

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001384-01

보안과제(), 일반과제(○) / 공개(○), 비공개()
가축질병 대응기술 개발사업 제2차년도 최종보고서

R&D / 314001-02

세척기능을 겸한 저소음 내동형 전방위 방역소독기 개발

Development of low-noise animal disease
control machine with cleaning feature

최종보고서

2016 . 7 . 27 .

주관연구기관 / 한성티앤아이(주)
협동연구기관 / 서울대학교

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “세척기능을 겸한 저소음 내동형 전방위 방역소독기 개발”(개발기간 : 2014.06.20.~ 2016.6.19.)과제의 최종보고서로 제출합니다.



주관연구기관명 : (주)한성티앤아이 (대표자) 황인성 (인)

협동연구기관명 : 서울대학교 (대표자) 김성철 (인)



주관연구책임자 : 진 국

협동연구책임자 : 이 중 용

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	314001-02	해당단계 연구기간	2014.06.20. ~2016.06.19	단계구분	2 / 2
연구사업명	중사업명	농생명산업기술개발			
	세부사업명	가축질병대응기술개발사업			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	세척기능을 겸한 저소음 내동형 전방위 방역소독기 개발			
연구책임자	진국	해당단계 참여 연구원 수	총: 11명 내부: 11명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:190,000천원 민간: 63,400천원 계:253,400천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 19명 내부: 19명 외부: 명	총연구개발비	정부:380,000천원 민간:126,800천원 계:506,800천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)한성티앤아이 / 기술연구소			참여기업명 (주) 한성티앤아이	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
<p>요약</p> <p>조류독감을 비롯한 가축질병 예방과 효과적인 차단을 위한 광범위 범용 방역시스템을 개발하고 현장 테스트를 통하여 방역소독의 효과를 검증하고 이를 활용하여 완벽한 소독을 담보하는 방역기 사용법을 연구하고자 하였다.</p> <p>그 결과 농가에서 활용 가능한 차단방역장비와 하천, 노지 등에서 활용 가능한 광범위 방역장비를 개발하였다. 각각의 장비를 활용하여 테스트를 진행한 결과 부분적인 보완을 통하여 현장에서 활용이 가능할 것으로 판단되었다. 더불어 동파 방지를 위한 내동 시스템을 확보하였으며, 방역장비의 소음도 연구하여 기존의 시스템에 비하여 소음을 줄이는데 성공하였다.</p> <p>또, 방역장비를 위한 자동이력관리 시스템을 구축하여 작업자의 부담을 경감시키고 보다 정확한 방역 작업 기록을 남길 수 있도록 하였다.</p>				<p>보고서 면수 127 page</p>	

< 국문 요약문 >

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<p>조독감을 비롯한 가축질병 예방과 효과적 차단을 위한 광범위 범용 방역시스템을 개발하고 현장 테스트를 통하여 방역소독의 효과를 검증하고 이를 활용하여 완벽한 소독을 담보하는 방역기 사용법을 연구하고자 하였다.</p>					
연구개발성과	<p>1. 신뢰성 있는 차단 방역장비 개발 농가에서 자체 소독 역할 수행 및 출입 차량에 대한 소독효과를 담당하는 방역 장비를 개발하였다. 고압노즐을 이용한 세척기능을 겸비하여 차량에 부착된 유기물을 효율적으로 제거할 수 있도록 하였다.</p> <p>2. 기동성 있는 광범위 방역장비 개발 노지 및 하천 주변을 돌아다니며 방역작업을 수행하는 광범위 방역장비를 개발하였다. 최대 25m까지 소독액을 분사할 수 있는 시스템을 구축하였고, 주행중이나 야간 정차중에 발생할 수 있는 동파를 방지하기 위한 시스템을 구축하였다.</p> <p>3. 방역장비 사용법 개발 차량으로 인한 전염병 전파 양식에 대하여 분석하였으며 과속 방지턱을 이용한 유기물 분리 효과에 대하여 비교하였다.</p> <p>4. 방역이력 관리 시스템 개발 GPS 데이터와 방제기의 분무 유량을 계측하여 방역 작업의 이력 관리를 자동으로 수행하는 방역이력관리 시스템을 개발하였다. 해당 데이터는 임베디드 시스템에 저장되어 작업자가 usb 등으로 간단히 데이터를 취득할 수 있도록 하였고, 지도 API를 활용하여 해당 데이터를 지도상에 표기할 수 있도록 시스템을 구현하였다.</p>					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> - 농가입구나 도로방역초소용 방역장비와 경작지, 수로, 저수지 등 광범위한 지역에 기동성 있는 방역장비를 개별적으로 개발하여 보급함. - 완벽한 소독효과를 담보할 수 있는 방역기 사용법을 개발함. - 지방자치단체별 기동방역팀 등에 보급하여 예방활동에 사용하도록 함. - 가축전염병 발생을 예방하고 조속히 차단하여 농가경제, 농촌발전과 국가발전에 기여함. - 분사량 살포 지점별 분사량을 자동적으로 기록하여 추후 연구 자료로 활용이 가능 					
중심어 (5개 이내)	조류독감	구제역	소독시스템	차단방역	이력관리장치	

< SUMMARY >

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	To prevent extend of animal disease like Avian Influenza, two types of disinfection equipment was developed and tested.					
Results	<p>1. Development of disinfection equipment for farm we developed disinfection equipment to sterilize farm structure and vehicle. Farmer can use this machine to clean the organic with virus because of high pressure sprayer.</p> <p>2. Development of moving disinfection equipment This machine can use to clean the river, forest, field. The maximum reach of this sprayer is 25 m. And this machine has speciality related to anti-freezing.</p> <p>3. Research about usage of disinfection equipment we research the transmission format of animal disease with vehicle and the method to remove organic on tire using speed bump</p> <p>4. Development of disinfection history management system With gps and embedded system, we developed the machine to manage work history data automatically.</p>					
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> - Reducing animal disease in Korea. - Reducing excessive usage of antiseptic with proper manual - Improve of farmers incoming - Contributing to improve of history management system 					
Keywords	Avian influenza	Foot-and-Mouth disease	disinfection system	block-disinfection system	history management system	

< Contents >

1. Introduction	7
2. Review of Previous Studies	13
3. Content and Result of Project	15
4. Achievement of Project	114
5. Application Plan of Achievement	115
6. R&D Information from Oversea	116
7. Security level	126
8. Equipment status	126
9. Safety reaction	126
10. Representative Achievement	127
11. The others	127
12. Reference	127

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	7
2. 국내외 기술개발 현황	13
3. 연구수행 내용 및 결과	15
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	114
5. 연구결과의 활용계획 등	115
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	116
7. 연구개발성과의 보안등급	126
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	126
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	126
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	127
11. 기타사항	127
12. 참고문헌	127

<별첨> 자체평가의견서

제 1장 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

제 1절 연구개발 목적

1. 조류독감의 특성

조류독감(avian influenza, AI)은 병원성에 따라 고병원성, 저병원성, 비병원성 3종류로 구분되며 이 가운데 고병원성은 국제수역사무국(OIE)에서 리스트 A등급으로, 한국에서는 제1종 가축전염병으로 분류하고 있다. 인플루엔자는 사람이 감염될 수 있기 때문에 중대한 공중보건문제가 되고 있다. 그 중 특히 H1N1, H1N2, H7N9 처럼 사람에게 감염되는 인플루엔자는 백신을 만들기 어려운 문제점이 존재한다.

조류독감 바이러스는 분뇨에서는 바이러스는 4℃에서 35일간 생존하며, 계사내 먼지에서는 14일간 생존하고 계사내부 환경에서는 35일간 생존하며, 호수 등의 물에 오염된 경우 22℃에서는 4일간, 0℃에서는 30일간 생존하며, 바이러스 감염 폐사체가 실온 보관시에는 수일간 생존 가능하나 냉장보관 사체에서는 23일까지 생존 가능한 것으로 알려져 있다.

가금의 내장, 혈액, 깃털, 다리, 머리 등 가금부산물에 바이러스가 오염되었을 경우에는 100℃ 이상에서 수분간 가열하면 사멸된다. 한편 바이러스는 일반적으로 공기 중에서는 온도가 낮고 습도가 낮을수록 생존력이 오래 가지만 분뇨에서는 온도가 낮고 습도가 높을수록 생존력이 길어진다. 또한 지질성분으로 구성된 외피막을 가지고 있는 바이러스이기 때문에 비누액과 같은 세제성분에도 사멸되며, 소독제 처리에 쉽게 사멸된다.

2. 조류독감 발생으로 인한 문제점

해마다 조류독감과 구제역이 발생하여 농가경제는 물론 농촌과 국가 경제발전에 심각한 피해를 유발하고 있다. 2013년말 조류독감은 철새와 야생조류를 통하여 전염되어, 시설현대화가 부진한 오리농가에 많이 발생하여 전국적 피해를 입혔으며, 2014년 3월에 이르기까지 지속적 발생하여, 살처분과 차단방역에 막대한 인력과 비용을 지불하였다.



Figure 2 국내 조류독감 발생 현황 및 아시아 조류독감 확산 내역

조류독감은 구제역과 달리 전염을 방지하기 위해서 경작지, 수로, 저수지 주변 등 철새나 야생조류의 서식지를 포함하여 방역대상이 다양하고 면적이 넓으며, 방역작업에 의한 야생조류나 철새의 흩어짐은 조류독감 확산을 가속시키는 원인중 하나로 인지되고 있는 상황이다. 이에 따라 방역작업을 실시

하는데 있어 철세의 흩어짐을 방지하기 위한 방안 마련이 필요하다.

2013년말 조류독감의 차단방역이나 야생지역 소독에 구제역 발생시 사용한 설치형 방역 기계와 농가방문 소독용 차량, 무인헬리콥터 등이 동원되어 사용되어 왔다.



