRange( 10000 );
        ((CProgressDlg *)pDlg)->SetMsg( strMsg );
    }
    int nLoopCnt = 0;
    int *pCheck;
    BOOL bFound;
    while( 1 ) {
        if( pDlg && ((CProgressDlg *)pDlg)->GetUserCancel() )
            return FALSE;

```

```

if( pDlg && nLoopCnt % 100 == 0 )
    ((CProgressDlg *)pDlg)->SetCurProgress( nLoopCnt );
nLoopCnt = ( nLoopCnt + 1 ) % 10000;
if( nNewCol < 0 || nNewCol >= m_nColSize || nNewRow < 0 || nNewRow >=
(int)m_nRowSize )
    break;
SetCellType( nRow, nCol, CT_BOAT_PATH );
if( bEnd )
{
    gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
    pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
    break;
}
if( bChangeDir && ( nSavedRow != nRow || nSavedCol != nCol ) )
{
    gpCellCenter = GetCellCenter( nRow, nCol );
    pWaypointGeoList->AddNode( gpCellCenter.m_dLat,
gpCellCenter.m_dLon );
    nSavedRow = nRow;
    nSavedCol = nCol;
}
nCol = nNewCol;    nRow = nNewRow;
MakeRovingWindow( m_pRovWin, nRow, nCol );
bFound = FALSE;
if( bUpward )
    pCheck = g_nVLR_CheckCell[0];
else
    pCheck = g_nVLR_CheckCell[1];
BOOL bTmpDir = bUpward;
for( int i = 0; i < 3; i++ )
{
    if( i > 0 )
        bTmpDir = !bUpward;
    if( m_pRovWin[pCheck[i]] == CT_IN_POLYGON )
    {
        bUpward = bTmpDir;
        nNewRow = RovRow( pCheck[i], nRow );
        nNewCol = RovCol( pCheck[i], nCol );
        bChangeDir = ( nDir != pCheck[i] );
        nDir = pCheck[i];
        bFound = TRUE;
        break;
    }
}

```

```
        }  
    }  
    if( !bFound )  
        bEnd = TRUE;  
}  
return TRUE;  
}
```


다. 수질측정자료 실시간 모니터링

```
void CBoatInfoDlg::UpdateSensingData( T_SENSING_DATA *pSensingData )
{
    if( pSensingData->m_nSensing_Start != 0 && pSensingData->m_nSensing_Start != 2)
    {
        //온도
        strTmp.Format( "%.2f °C", pSensingData->m_fTemp );
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_TEMP, strTmp );
        //pH
        strTmp.Format( "%.2f ", pSensingData->m_fpH );
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_PH, strTmp );
        //전도도
        strTmp.Format( "%d uS/cm", pSensingData->m_nSpCond);
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_COND, strTmp );
        //수심
        strTmp.Format( "%.2f m", pSensingData->m_fDepth );
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_DEPTH, strTmp );
        //용존산소
        strTmp.Format( "%.2f mg/L", pSensingData->m_fDO_mg );
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_DO, strTmp );
    }
    else
    {
        strTmp = "-";
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_TEMP, strTmp );
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_PH, strTmp );
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_COND, strTmp );
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_DEPTH, strTmp );
        SetDlgItemTextA( IDC_SENSING_DO, strTmp );
    }
}

void CBoatInfoDlg::ChangeSensingRxStat( int nSensing )
{
    static BOOL      bStat = FALSE;
    //센싱 동작중이 아니면 램프 OFF
    if( nSensing == 0 )
    {
        bStat = FALSE;
    }
    ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_RX_STAT ))->SetBitmap( bStat ?
m_bitmapGreenBall : m_bitmapBlueBall );
    /*
    //센싱 동작 구분 , 0:동작 중지('&'원치종료), 1:동작 중 ('$YesData), 2:동작 중

```