Figure 3 살처분 모습



Figure 4 광역 살포기를 이용한 경작지 방역



Figure 5 도로차단 방역



Figure 6 헬리콥터를 이용한 경작지 방역

그러나 2013년 조류독감의 경우 위에서 언급한 다양한 장비를 이용하여 방역을 실시하였으나 전국적으로 전염되어 차단방역 효과에 대한 신뢰성이 의심받고 있다. 특히 차량 등에 부착된 유기물에 대한 소독효과가 의문시 되고 있다.



Figure 7 오리 사육 농가



Figure 8 도로에 떨어진 유기물

제 2절 연구개발의 필요성

1. 연구의 배경

육계와 산란계, 오리사육을 포함하는 광의의 양계업은 해마다 산업규모가 변화를 보이지만 2010년을 기준으로 보면 생산액비중에 있어 각각 4위, 6위, 7위를 차지하는 중요작목이며 이를 합한 생산액은 거의 5조원에 달하는 산업적으로 중요한 분야이다.

한국농촌경제연구원의 발표에 따르면 그 중 양계와 오리산업은 해마다 변동이 있으나 지속적으로 증가할 것으로 전망되는 산업으로 현재 국내의 경우 수입량이 많은 상황으로 국내 생산량이 증가하여 대체할 수 있을 것으로 보고 있다.



Figure 9 육계 산업의 장기 전망 <출처: 한국농촌경제연구원>

정부는 양계와 오리를 포함하여 가축의 폐사를 줄이고 축산업의 경쟁력을 높이기 위하여 시설현대화사업을 2008년부터 시설현대화를 지원하여 성과를 보이고 있으나, 아직 현대화되지 않은 계사나 오리사가 많이 존재하며 특히 오리사육은 열악한 환경에서 행하여지는 실정이다.

Table 3 <축종별 지원 한도액> (주: 농림수산식품부 정책자료, 2012년)

구분	사육시설 면적당(㎡) 지원상한액	축사 및 축산시설(백만원)				
		보조+융자(준전업~전업농)		이차보전(기업농)		
		상한액	대상농가 (축사면적)	상한액	대상농가 (축사면적)	
한(육)우	260천원/㎡	300	110~1,050㎡	400	1,050㎡~	
양돈	660천원/㎡	1,250	265~2,400㎡	5,000	2,400㎡~	
양계	산란계	720천원/㎡	1,150	460~4,140㎡	5,000	4,140㎡~
	육계 (토종닭 포함)	360천원/㎡	850	460~4,140㎡	3,000	4,140㎡~
	육용중계 (토종중계 포함)	450천원/㎡	1,150	915~8,250㎡	3,000	8,250㎡~
	부화장	육용중계용	1,500천원/㎡	1,350	1회 입란규모 100~900천개	3,000
토종중계용		1,500천원/㎡	225	1회 입란규모 16~150천개	3,000	1회 입란규모 150천개
오리	육용오리	360천원/㎡	800	410~3,690㎡	3,000	3,690㎡~
	종오리	450천원/㎡	1,100	555~4,995㎡	5,000	4,995㎡~
	부화장	1,500천원/㎡	1,350	1회 입란규모 33~300천개	3,000	1회 입란규모 300천개
낙농	260천원/㎡	400	170~1,620㎡	500	1,620㎡~	
꿀벌	180천원/㎡	220	30~300군미만	700	300군이상	
양(염기)	180천원/㎡	220	140~1,350㎡ (200~1,840㎡)	700	1,350㎡이상 (1,840㎡이상)	
양(흑염소 등)	180천원/㎡	220	66~600㎡	700	600㎡~	

조류독감의 발생은 차단방역 등을 통하여 농촌지역의 경제활동을 위축시키고, 폐사로 인한 경제적 손실 발생은 물론, 예방을 위한 살처분, 긴급 방역과 조치를 위한 긴급인력 투입 등 직·간접적인 손실이 매우 크며, 국민 건강에도 위험한 것으로 인지되고 있는 상태이다.

Table 4 조류인플루엔자 감염 단계별 직간접 기회손실 규모 (주: 현대경제연구원)

세 감염률	직접 기회손실		간접 기회손실			단위:억원 계
	농가 (살처분, 생산 감소 등)	기타 정부지출 (각종 보상금 및 지원금, 방역비 등)	사료 산업	육류 및 육가공업	음식업	
5%	837	2,046	8	460	51	3,402
10%	1,673	4,092	15	920	102	6,802
15%	2,510	6,138	23	1,380	153	10,203

* 생산감소액은 농가의 생산피해액을 산업연관표상 기타가축산업의 투입 감소분으로 환산하며, 기타 가축산업의 육류 및 육가공, 사료, 음식점업에 대한 생산유발액을 도출.
* 기타 정부지출에는 산업연관분석시 중복 계산될 우려가 있어 살처분보상금이 제외되어 있음.
* 이상 추정 상 편의를 위해 오리나 계란 등 상품 구분과 목적별 구분을 하지 않음.
* 방제비용은 우병준 외, '조류인플루엔자 발생의 경제적 영향과 대책', 2008년의 추정비용을 기준으로 추정.

2000년대 발생한 조류독감이나 구제역은 동아시아와 동북아시아에서 빈도가 잦으며 규모가 크고, 특히 2013-2014년 조류독감은 겨울철 내내 지속되면서, 그 동안 추진한 차단방역의 효율성에 대해 의문을 일으키고 있으며, 보다 완벽한 방역방법과 지침이 요구되고 있다.

2. 연구의 필요성



관련분야 전문가 및 방역작업 실무자들의 의견에 따르면 2013-2014년 조류독감의 확산 방지를 위한 방역활동 과정에서 소음 등으로 인하여 야생조류가 흩어지는 현상 등은 체계적인 방제에 어긋나는 것으로 판단된다고 지적하였다. 따라서 조류독감의 전파특성과 방역 활동과 환경과의 관계를 고려한 효율적인 방역방법을 개발하여야 한다.

기존에 사용되던 방역장비를 살펴보면, 우선, 농가나 도로 차단초소에 설치된 차량용 소독장치의 경우 소독효과를 실제로 검증한 적이 없으며, 1회의 짧은 분사를 통하여 완벽한 소독효과를 기대하기는 어려운 문제점이 있다. 또, 조류독감이나 구제역 등이 발생하는 동절기에 소독액이 분무직후 동결하면 소독효과를 기대하기 어려운 문제점을 안고 있다. 다음으로 방역용 장비가 구제역이나 조류독감을 예방하고 차단하기 위하여 개발되었으나 사용방법에 대한 표준지침이 없으며 특히 생물학적으로 소독효과가 있는지 검증되지 않은 문제가 있다. 생물학적 효과를 검증하는 것은 바이러스를 이용하므로 환경에 안전하면서 신속 정확하게 판정하기 위한 기술이 개발되어야 한다고 보여진다.

기존 방역방법은 지금까지 사용해 본 경험을 종합할 때, 개선해야 할 문제점이 많으며 요약하면 아래 표와 같다.

<기존 방역 방법의 문제점>

※본 연구팀의 사전 조사 결과로서 4개지역 방역활동에 참가한 종사자와 방역담당 공무원 의견 종합.

방역방법	문제점
 <p>Figure 10 <도로 차단방역></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 심각한 교통 체증 유발 • 여러 차선 도로에서 철저한 방역의 어려움 • 1회 살포로 소독효과 미흡(차량에 부착한 유기물) • 형식적 방역이라는 비판이 있으며, 방역효과 불확실
 <p>Figure 11 <철새도래지 방역></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 차량의 접근성이 문제됨(연약한 토양, 주행하기 곤란) • 호스로 뿌리는 경우 비능률적 • 살포대상 면적이 매우 넓어 능률이 떨어짐 • 과도한 소음 발생
 <p>Figure 12 <철새도래지 항공방역></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 철새를 흩어 오히려 확산시키는 개연성이 높음 • 방역효과가 예상보다 낮음 • 과도한 소음 발생 • 초고가 장비 필요함
 <p>Figure 13 <철새도래지 무인헬기></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 철새를 흩어 오히려 확산시키는 개연성이 높음 • 방역효과가 예상보다 낮음 • 과도한 소음 발생
 <p>Figure 14 <축사 주변 방역></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 차량의 접근성이 문제됨(연약한 토양, 주행하기 곤란) • 동절기에 소독약이 살포 직후 동결하여 약효 발휘 못함 • 과도한 소음 발생
 <p>Figure 15 <축사 입구 차량소독></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 농가에 보급하기 어려움. 고가 장비 • 1회 소독으로 방역효과 얻기 어려움(유기물 제거 않음),

3. 연구개발 범위

가. 차단 방역장비 및 광범위 방역장비 개발

기존의 방역소독기의 경우 앞에서 살펴본 것과 같은 문제점을 가지고 있으므로 이를 극복하기 위하여 2가지 형태의 방역소독기를 개발하고자 하였다. 2가지의 방역소독기는 기본적인 형태와 작동방식은 공유하되 그 사용 장소를 축사 주변과 그 외부 환경으로 구분하여 구성품에 차이를 두었다.

축사에 설치할 차단 방역장비의 경우 농가에 출입하는 차량을 소독할 수 있도록 고려하였고, 광범위 방역장비의 경우 분사거리가 충분히 확보될 수 있도록 하였다.

나. 방역장비 내동성 확보 및 소음 저감

조류 독감을 비롯한 가축 전염병들이 동절기에 발생하는 경우가 많아 야간에 동파의 위험에 노출되는 경우가 많다. 방역장비의 동파는 방역 일정의 차질을 초래할 뿐만 아니라 소독액의 누출로 인한 환경오염이나 도로의 결빙을 발생시켜 추가적인 위험을 초래하게 되므로 이를 방지하기 위하여 방역장비의 내동성 확보를 위한 연구를 진행하였다.

또, 방역장비에서 발생하는 소음이 가축과 농작업자에게 스트레스를 유발한다는 의견이 있어 방역장비의 소음 상태를 측정하고 이를 줄이기 위한 방안을 모색하였다.

다. 방역장비 이력관리 시스템 개발

현재 방역소독기를 이용한 방역작업이 실시되고 있으나 그 사용량 및 사용 위치에 대한 정확한 파악이 불가능한 상황이다. 또, 실시되고 있는 이력관리도 수기에 의지하고 있으므로 방역작업자의 부담이 늘어나고 있는 상황이다. 이를 해결하기 위하여 방역장비의 분사량과 위치 정보를 자동으로 기록하는 방역장비 이력관리 시스템을 개발하고자 하였다. 라즈베리파이와 같은 보드 컴퓨터 등을 활용하여 임베디드 시스템을 구축하고 여기에 GPS 장치를 연결하여 시스템을 구성하고자 하였다.

라. 방역장비 사용법 개발

방역작업의 효율성을 높이기 위하여 차량과 사람에 의한 유기물 전파 특성을 분석하고 중점요소에 대한 연구를 진행하였다.

제 2장 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

1. 국내 방역장비 생산 현황

구제역이나 A.I.등 가축관련 점염병의 피해가 매년 발생하고 있지만 전문적인 방역 장비 생산 업체는 소수에 불과하다. 주로 방제기나 살포기를 제작하던 업체들과 특장차를 제작하던 업체들이 기존에 제품을 수정하여 생산하고 있는 추세이다.

한성티앤아이, 한서정공, 한아에세스는 농기계 전문회사로 다년간 활동해온 업체로 주력 상품 중 하나인 농업방제기를 생산하던 기술을 바탕으로 다목적 방제차를 제작하여 공급하고 있다.

에코카, 한동특장(주) 등은 특장차 전문 제작업체로 특장차량을 제작하던 경험을 살려 방역방제용 차를 제작하여 보급하고 있다.

대부분의 제품들은 1~2.5T 사이의 용량으로 제작하고 있으며 트럭등을 이용하여 일체형 혹은 차량 탈부착형으로 제작하여 보급하고 있는 실정이다. 일부 업체에서는 트랙터에 탈부착할 수 있는 모델도 제작하여 보급하고 있다.

2. 국내 방역장비 시장 현황

방역장비의 경우 개인보다는 국가나 농협 등의 단체에서 구매하다 보니 수요가 작고, 또 전용 방제기를 구매한다기보다 SS기나 광역살포기 등 유사한 기계를 이용하여 방역작업을 수행하다 보니 전문 방역장비 기계의 시장이 성장하기 어려운 환경이다.

그러나 아래 표에서 보는 것과 같이 가축전염병은 다양한 종류로 지속적으로 발생하고 있으며, 광역살포기 등을 이용한 대규모 방제 시스템의 효능에 대한 의문이 지속적으로 제기되고 있는 만큼, 전용방제기의 시장이 앞으로 형성될 것으로 기대된다.

Table 6 가축전염병 발생 현황(출처: 농림축산식품부 「가축전염병 발생월보」)

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
마리수	구제역	0	0	0	0	0	477	1,231	0
	소브루셀라	17,690	25,454	11,547	8,409	6,571	4,816	4,070	2,287
	돼지열병	811	1,074	58	99	316	0	0	0
	고병원성 조류인플루엔자	0	148	45,736	117,496	0	3,000	82,787	0
	닭 뉴캐슬병	213	325	3,631	61,840	119,800	135,020	0	0
발생건수(건)	구제역	0	0	0	0	0	84	86	0
	소브루셀라	2,590	4,498	2,333	1,826	1,092	654	490	273
	돼지열병	5	2	5	7	2	0	0	0
	고병원성 조류인플루엔자	0	4	3	33	0	2	51	0
	닭 뉴캐슬병	18	16	4	30	4	3	0	0

3. 국외 제품생산 및 시장 현황

해외의 경우도 국내와 사정이 비슷하여 이태리의 TIFONE社(www.tifone.com)나 일본의 마

루야마社(www.maruyama.co.jp)등 기본 농업용 방제기 등을 제작하던 업체에서 생산을 겸임하고 있으나 그 규모가 미미하고 표준화된 규격이 없는 상태이다.

4. 연구결과가 국내외 기술개발현황에서 차지하는 위치

방역장비의 경우 국내외적으로 연구가 거의 이루어지고 있지 않아 향후 연구를 위한 주춧돌이 될 수 있을 것으로 보인다. 방역장비 이력관리장치의 경우 최근 IoT가 접목되는 추세에 발맞추어 농작업이력 관리의 자동화 및 DB화를 선도해나가는 장치로써 그 향후가 주목된다.

②

③

4. 귀하께서 관리하고 계신 농가수는? 평균 농가
5. 귀하께서 1일 방역 농가수는? 평균 농가
6. 농가당 월 평균 몇회 정도 방역하시는지요? 1농가당 월 평균 회 방문
7. 방역을 위해 이동하시는 평균시간? 평균 시간 분
8. 축사당 평균 방역시간은? 평균 시간 분

9. 귀하께서는 가축방역관련 업무를 수행하시면서 현장에서 느끼는 가장 큰 애로사항이 무엇인지요? (☑ 여러 가지 선택가능)

- ①인력 부족업무과다 문제 () ② 축산농가와 의료분쟁 ()
 ③직무대비 낮은 보수 수준 () ④전문지식 습득 및 자기개발 기회 부족()
 ⑤야근 및 주말·휴일 근무 () ⑦기 타 ()

10. 겨울철 차량 작업시 동파 문제로 어느정도의 피해가 발생하였습니까?

- ① 피해없음 ② ~10만원 ③ 10 ~ 50만원 ④ 50 ~ 100만원 ⑤ 100만원 이상

11. 동파가 발생한 경우 어느 부분에서 문제가 발생하십니까? (복수응답가능)

- ① 펌프 ② 배관 ③ 분사노즐 ④ 분사후 동결 ⑤ 기타()
 ⑥ 피해없음

12. 다음중 어느 상태일 때 차량의 동파피해가 발생하였습니까? (복수응답가능)

- ① 작업 후 정차중 ② 차량이동중 ③ 소독액분사중 ④ 기타()
 ⑤ 피해없음

13. 방역 차량에 동파를 방지하기 위하여 어떤 시스템이 설치되어 있습니까?

- ① 없음 ② 있음 ()

14. 방역장비 사용중에 축산농가로부터 소음과 관련된 항의를 받은 경우 해당 축사는 무엇을 키우고 있었습니까? (복수선택 가능)

- ① 소 ② 돼지 ③ 닭 ④ 오리 ⑤ 개 ⑥ 기타 ()

15. 현재 방역장비의 소음 수준은 어떻다고 생각하십니까?

- ① 매우 시끄럽다 ② 조금 시끄럽다 ③ 적절하다 ④ 더 커져도 괜찮다

16. 방역차량을 얼마나 자주 세척하시나요

- ① 월 1회 이상 ② 월 1회 ~ 연 1회 ③ 연 1회 이하 ④ 안한다

17. 방역차량의 세척에 대하여 교육을 받으신 적이 있습니까?

- ① 예 ② 아니오

18. 가축방역차 개선이 요구되는 사항을 적어주십시오?

(새로운 방역차 개발시 이런장치는 필요하다/ 보완이 요구된다 등등)

19. 마지막으로 효과적인 가축방역을 위해 제도개선이나 건의사항 있으시면 기탄없이 적어주시기 바랍니다.

작성된 설문지를 이용하여 실제 방역장비를 사용하는 운전자 87명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 작성에 참여한 운전자들은 경남 35명, 충남 44, 경기 5, 부산 2, 대전 1에서 최소 1년 이상 방역작업을 수행하고 있는 전문가들로 구성하였다.

다. 결과 및 고찰

우선 작업자 1명당 담당하는 농가수를 조사한 결과 200~250 농가를 담당하는 작업자가 가장 많은 수로 나타났고, 150농가 미만을 담당하거나, 300 농가 이상을 담당하는 작업자도 나타났다.(Fig. 15) 이에 따라 1일 방문 농가수도 10개소에서 40개소까지 큰 차이를 나타냈다. 농가당 월 평균 방문회수도 1회에서 3회까지 3배의 차이를 보였는데, 효과적인 방역작업을 위하여 표준적인 방제 횟수를 정의하고 이에 따라 작업자의 작업량을 분배하는 것이 필요하다고 보인다.

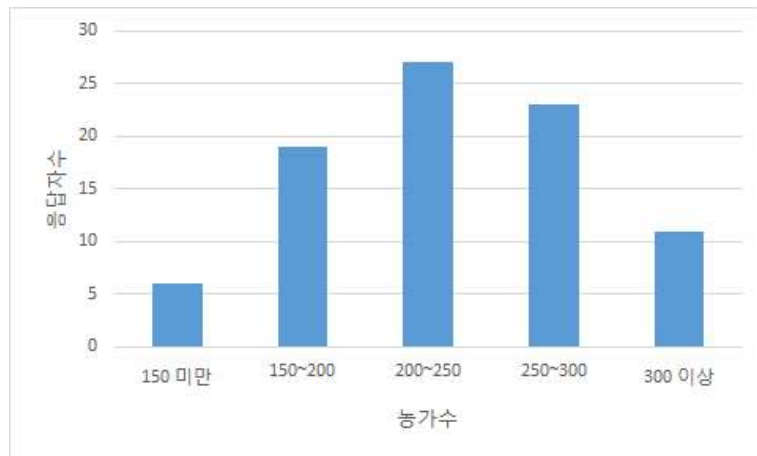


Figure 16 작업자 1명당 관리하는 농가 수

이는 축사 당 평균 방역시간 조사 결과를 보아도 알 수 있는데, 축사 당 평균 방역시간이 5분 미만에서부터 20분 이상까지 다양하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.(Fig 16) 물론 이는 축사별 크기와 접근성, 작업 편의성 등 다양한 요소에 의하여 영향을 받을 수 있겠으나 실제적인 방역효과를 검증하거나 비교하기 위하여 분사 작업에 대한 정확한 지침이 마련되어야 할 것으로 보인다.