```

(*NoData),
    //3:체인          하강('D'),4:체인상승('U'),5:심층채수('A'),6:중층채수('B'),7:표층채수('C')
8:원치멈춤('-')
    //9:원치재가동('+')
    */
    if( nSensing == 0 ) //동작중지
    {
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_POWER ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_DOWN ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_UP ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_A ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_B ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_C ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_RX_STAT ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_WINCH_STAT ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        return;
    }
    UINT nID = 0;
    switch(nSensing)
    {
    case 1: //센싱데이터 수신 ( 현재는 사용되지 않음 )
        break;
    case 2: //'*'수신
        nID = IDC_SENSING_STAT_POWER;
        break;
    case 3: //체인하강
        nID = IDC_SENSING_STAT_DOWN;
        break;
    case 4: //체인상승
        nID = IDC_SENSING_STAT_UP;
        break;
    case 5: //심층채수 중
        nID = IDC_SENSING_STAT_A;
        break;
    case 6: //중층채수 중

```

```

        nID = IDC_SENSING_STAT_B;
        break;
case 7: //표층채수 중
        nID = IDC_SENSING_STAT_C;
        break;
case 8: //윈치 멈춤
        nID = NULL;
        break;
case 9: //윈치 재 가동
        nID = NULL;
        break;
}
((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_DOWN ))->SetBitmap( m_bitmapBlueBall
);
((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_UP ))->SetBitmap( m_bitmapBlueBall );
((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_A ))->SetBitmap( m_bitmapBlueBall );
((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_B ))->SetBitmap( m_bitmapBlueBall );
((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_STAT_C ))->SetBitmap( m_bitmapBlueBall );

if( nID != NULL ) ((CStatic*)GetDlgItem( nID ))->SetBitmap( m_bitmapGreenBall );
if( nSensing == 8 ) //윈치 중지상태인가?
{
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_WINCH_STAT ))->SetBitmap(
m_bitmapGreenBall );
        SetDlgItemText( IDC_BUTTON_WINCH_RUN , "윈치 재가동");
}
else
{
        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_SENSING_WINCH_STAT ))->SetBitmap(
m_bitmapBlueBall );
        SetDlgItemText( IDC_BUTTON_WINCH_RUN , "윈치 멈춤");
}
bStat = !bStat;
}

void CBoatInfoDlg::ChangeMotorRxStat()
{
        static BOOL bStat = FALSE;

        ((CStatic*)GetDlgItem( IDC_MOTOR_RX_STAT ))->SetBitmap( bStat ?
m_bitmapGreenBall : m_bitmapBlueBall );
        bStat = !bStat;
}

```

```
void CBoatInfoDlg::ChangeMotionRxStat()
{
    static BOOL    bStat = FALSE;
    ((CStatic*)GetDlgItem(    IDC_MOTION_RX_STAT    ))->SetBitmap(    bStat    ?
m_bitmapGreenBall : m_bitmapBlueBall );
    bStat = !bStat;
}
```

A5. 선박제어 유닛 시스템 주요 기능 소스 코드(2)

가. 위치 유지 알고리즘

```
void CBoatPilotView::CalcMotorData()
{
    CString strStatus;
    if( m_bPilotStart )
    {
        double dAngle, dDstAngle, dCurAngle, dRange;
        dCurAngle = m_tShipData.m_dCurHeading;
        while( dCurAngle > 180.0 )
            dCurAngle -= 360.0;
        if( m_tShipData.m_dRange > 2.0 )
            CalcDestPosition( m_tShipData.m_dCurLat, m_tShipData.m_dCurLon,
m_tShipData.m_dDstLat, m_tShipData.m_dDstLon, &dRange, &dDstAngle );
        else
        {
            dRange = m_tShipData.m_dRange;
            dDstAngle = m_tShipData.m_dDstHeading;
        }
        if( dDstAngle > 180.0 )
            dDstAngle -= 360.0;
        dAngle = ( dCurAngle - dDstAngle );
        while( dAngle > 180.0 )
            dAngle -= 360.0;
        while( dAngle < -180.0 )
            dAngle += 360.0;

        if( m_bKeepLocation ) //위치 유지를 해야 하는가?
        {
            //모터 중지
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed = MOTOR_CENTER_VALUE;
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing =
MOTOR_CENTER_VALUE;