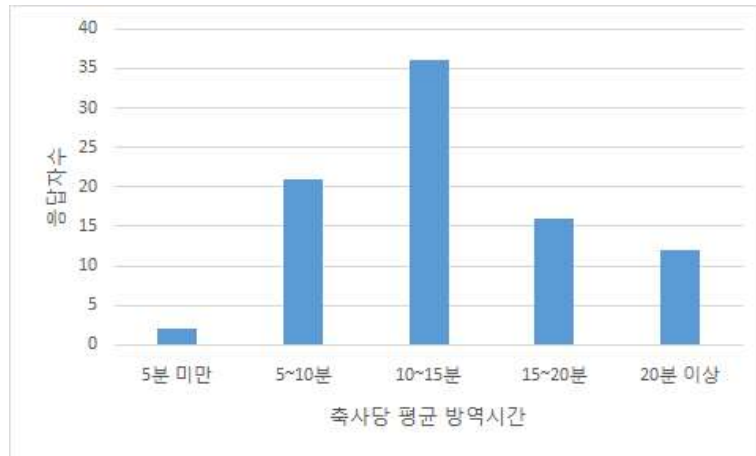


Figure 17 조사당 평균 방역시간

농가간 이동의 경우 평균적으로 10분에서 15분 정도의 시간이 걸린다는 응답이 가장 많았으며 그 뒤로 10분 미만, 15~20분, 20분 이상의 순으로 나타났다. 이는 동결이 주로 발생하는 조건 중 하나인 농가간 이동상황을 실험할 때 방역장비의 주행시간을 결정할 때 활용할 수 있을 것으로 보인다.

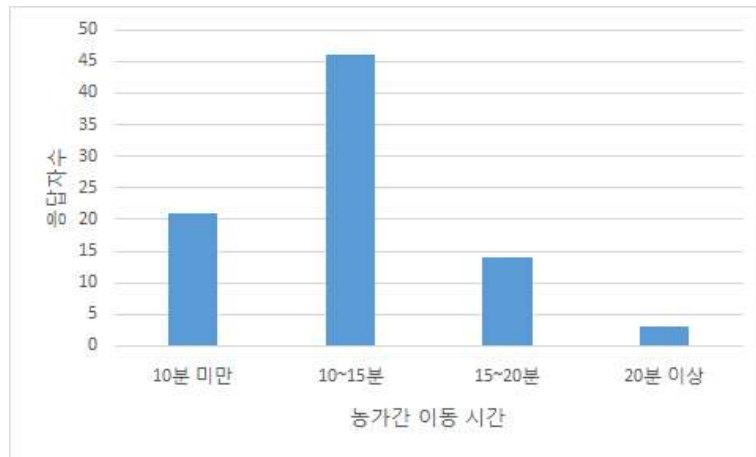


Figure 18. 농가간 평균 이동시간

차량의 동파와 관련하여서 행해진 설문 문항을 살펴보면, 피해규모의 경우 10~50만원 규모의 피해가 가장 많은 것으로 나타났다. 피해가 없다고 응답한 26명의 경우 경남 진주나 경남 창원과 같이 겨울철에도 비교적 온도가 높은 지역에서 활동하는 작업자도 존재하였으나 경기 이천 지역에서 활동하는 작업자도 동파 피해를 겪지 않은 것으로 나타나 온도나 낮은 지역에서도 동파 방지 장치를 이용하여 효과를 볼 수 있는 것으로 나타났다. 해당 작업자들은 축협이 야간에 차량을 지하 주차장에 보관하고 주간에는 부동산을 이용하여 차량의 동파를 방지해 온 것으로 나타났다. 피해액이 100만원을 넘어가는 경우 펌프 및 배관에서 동파가 발생한 경우인 것으로 나타났다.

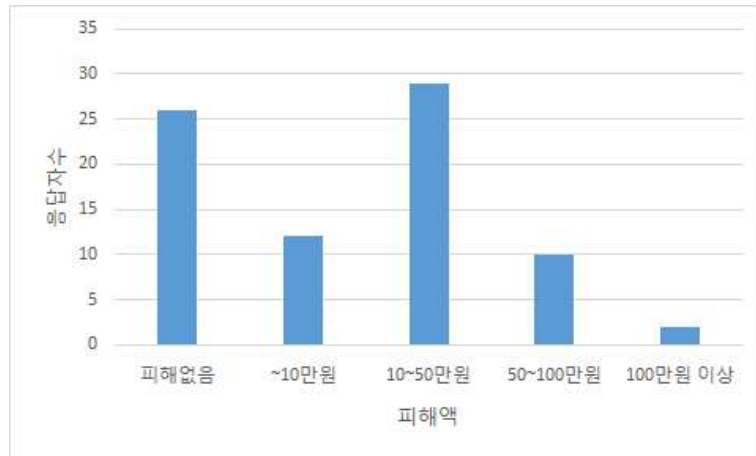


Figure 19. 동파 발생시 피해규모

동결 발생 위치의 경우 피해가 없다고 응답한 사람과 응답이 달지 않은 사람을 제외한 63명이 중복응답이 가능하도록 하여 측정하였다. 동결이 발생하는 위치는 주로 배관과 분사노즐이었다. 분사 작업 후 배관에 양액이 남아있는 경우 동결로 인한 피해 발생이 예상되므로 배관내 양액을 제거하는 장치를 개발하는 것이 필요하다고 판단된다. 또, 분사 후 동결의 경우 차량의 보온 장치 등을 통하여 해결이 어려울 것으로 판단되어, 이 부분에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 보인다. 특히, 분사노즐을 이용하여 미립화 된 소독액을 분사하는 경우 동일 부피에 대하여 표면적이 넓기 때문에 열교환이 활발하게 일어나 영하의 외기에서 순식간에 얼어버리는 문제가 발생하게 되는데 이 경우 소독액의 효과가 정상적으로 작동하는지에 대한 검증이 부족한 실정이다.

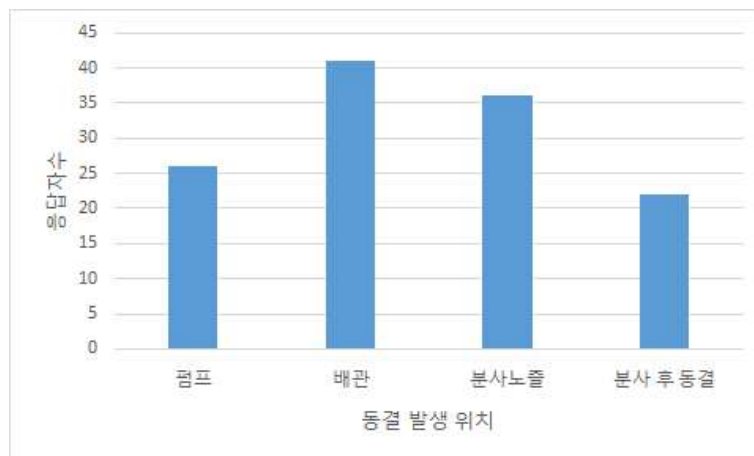


Figure 20. 동결 발생 위치

동결이 발생하는 상황의 경우 작업 후 정차중인 경우가 전체의 57%로 나타났고 그 다음이 차량 이동 중에 발생하는 것으로 나타났다. 당초 예상과는 다르게 소독액 분사 중에도 동결이 나타나는 것으로 나타났는데, 소독액 분사 중 정지 상황인지에 대한 추가적인 조사가 필요한 것으로 나타났다.

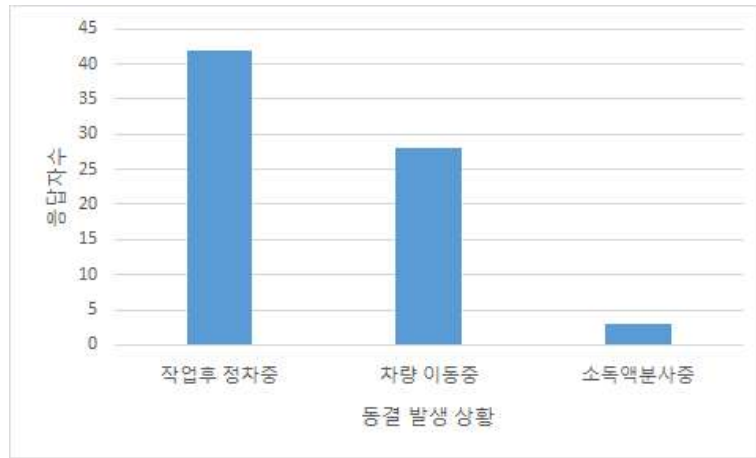


Figure 21. 동결 발생 상황

동결 방지 장치의 경우 36명의 응답자가 동파 방지를 위한 특별한 장치를 설치하지 않았다고 답했거나 무응답이었고, 나머지 51명의 응답자가 동파 방지를 위한 대비책을 가지고 있다고 답했는데 이용하는 방법으로는 부동액사용, 차고 내 주차, 열선, 에어컴프레서를 이용한 배관 내 양액 제거, 보온재, 열풍기 등이 있는 것으로 조사되었다.

방역장비 소음 수준의 경우 작업자들이 판단하기에는 조금 시끄러운 수준으로 나타났다. ‘매우 시끄럽다’와 ‘조금 시끄럽다’의 응답자를 합치면 51명으로 전체 응답자의 58%가 현재의 방역장비들을 소음이 과도한 것으로 인지하고 있는 것으로 나타났다. 이에 따라 현재의 소음 수준을 측정하고 이를 저감하기 위한 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

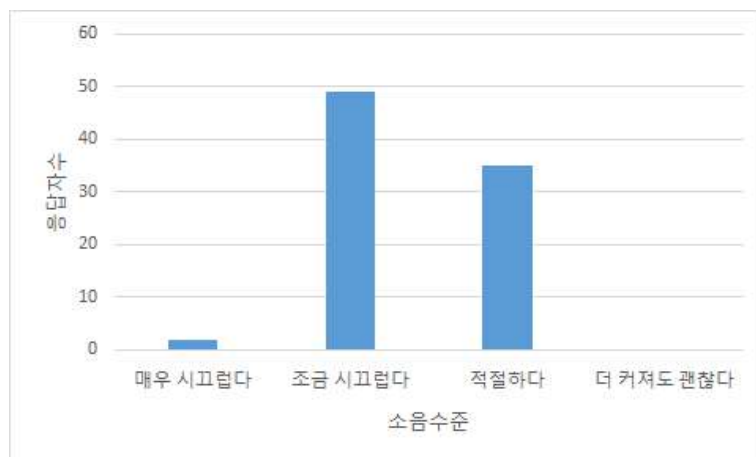


Figure 22 방역장비 소음 인지 수준

세척의 경우 월 1회 이상 세척하는 응답자가 가장 많았고 월 1회~ 연1회의 응답 까지 합치면 76회로 전체의 87% 이상이 최소 월 1회 이상 세척을 실시하고 있는 것으로 나타났다. 이는 방역 작업을 수행하고 있는 응답자들의 특성상 축사 출입관련 차량 들 중에서 세척의 빈도가 높은 것으로 판단되었다. 그러나 막상 세척의 필요성이나 세척 방법에 대한 교육을 참석한 사람은 참석하지 않은 사람보다 적은 것으로 나타나 교육이 함께 병행되는 경우 더 좋은 결과를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다.

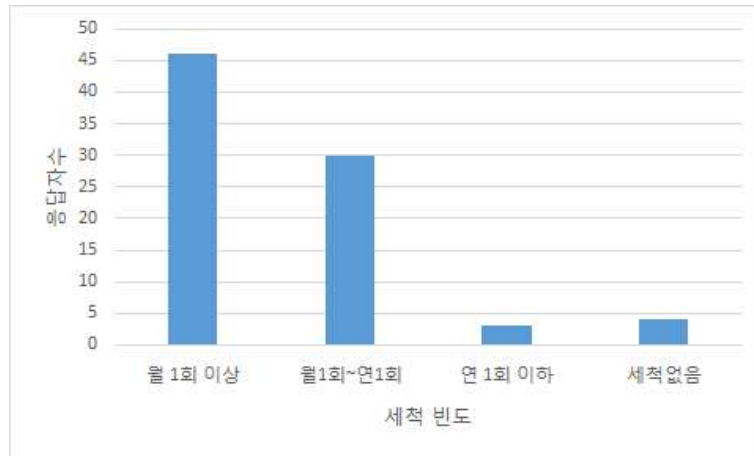


Figure 23 방역차량의 세척빈도

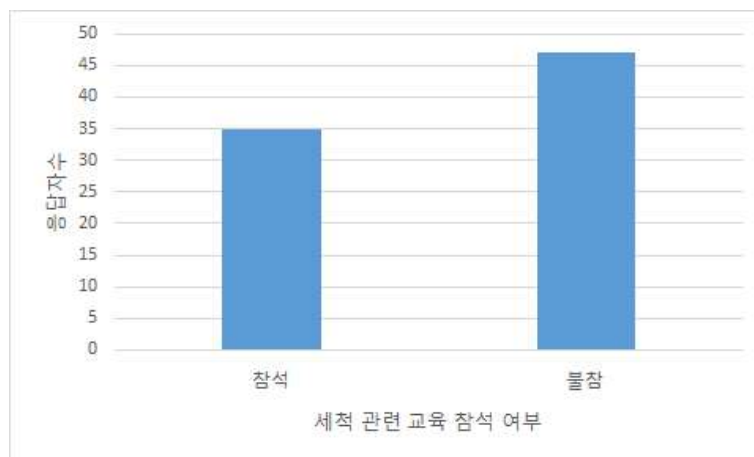


Figure 24 세척 관련 교육 참석 여부

라. 결론

방역장비 개선 및 방역 작업의 효율성을 증진시키기 위하여 방역작업자들을 대상으로 설문조사를 실시한 결과 방역량 및 방역 시간이 작업자 별로 차이가 커 방역작업에 대한 표준이 마련되는 것이 필요할 것으로 판단되었고, 동파의 경우 1회 피해 발생시 수십만원에서 많은 경우 100만원 이상까지의 피해액이 발생하는 것으로 판단되어 적절한 동파 방지책 마련이 필요한 것으로 나타났다. 동결이 주로 발생하는 위치는 배관과 분사노즐 부분으로 나타났고, 동결이 가장 많이 발생하는 상황은 작업 후 정차중인 것으로 나타났다. 현재 동파를 방지하기 위하여 작업자들이 이용하는 방법으로는 부동액사용, 차고 내 주차, 열선, 에어컴프레서 이용 등이 있는 것으로 조사되었다.

방역장비의 소음 수준 인식에 대하여서는 소음이 과도하다는 응답이 전체의 58%로 나타나 소음 저감의 필요성이 있는 것으로 나타났고 세척의 경우 기대보다 잘 수행되고 있는 것으로 나타났다.

2. 농가 현장 방문 조사

가. 연구개요

현지 축산 농가를 방문하여 방역작업의 현황을 파악하고 문제점을 파악하기 위하여 축산 농가들을 방문하였다.

나. 재료 및 방법

충청남도 아산 일대의 유우사와 돈사, 계사를 방문하여 현장 상황을 살펴보고 농민들과의 대화를 통하여 방역상태를 파악하여 보았다.

다. 결과 및 고찰

(1) 우사 방문

- 소독약 : 농가에서 축사 내·외부 및 출입차량을 소독하기 위하여 사양하는 소독약은 농가에서 개별적으로 구매하여 사용하도록 되어있다. 그러나 지자체나 해당지역 축협에서 기본적으로 1년에 2회 정도 소독약을 지원하고, 가축전염병이 발발하면 추가적으로 소독약을 공급해준다. 그러다보니 대부분의 영세 농가에서는 무료 공급된 약품을 모두 사용한 경우 농가에서 개별 구입해야 하나 실제적으론 거의 구입하지 않는 상태이다. 소독약 사용의 경우 가끔 담당관이 현장을 검사하여 적발하고 적발시 벌금을 부과하는 형식. 또는 보조 사업을 선정할 때 담당관이 농가를 비밀리에 방문하여 소독 상태를 확인하고 평가점수를 매기는 등의 조취를 처한다.

가축 전염병이 주로 발생하는 겨울철에 주로 소독하고 여름철에는 소독약을 잘 뿌리지 않는 상태이다.

- 농가출입차량 : 보통 1일 10회정도 차량의 출입이 발생한다. 우유차량, 사료차, 건초차, 보조사료차 등이 출입하고, 농가 사장님 차량이 3회 정도 출입하게 된다. 그 외에 불규칙하게 2회 정도 외부차량의 출입이 있다. 본 연구진이 방문한 농가의 경우 유우사에서 발생하는 분뇨를 조사료포에 자가처리하여 분뇨차의 출입은 없었다.

- 농가용 방역기에 설치된 고압세척기에 관심을 보였다. 축사 바닥 소독을 위하여 고압세척기를 이용하면 좋은데 우사에는 아직 설치된 곳이 많지 않은 것으로 보인다.(현재는 분무기 정도를 이용중에 있다). 농가 내부를 소독하는 경우 농가 출입구에 설치된 분무 장치에서 별도의 호스를 뽑아내서 사용하는 형태이다.

- 축사의 경우 기존에는 3~4m 높이로 건설하였는데 최근에는 8~10m로 건설하는 추세라고 한다. 축사 내부 환기의 측면과 축사에 투입되는 장비들의 대형화에 따라 축사 높이도 높아질 필요성이 있다고 한다. 이에 따라 농가용 방역기의 송풍기와 고압 노즐을 이용하여 지붕 위까지 도달하는 지를 테스트 하였다. 테스트 결과 송풍기의 경우 간신히 닿기는 하였으나 바람에 의한 영향을 많이 받아 효과적으로 분사한다고 보기 어려웠고, 고압노즐의 경우 어느정도 닿는 것을 확인하였다. 효과적인 분사를 위하여서는 축사의 형태 및 크기에 대한 연구가 조금 더 필요할 것으로 보인다.

- 농가에 방문한 차량은 조사료 운반 차량과, 우유수거 차량이었는데, 조사료 운반 차량의 경우 이물질이 어느정도 묻어있는 상태로 세차장을 방문한 적이 없는 상태였다. 해당 차량에 대하여 고압 노즐을 이용하여 세차를 수행한 결과 이물질이 상당부분 제거된 것을 확인할 수 있었다. 우유수거 차량의 경우 매일 차량 내외부를 소독, 청소하는 등의 자체적인 관리가 철저하여 이물질이 거의 묻어있지 않아서 연구진에서는 별도의 세척을 시도하지 않았다.

(2) 돈사 및 계사 방문 조사

- 연구원들이 방문한 돈사는 비육사로 4개월에 1번 정도의 주기로 돼지를 출하하는 농가였다. 돼지가 출하되고 돈사 내부가 빈 경우 내부 소독을 실시하는데 돈사 외벽도 이때 함께 청소한다고 하였다. 다만 브러쉬 등으로 닦아내면서 청소하는 것이 아니고 물로 씻는 정도로 수행한다고 하였다. 간단한 내부 청소는 1~2주에 한번씩 실시하고 있다고 하였다.

- 돈사의 경우 대부분 고압세척기를 보유하고 있는 상태여서 농가형 방역기에 대한 관심이 낮은 것으로 보인다. 송풍기의 경우 대형 농가에서는 사용할 수도 있다고 보았으나 소형 농가에서는 아무래도 이용할 빈도가 많지 않을 것으로 보인다.