            if( m_tShipData.m_dRange > 3 )
            {
                if( dAngle > 20.0 || dAngle < -20.0 )
                {
                    m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed =
MOTOR_CENTER_VALUE;

                    if( dAngle < 0.0 )
                        m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing
= MOTOR_MAX_VALUE;

                    else
```

```

m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing
= MOTOR_MIN_VALUE;
    }
    else if( dAngle > 10.0 || dAngle < -10.0 )
    {
        m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed =
MOTOR_CENTER_VALUE - MOTOR_CENTER_VALUE / 3;
        if( dAngle < 0.0 )
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing
= MOTOR_CENTER_VALUE + MOTOR_CENTER_VALUE / 3;
        else
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing
= MOTOR_CENTER_VALUE - MOTOR_CENTER_VALUE / 3;
    }
    else
    {
        int nAngle = (int)(dAngle *
MOTOR_CENTER_VALUE / 10.0 );
        m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing =
MOTOR_CENTER_VALUE - nAngle;
        if( m_tShipData.m_dRange > 2.0 )
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed =
MOTOR_MIN_VALUE;
        else
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed =
MOTOR_CENTER_VALUE - MOTOR_CENTER_VALUE / 2;
    }
}
strStatus.Format("채수중..%%각도차 : %f%%거리:
%f%%전진속도(7~63~120): %d%%회전속도: %d%%회전방향: %s%%전진방향: %s%%",
dAngle,
m_tShipData.m_dRange,
(m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed-MOTOR_CENTER_VALUE),
(m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing-MOTOR_CENTER_VALUE),
m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing>0?"우회전":"좌회전",
m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed >
MOTOR_CENTER_VALUE ?"후진중":"전진중");
}
else //위치 이동중

```



```

{
    if( dAngle > 20.0 || dAngle < -20.0 )
    {
        m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed =
MOTOR_CENTER_VALUE;
        if( dAngle < 0.0 )
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing =
MOTOR_MAX_VALUE;
        else
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing =
MOTOR_MIN_VALUE;
    }
    else if( dAngle > 10.0 || dAngle < -10.0 )
    {
        m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed =
MOTOR_CENTER_VALUE - MOTOR_CENTER_VALUE / 3;
        if( dAngle < 0.0 )
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing =
MOTOR_CENTER_VALUE + MOTOR_CENTER_VALUE / 3;
        else
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing =
MOTOR_CENTER_VALUE - MOTOR_CENTER_VALUE / 3;
    }
    else
    {
        int nAngle = (int)(dAngle * MOTOR_CENTER_VALUE /
10.0 );
        m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing =
MOTOR_CENTER_VALUE - nAngle;

        if( m_tShipData.m_dRange > 2.0 )
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed =
MOTOR_MIN_VALUE;
        else
            m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed =
MOTOR_CENTER_VALUE - MOTOR_CENTER_VALUE / 2;
    }

    strStatus.Format("이동중..:%% 각도차      :      %%f%%거리:
%%f%%전진속도(7~63~120): %%d%%회전속도: %%d%%회전방향: %%s%%전진방향: %%s%%",
        dAngle,

```

```

        m_tShipData.m_dRange,

(m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed-MOTOR_CENTER_VALUE),

(m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing-MOTOR_CENTER_VALUE),

m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing>0?"우회전":"좌회전",
        m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed >
MOTOR_CENTER_VALUE ?"후진중":"전진중");

    }
}
else
{
    m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetBearing = MOTOR_CENTER_VALUE;
    m_tPilotData.m_tMotorData.m_nSetSpeed = MOTOR_CENTER_VALUE;
    strStatus.Format("정지중" );
}
}
}

```

나. 수질측정 자료 관리