- 돈사에서 대부분 축협에서 공급하는 소독약을 사용하고 있고 돈사에 공급되는 약액이 우사에 공급되는 약액이 비하여 상대적으로 강한 것으로 보인다.

- 양계장 쪽은 보통 분무기를 이용하여 소독한다고 하였다. 닭의 성장 주기가 짧으므로 육성 중에는 출입을 자제하고 월 1회정도 닭을 출하하면 그 때 축사 내부를 청소 및 소독하는 것으로 파악하였다.

제 2절 차단방역과 광범위 방역장비 제작

1. 신뢰성 있는 차단방역장비 시작기 개발

가. 연구개요

축사의 출입구 소독 및 축사 자체 소독, 축사 주변지역 소독을 위하여 축사에 보급할 수 있는 차단방역장비를 설계하였다. 자체적으로 동력 장치를 가지며, 축사에서 보유한 트랙터 등에 부착하여 위치를 이동할 수 있도록 설계하였다.

나. 재료 및 방법

(1) 방역장비 내부 부품 설계

(가) 엔진, 고압펌프, 유압펌프 유닛

본 차단 방역장비의 경우 방역작업을 위하여 총포 노즐과 송풍팬을 이용하므로 고압펌프(7.5hp)와 송풍팬(7hp)을 선정하고 이를 위한 유압펌프(5hp)까지 선정하였다. 이를 구동하기 위하여 출력을 고려하여 엔진(GX630, Honda, Japan)을 선정하였고 수리 및 편리를 위해 콤팩트한 설계를 하였다.

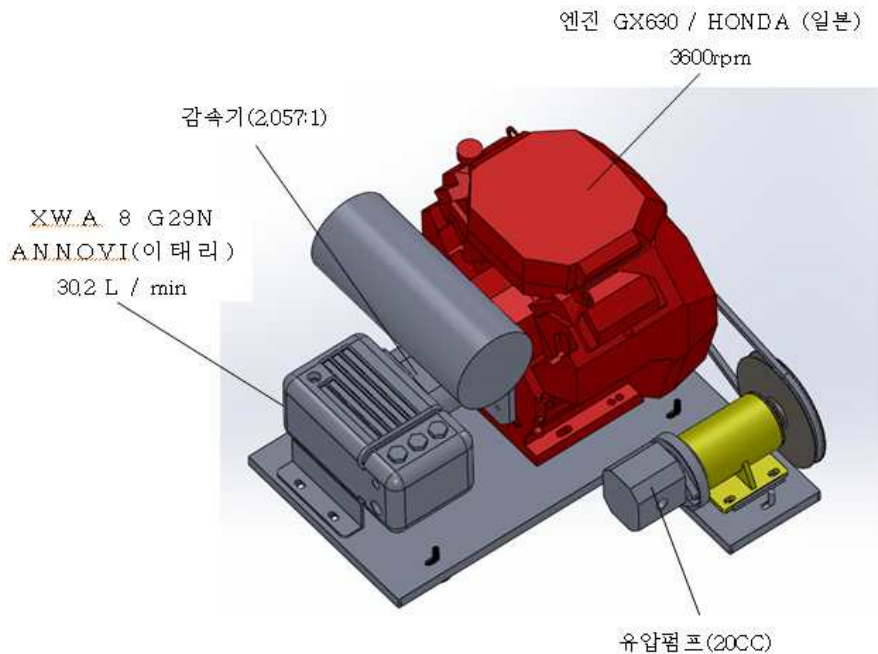


Figure 25. 엔진, 고압펌프, 유압펌프 유닛

(나) 유압시스템 유닛

기존의 제품들의 경우 솔레노이드밸브 회로를 구성하는데 있어 각각의 작동부위별로 분리하여 구성하였으나, 이는 추후 유지보수에 있어 불리함이 있고, 공간 효율을 확보하기 위하여 솔레노이드밸브들을 하나의 블록 형태로 설계하였다. 유압 시스템을 이용하여 송풍기의 구동, 송풍기의 상하좌우 회전, 방역장비의 상하차에 이용하는 유압실린더를 전기제어 방식으로 구동하여 작업자가 컨트롤러를 이용하여 간편하게 작동할 수 있도록 구성하였다.

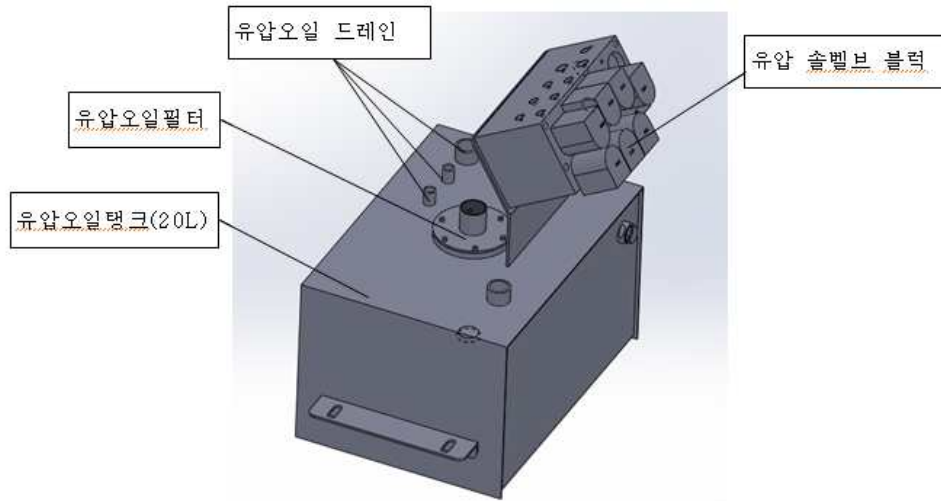


Figure 26. 유압시스템 유닛

(다) 연료탱크, 오일쿨러 유닛

엔진의 연료소모량은 6L/hr로 1일 작업시간 중 도로 주행시간을 제외하고 실제 방역장비 구동시간을 고려하고, 이동중 연료 보충이 가능하므로 연료탱크의 용량은 27L로 선정하였다. 또, 송풍기를 구동하면 유압오일의 온도가 상승하게 되는데, 유압오일의 온도가 70℃ 이상 상승하면 유압작동부위의 성능저하나 파손 등의 문제가 발생 할 수 있어 연료탱크 상부에 유압오일 냉각 장치인 오일쿨러를 장착하였다.

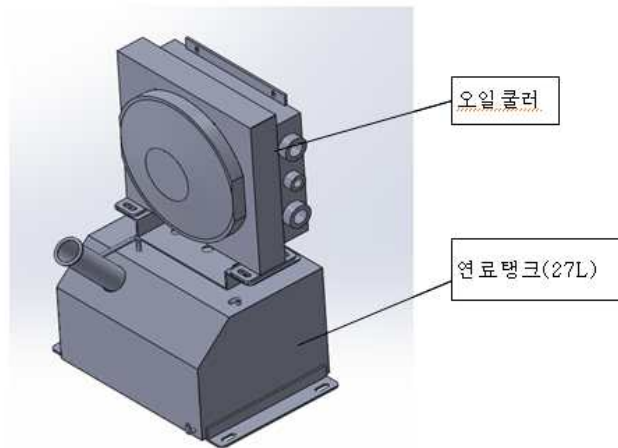


Figure 27. 연료탱크, 오일쿨러 유닛

(라) 송풍기 유닛

기존의 방역장비에 부착되었던 송풍기의 경우 스틸팬을 사용하여 과도한 소음발생의 원인으로 지목되었다. 이를 개선하기 위하여 PP 재질로 제작한 송풍팬을 장착하여 같은 성능 대비 소음저감 효과를 보고자 하였다.

또 송풍기 유닛 끝 부분에는 소독액 분사를 위한 노즐이 설치되어 있는데 노즐에 연결된

호스들을 로타리조인트를 사용하여 연결하였다. 다른 방역장비들의 경우 로타리조인트를 사용하지 않고 호스라인을 노즐에 직접 연결하는 방식으로 되어있어 송풍기가 회전하는 경우 호스 꺾임이 발생하고, 360도 무한회전이 불가능하므로 본 제품은 이 부분에 있어 편리성이나 내구성을 개선하였다.

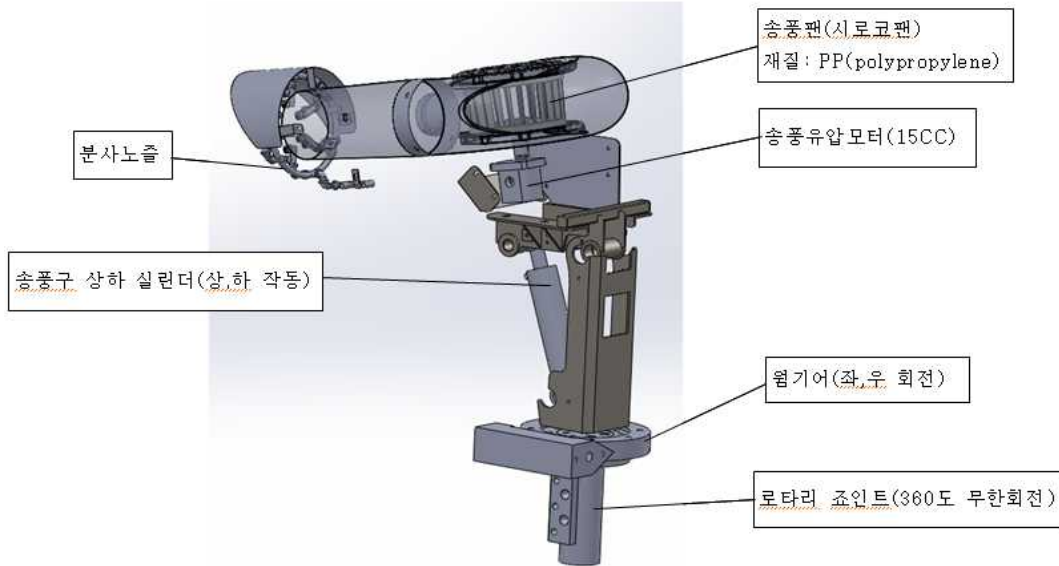


Figure 28. 송풍부 유닛

(마) 호스릴 유닛

설문 및 현장조사를 수행한 결과 기존의 방역장비들의 펌프 압력이 낮은 것에 대한 불만을 호소하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 펌프를 고압펌프로 변경하여 최대압력 150 kg·f/cm²를 이용하여 차량 세척용으로 사용하도록 설계하였다.(기존 방역장비의 경우 최대압력 40kg·f/cm²) 또한 고압호스를 사용하여 호스 파손을 최소로 하였으며 풀림 시 별도의 장비 없이 자동으로 풀리는 구조로 설계하였다.

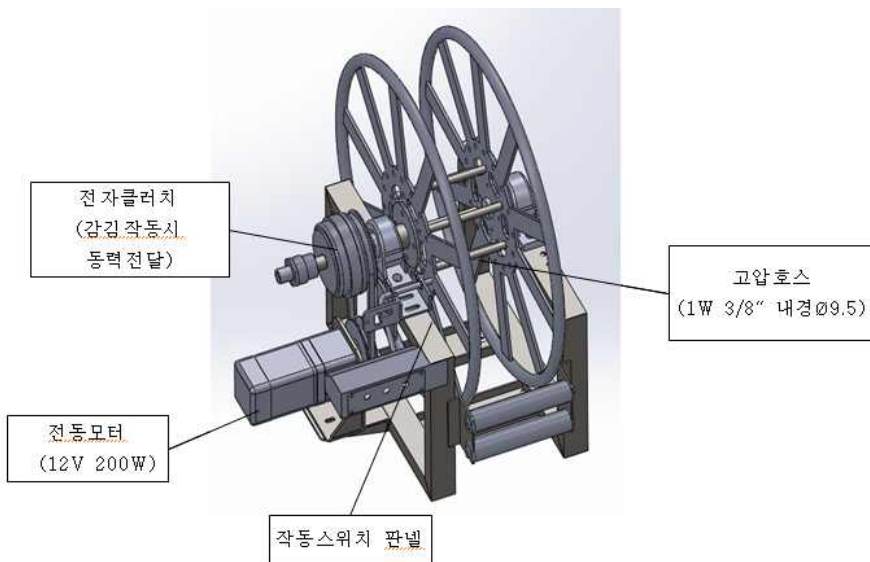


Figure 29 호스릴 유닛

(바) 소독액 탱크 유닛

제작비용이나 무게 절감을 위해 보편적으로 많이 이용하는 재질인 FPR(fiber reinforced plastics)를 이용하여 설계하였으며, 양액통의 크기는 800L로 송풍기를 최대 출력으로 사용할 시 40분 연속 사용이 가능 하도록 설계하였다.

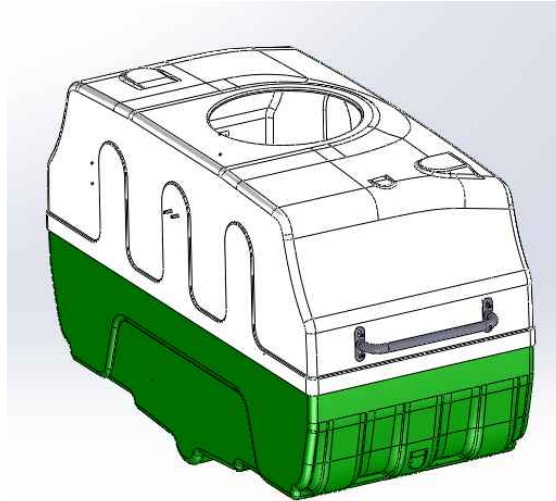


Figure 30 소독액 탱크 유닛

(사) 컨트롤러 및 세척관련

방역장비의 엔진시동 및 송풍구 제어와 같은 모든 구동은 컨트롤러를 이용하여 가능하며 측면에 탱크게이지로 탱크 용량도 확인할 수 있다. 작업자의 희망에 따라 운전석 내부로도 설치가 가능하여 작업자의 편의성을 증진시키고 있다.

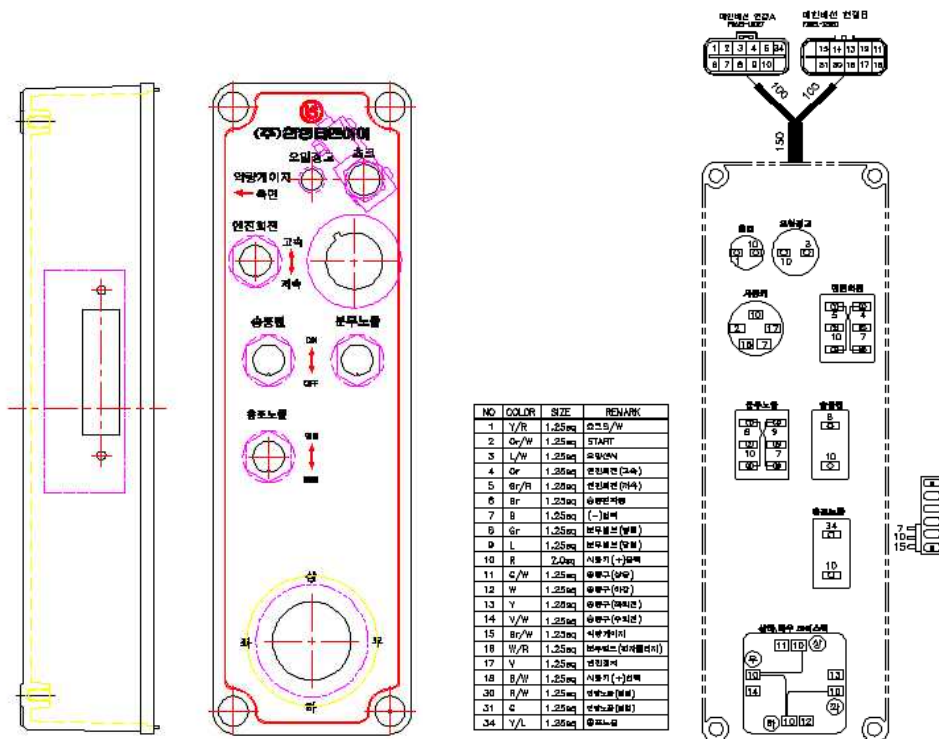


Figure 31 차단방역장비 컨트롤러

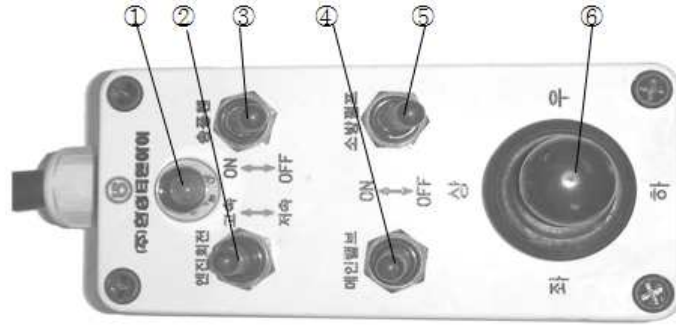


Figure 32 컨트롤 박스의 기능

컨트롤 박스의 기능은 다음과 같다.

① 송풍구 조절 스위치(⑥)

- a) 송풍구를 상,하 방향으로 승,하강 및 좌,우 방향으로 선회시킬 때 사용하는 스위치입니다.
- b) 스위치를 상,하로 조작하면 상,하 액츄에이터가 작동됨에 따라 송풍구가 상,하 방향으로 작동됩니다.
- c) 송풍구의 승,하강 각도는 상승 20° , 하강 15° 입니다.
- d) 송풍구의 작동이 멈추면 즉시 스위치를 놓으십시오. 스위치를 계속 잡고 있으면 액츄에이터 고장의 원인이 됩니다.
- e) 스위치를 좌,우로 조작하면 좌,우모터의 회전에 의해 슬라이드림의 내접 기어가 회전하면서 송풍구가 좌,우로 선회를 합니다.
- f) 송풍구의 좌,우 선회 각도는 180° 이며, 좌,우 양끝에 리미트 스위치가 부착되어 있어 모터의 전원을 차단하므로 모터가 더 이상 회전을 하지 않게 됩니다.

② 엔진회전 스위치(②)

- g) 엔진의 회전을 조절합니다.
- h) 스위치를 무리하게 조작하지 마십시오.

③ 송풍팬 스위치(③)

- i) 송풍팬의 회전을 단속하는 스위치입니다.
- j) 스위치를 켜면 유압 솔레노이드밸브가 작동됨에 따라 유압 회로가 열려 유압펌프의 유압 동력이 유압모터에 전달되어 송풍팬이 회전됩니다.
- k) 엔진 저속에서 스위치를 ON 해 주십시오.

④ 소방펌프 스위치(⑤)

- l) 소방용 펌프를 구동해주는 스위치입니다.
- m) 스위치를 켜면 전자클러치의 작동에 의해 소방용 펌프가 회전됩니다.
- n) 작업 중 불필요한 스위치 조작은 금물입니다. 분무용 펌프가 작동되는 중에는 소방펌프 스위치를 켜지 마십시오. 고압의 물이 갑자기 분사되어 사람이 다칠 수 있으며 방재차가 고장 날 수 있습니다.
- o) 엔진 저속에서 스위치를 ON 해 주십시오.