```
#include "StdAfx.h"
#include "SerialSensing.h"
#include "BaseDef.h"
#define MAX_SENSING_MSG_LENGTH 2048
CSerialSensing::CSerialSensing(void)
{
    m_bDataSave          = FALSE;
    m_pDataWriter        = NULL;
    m_hRcvWnd            = NULL ;
    m_dwWndMsgID         = 0;
    m_dwRcvMsgCounter    = 0;
    m_dwSndMsgCounter    = 0;
    m_nRcvDataCnt        = 0;
    m_nHeadLen           = 9;
    m_nTailLen           = 1;
    m_nMsgLen            = 64;
    try {
        // 메시지 Header와 Tail를 위한 메모리 할당
        m_szMsgHead       = new BYTE[m_nHeadLen+1];
        CopyMemory( m_szMsgHead, "+R{/}SE-P", m_nHeadLen );
        m_szMsgHead[m_nHeadLen] = 0x00;
        m_szMsgTail       = new BYTE[m_nTailLen+1];
        m_szMsgTail[0]    = 0x0D;
        m_szMsgTail[1]    = 0x00;
        // 수신된 메시지를 저장할 버퍼 메모리 할당
        m_szRcvMsg        = new BYTE[m_nMsgLen + 1];
        m_szMsgBuffer     = new BYTE[MAX_SENSING_MSG_LENGTH + 1];
    } catch(...) {
        m_szMsgHead       = NULL;
        m_szMsgTail       = NULL;
        m_szRcvMsg        = NULL;
        m_szMsgBuffer     = NULL;
    };
    try {
        m_pSensingData    = new TSensingData;
        m_pDepthData      = new TDepth;
    } catch(...)
    {
        m_pSensingData    = NULL;
        m_pDepthData      = NULL;
    }
}
```

```

CSerialSensing::~CSerialSensing(void)
{
    SAFE_DELETE_ARRAY( m_szMsgHead );
    SAFE_DELETE_ARRAY( m_szMsgTail );
    SAFE_DELETE_ARRAY( m_szRcvMsg );
    SAFE_DELETE_ARRAY( m_szMsgBuffer );
    SAFE_DELETE( m_pDataWriter );
    SAFE_DELETE( m_pSensingData );
    SAFE_DELETE( m_pDepthData );
}

void CSerialSensing::Start( WORD wPortID, DWORD dwBaud )
{
    BOOL bRes = OpenPort( wPortID, dwBaud );
}

void CSerialSensing::Stop()
{
    ClosePort();
}

void CSerialSensing::SetSaveOption( BOOL bSave )
{
    if( bSave )
    {
        if( m_pDataWriter != NULL )
            SAFE_DELETE(m_pDataWriter);
        m_pDataWriter = new CDataWriter( m_strPath );
        if( m_pDataWriter && !m_pDataWriter->IsOpen() )
        {
            m_pDataWriter->Open();
        }
    }
    else
    {
        SAFE_DELETE( m_pDataWriter );
    }

    m_bDataSave = bSave;
}

BOOL CSerialSensing::OpenPort( WORD wPortID, DWORD dwBaud )
{
    m_dwRcvMsgCounter = 0;
    m_dwSndMsgCounter = 0;
    // 수신 메시지 버퍼를 초기화 한다.

```

```

    m_nRcvDataCnt = 0;
    BOOL bRes = CSerialBase::OpenPort( wPortID, dwBaud );
    return bRes;
}
BOOL CSerialSensing::SendData( BYTE *pBuffer, DWORD nToWrite )
{
    int nTimerOut = 0;
    int nWritten = nToWrite;
    int nWrite;
    while( 1 )
    {
        nWrite = WriteComm( &pBuffer[nToWrite - nWritten], nWritten );
        nWritten -= nWrite;
        if( nWritten > 0 )
        {
            nTimerOut ++;
            Sleep(0);
            if( nTimerOut > 5 ) return FALSE ;
        }
        else
            break;
    }
    m_dwSndMsgCounter ++;
    return TRUE;
}

BOOL CSerialSensing::OnReceiveData()
{
    static BYTE byBuffer[MAX_SENSING_MSG_LENGTH + 1];
    static BYTE byBuff[MAX_SENSING_MSG_LENGTH + 1];
    static DWORD dwRead, dwWrite, dwCnt;
    //Sleep(50);
    // 통신 버퍼로부터 수신된 데이터를 읽어서 버퍼에 저장한다.
    dwRead = ReadComm( byBuffer, MAX_SENSING_MSG_LENGTH );
    //Sleep(50);
    if( dwRead <= 0 )return FALSE;
    //CString sss;
    //sss.Format("미처리 데이터:%d 수신 데이터: %d 버퍼총량:%d",m_nRcvDataCnt, dwRead
    m_nRcvDataCnt+ dwRead );
    //AfxMessageBox( sss);
    dwWrite = 0;
    for( dwCnt = 0; dwCnt < dwRead; dwCnt ++ )
    {
        if( byBuffer[dwCnt] != 0x00 )

```

```

        {
            byBuff[dwWrite] = byBuffer[dwCnt];
            dwWrite ++;
        }
    }
    byBuff[dwWrite] = 0x00;
    // 메시지 버퍼에 수신된 데이터를 추가한다.
    CopyMemory( &m_szMsgBuffer[m_nRcvDataCnt], byBuff, dwWrite );
    m_nRcvDataCnt += dwWrite;
    m_szMsgBuffer[m_nRcvDataCnt] = 0x00;
    return FetchMsg();
}
//시리얼통신으로 센싱 데이터 수신
BOOL CSerialSensing::FetchMsg()
{
    BYTE          byBuffer[MAX_SENSING_MSG_LENGTH + 1] = { NULL , };
    if( m_szMsgHead == NULL || m_szMsgTail == NULL )
        return FALSE;
    //유효한 문자가 제일 앞에 위치하도록 변경
    SetValidData( );
    int nProcessCnt = 0; //처리된 데이터 길이
    if( m_szMsgBuffer[0] == '$' && m_nRcvDataCnt >= 64 )
    {
        if( AnalysisMsg() )
        {
            SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_REQUEST_DATA ), NULL );
            nProcessCnt = 64;
        }
    }
    else if( m_szMsgBuffer[0] == '+' && m_szMsgBuffer[1] == '>' )
    {
        SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_POWER_ON ), NULL );
        //하나 처리했음 -> 수신데이터에서 하나 삭제
        nProcessCnt = 2;
    }
    else if( m_szMsgBuffer[0] == '{' && m_szMsgBuffer[1] == '>' )
    {
        SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_WINCH_DOWN ), NULL );
        nProcessCnt = 2;
    }
}

```

```

else if( m_szMsgBuffer[0] == '/' && m_szMsgBuffer[1] == '>' )
{
    SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_WINCH_STOP ), NULL );
    nProcessCnt = 2;
}
else if( m_szMsgBuffer[0] == 'S' && m_szMsgBuffer[1] == '1' && m_szMsgBuffer[2]
== '>' )
{
    SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_SAMPLING_START_01 ), NULL );
    nProcessCnt = 3;
}
else if( m_szMsgBuffer[0] == 'E' && m_szMsgBuffer[1] == '1' && m_szMsgBuffer[2]
== '>' )
{
    SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_SAMPLING_END_01 ), NULL );
    nProcessCnt = 3;
}
else if( m_szMsgBuffer[0] == 'S' && m_szMsgBuffer[1] == '2' && m_szMsgBuffer[2]
== '>' )
{
    SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_SAMPLING_START_02 ), NULL );
    nProcessCnt = 3;
}
else if( m_szMsgBuffer[0] == 'E' && m_szMsgBuffer[1] == '2' && m_szMsgBuffer[2]
== '>' )
{
    SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_SAMPLING_END_02 ), NULL );
    nProcessCnt = 3;
}
else if( m_szMsgBuffer[0] == 'S' && m_szMsgBuffer[1] == '3' && m_szMsgBuffer[2]
== '>' )
{
    SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_SAMPLING_START_03 ), NULL );
    nProcessCnt = 3;
}
else if( m_szMsgBuffer[0] == 'E' && m_szMsgBuffer[1] == '3' && m_szMsgBuffer[2]
== '>' )

```

```

    {
        SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_SAMPLING_END_03 ), NULL );
        nProcessCnt = 3;
    }
    else if( m_szMsgBuffer[0] == '}' && m_szMsgBuffer[1] == '>' )
    {
        SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_WINCH_UP ), NULL );
        nProcessCnt = 2;
    }
    else if( m_szMsgBuffer[0] == 'P' && m_szMsgBuffer[2] == '>' )
    {
        SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_WINCH_PUMPING ), NULL );
        nProcessCnt = 2;
    }
    else if( m_szMsgBuffer[0] == '-' && m_szMsgBuffer[1] == '>' )
    {
        SendMessage( m_hRcvWnd, m_dwWndMsgID, WPARAM(
COMMAND_SENSING_MSG_POWER_OFF ), NULL );
        nProcessCnt = 2;
    }
    else
    {
        return FALSE;
    }
    //처리된 길이만큼 삭제해줌.
    m_nRcvDataCnt -= nProcessCnt;
    memcpy( byBuffer, m_szMsgBuffer+nProcessCnt, m_nRcvDataCnt );
    memcpy( m_szMsgBuffer, byBuffer, m_nRcvDataCnt );
    return TRUE;
}
BOOL CSerialSensing::AnalysisMsg()
{
    char szTemp[64+1] = { NULL, };
    CString strRcvData;
    CString strData;
    CStringArray strRcvArray;
    strRcvData = m_szMsgBuffer;
    //데이터의 시작점을 찾는다.
    int nStartIndex = strRcvData.Find( '$' );
    if( nStartIndex == -1 ) return FALSE;

```



```

//데이터의 끝지점 인덱스
int nEndIndex = nStartIndex + 63;
//데이터의 시작과 끝이 온전히 전송되었는가? ( 데이터가 중간에 끊어진경우 return
FALSE )
if( strRcvData.GetLength() <= nEndIndex ) return FALSE;
//'$' 문자포함 64Byte가 전송되었지만 마지막 바이트가 0x0D 가 아닐경우
if( *(m_szMsgBuffer+nEndIndex) != 0x0D )
{
    AfxMessageBox("$ 문자포함 64Byte가 전송되었지만 마지막 바이트가 0x0D 가
아닐경우");
    //처음 '$' 제거한다.
    BYTE          byBuffer[MAX_SENSING_MSG_LENGTH + 1] = { NULL , };
    m_nRcvDataCnt--;
    memcpy( byBuffer , m_szMsgBuffer+1 , m_nRcvDataCnt );
    memcpy( m_szMsgBuffer , byBuffer , m_nRcvDataCnt );
    //유효데이터 셋팅
    //SetValidData();
    return FALSE;
}
//strRcvData = strRcvData.GetString
memcpy( szTemp , m_szMsgBuffer+nStartIndex,64);
strRcvData = szTemp;
strRcvData.Delete(0,1); // "$"문자 삭제
strRcvData.Delete(strRcvData.GetLength()-1,1); // "0x0D"바이트 삭제
if( m_pDataWriter != NULL )
{
    strData = "₩" + strRcvData;
    if( m_pDataWriter && m_pDataWriter->IsOpen() )
        m_pDataWriter->Store( strData, strData.GetLength() );
}
split(strRcvData.GetBuffer(), " ", strRcvArray);
if( strRcvArray.GetSize() == 1 ) //센서 전원 OFF시 $          S 이런 자료가 왔을때
{
    strData = strRcvArray.GetAt(0);
    if( strData == "D" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 3;
    else if( strData == "U" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 4;
    else if( strData == "A" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 5;
    else if( strData == "B" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 6;
    else if( strData == "C" )

```

```

        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 7;
else if( strData == "S" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 8;
else if( strData == "F" ) //정지
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 9;
else if( strData == "E" ) //ERROR
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 10;
}
else
{
    for (int i = 0; i < strRcvArray.GetSize(); i++)
    {
        strData = strRcvArray.GetAt(i);
        switch (i)
        {
            case 0://HHMMSS
                strcpy(m_pSensingData->m_cTime, strData);
                break;
            case 1://temp
                m_pSensingData->m_fTemp = atof(strData);
                break;
            case 2://pH
                m_pSensingData->m_fpH = atof(strData);
                break;
            case 3://COND
                m_pSensingData->m_nSpCond = atoi(strData);
                break;
            case 4://Depth
                m_pSensingData->m_fDepth = atof(strData);
                break;
            case 5://batt
                m_pSensingData->m_fBatt = atof(strData);
                break;
            case 6://DO_MG
                m_pSensingData->m_fD0_mg = atof(strData);
                break;
            case 7://DO_SAT
                m_pSensingData->m_fD0_Sat = atof(strData);
                break;
            case 8:
                if( strData == "D" )
                    m_pSensingData->m_nSensing_Start = 3;
                else if( strData == "U" )

```

```

        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 4;
    else if( strData == "A" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 5;
    else if( strData == "B" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 6;
    else if( strData == "C" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 7;
    else if( strData == "S" )
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 8;
    else if( strData == "F" ) //펌핑
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 9;
    else if( strData == "E" ) //ERROR
        m_pSensingData->m_nSensing_Start = 10;
    break;
    }
}
return TRUE;
}
//깊이 및 작업 구분 전송
void CSerialSensing::SendDepthData()
{
    BYTE  bBuff[300] = { NULL , };
    //int nSize = sizeof(TDepth);
    memcpy( bBuff , &m_pDepthData->wDepth , 3 );
    memcpy( bBuff+2 , &m_pDepthData->cSampling , 1 );
    SendData(bBuff, sizeof( TDepth));
    Sleep( 5 );
}
//처음부터 한바이트씩 제거해나가면서 유효문자를 찾는다.
void CSerialSensing::SetValidData()
{
    BYTE          byBuffer[MAX_SENSING_MSG_LENGTH + 1] = { NULL , };
    //센싱전원 끄 '->'가 전송되었는가? ( 최우선 처리.. )
    BOOL bFind = FALSE;
    for( int i=0;i<m_nRcvDataCnt-1 ; i++ )
    {
        if( m_szMsgBuffer[i] == '-' && m_szMsgBuffer[i+1] == '>' ) { bFind =
TRUE; break; }
    }
    if( bFind )
    {
        while(m_nRcvDataCnt)

```

```

{
    if( m_szMsgBuffer[0] == '-' )
    {
        break;
    }
    m_nRcvDataCnt --;
    memcpy( byBuffer , m_szMsgBuffer+1 , m_nRcvDataCnt );
    memcpy( m_szMsgBuffer , byBuffer , m_nRcvDataCnt );
    memset( byBuffer , NULL , MAX_SENSING_MSG_LENGTH + 1 );
}
}
else
{
    while(m_nRcvDataCnt)
    {
        if( (m_szMsgBuffer[0] == '+' ||
            (m_szMsgBuffer[0] == '{' ||

                (m_szMsgBuffer[0] == '/' ||
                (m_szMsgBuffer[0] == 'S' && m_szMsgBuffer[1] == '1' ) ||
                (m_szMsgBuffer[0] == 'E' && m_szMsgBuffer[1] == '1' ) ||
                (m_szMsgBuffer[0] == 'S' && m_szMsgBuffer[1] == '2' ) ||
                (m_szMsgBuffer[0] == 'E' && m_szMsgBuffer[1] == '2' ) ||
                (m_szMsgBuffer[0] == 'S' && m_szMsgBuffer[1] == '3' ) ||
                (m_szMsgBuffer[0] == 'E' && m_szMsgBuffer[1] == '3' ) ||
                (m_szMsgBuffer[0] == ')' ||
                (m_szMsgBuffer[0] == 'P' ||
                (m_szMsgBuffer[0] == '-' )

            {
                break;
            }
        else if(m_szMsgBuffer[0] == '$' )
        {
            if( m_nRcvDataCnt >=64 )
            {
                if( m_szMsgBuffer[63] == 0x0d ) //센싱 데이터를
수신받았다.

                {
                    break;
                }
            }
            else //센싱 데이터를 수신 받는중..
            {

```

```
                break;
            }
        }
        m_nRcvDataCnt --;
        memcpy( byBuffer , m_szMsgBuffer+1 , m_nRcvDataCnt );
        memcpy( m_szMsgBuffer , byBuffer , m_nRcvDataCnt );
        memset( byBuffer , NULL , MAX_SENSING_MSG_LENGTH + 1 );
    }
}
}
```