⑤ 전동밸브 스위치(메인밸브)(④)

- p) 스위치를 켜면 전동밸브가 열려 분무용 노즐에서 분무가 시작됩니다.
- q) 스위치의 조작에 의해 모터가 회전되고 일정 각도 이상이 되면 리미트 스위치에 의해 모터의 전원이 차단됩니다.
- r) 소방용 펌프 작동 중에는 전동밸브를 열지 마십시오.
- ⑥ 전원 램프(①)
- s) 계기판의 리모콘 스위치를 켜면 램프가 점등됩니다.

방역장비를 통한 세척장비의 경우 약액혼합장치(세라믹오리피스)와 볼밸브를 이용하여 순수 물을 분사하여 차량에 묻은 유기물을 제거한 후 약액을 혼합하여 세척이 가능하도록 설계하였다. 또, 강하게 결합된 유기물의 경우 고압 스프레이건 및 브러쉬를 사용하여 세척이 잘 되도록 하였다.



Figure 33 Injectors with ceramic orifices

표 8 Spraygun의 제원

Model	Ext Length	Max PSI	Max GPM	Max Temp.	Inlet	Outlet
ALSK1-SC7	14"	3,200	6.6	300° F	3/8" F	22mmx14mmF
ALSK2-SC7	14"	3,200	6.6	140° F	3/8" F	22mmx14mmF

가. 결과 및 고찰

앞에서 설계한 각 유닛들을 각각 제작한 후 결합하여 방역장비 시작기를 제작하였다. 그 외관과 내부 배치도는 Fig. 33,34와 같고, 구체적인 제원은 Table 7과 같다.

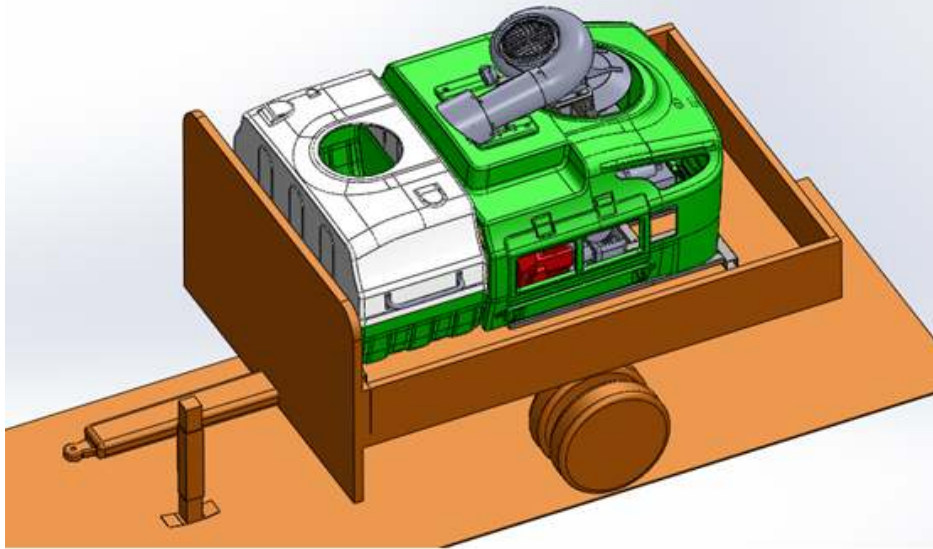


Figure 34 방역장비 시작기 모델링

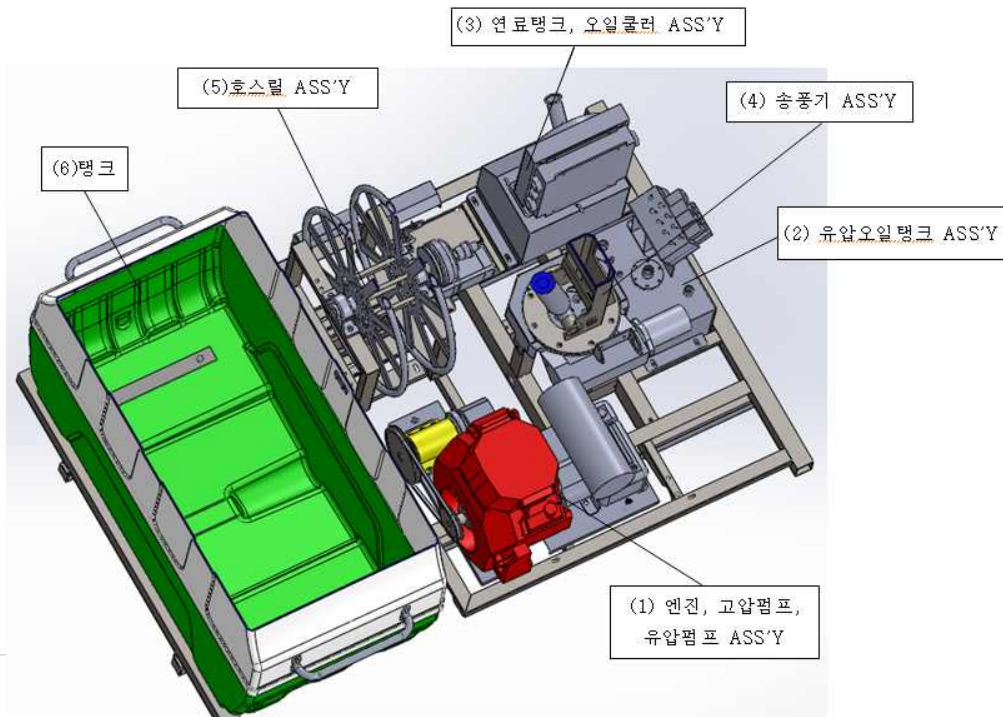


Figure 35 방역장비 내부 배치도

Table 9 방역장비 제원표

항 목	내 용	비 고
형 식 명	트랙터 장착할 수 있는 분무장치	
형 식	트랙터트레일러탑재형	
규 격	약액탱크용량 800 L	
크 기 (길이×폭×높이) (트레일러 미포함)	2220 × 1630 × 1440 (mm)	

건 조 중 량(트레일러 미포함)		810 kg		
분 무 장 치	고 압 펌 프	형 식 명	XWA 8 G29N/ANNOVI(이태리)	
		상용회전속도	1750 rpm	
		소요동력	7.5 hp	
		배 출 량	30.2 L / min	
		상용압력	5~8 MPa (50~80 kg-f/cm ²)	
		최대압력	15 MPa (150 kg-f/cm ²)	
	분 무 노 즐	운환유용량	2.0 L (기어오일 SAE 80W-90)	
		분무노즐종류	원판형 (세라믹디스크)	
		메인노즐	Ø1.2 mm × 12 개	
		총포노즐	Ø4 mm × 1 개	
		노즐분무량	19.7 L / min	
장착호스	호 스 린	내경 Ø9.5 mm × 길이 100 m		
급수펌프	형 식	제트식		
	급 수 량	213 L / min		
송 풍 관	좌우선회각도	360° 연속선회,		
	승하강 각도	상향 60° , 하향 12°		
탑 재 엔 진	형 식 명	GX630 / HONDA (일본)		
	형 식	V형 공랭 2기통 가솔린엔진		
	최대출력	15.5 kW(20.8ps) / 3600 rpm		
	배 기 량	688cm ³ (CC)		
	엔진오일 용량	1.7 L	필터포함	
	엔진오일종류/등급	SAE 10W-30	SG급이상	
	연료탱크 용량	27 L		
	시동 방식	전기시동식		
송 풍 기	축전지 용량	12 V / 45 AH		
	살포방식	공기분사식		
	형 식	축류식		
	토출구경	Ø178 mm (송풍팬 직경 Ø250)		
	상용회전속도	2000 rpm		
	풍 량	90 m ³ /min		
유 압 장 치	축 동 력	5 kW (6.85ps)		
	유압펌프형식	기어펌프		
	유압펌프사양	20 cc / rev		
	송풍유압모터사양	15 cc / rev		
기 타	좌우선회유압모터	32 cc / rev		
	유압오일탱크 용량	20 L		
	유압아우트리거	280 mm		
	실린더 작동거리			
	유압오일 종류	ISO VG 46		

4. 기동성 있는 광범위 방역장비 시작기 개발

차량에 탑재하여 이동할 수 있는 이동식 방역장비 모델도 개발하였다. 그 외형은 Fig. 35 과 같고 주요부 명칭은 Fig. 36와 같으며, 그 제원은 Table 8와 같다.



Figure 36 이동식 방역장비 외형



Figure 37. 방역장비 주요부 명칭

Table 10 기동성 방역장비의 제원

항 목	내 용	비 고		
형 식 명	HTI-1000F			
형식 및 규격	차량 및 트레일러 탑재식 / 탱크용량 1,000 l			
본체크기(길이×폭×높이)	2,900 × 1,480 × 1,750 (mm)	차량제외		
총 중량/건조 중량	1,850 kg/850 kg	차량제외		
기 본 차 대	1톤 트럭 / 트레일러			
탑	형 식 명	HONDA GX670		
	형 식	V형 공냉 2기통 가솔린엔진		
재	실 린 더	직경 77.0 mm × 행정 72.0 mm		
	배터리/발전기	12 V - 80 AH / 12 V - 20 A		
엔	최대출력	24.0 ps / 3,600 r.p.m		
	배 기 량	670 cc		
진	엔진오일 용량	1.9 l (필터 0.3 l 포함)		
	연료탱크 용량	24 l		
	연료 소비량	8.6 l / hour		
펌	분	형 식 명	YH-100A	

프	무 용 펌 프	형 식	횡형 3런 플런저식	
		상용 회전수	750 r.p.m	
		플 런 저	직경 38 × 행정 38 mm	
		상용압력	30 kg-f / cm ²	
		최대 압력	60 kg-f / cm ²	
		운활유 용량	1.6 l	
		펌프 배출량	103 l / min	
		소요 마력	7.0 ps	
	소 방 용 펌 프	형 식 명	YH-2500	
		형 식	횡형 3런 플런저식	
		상용 회전수	500 r.p.m	
		플 런 저	직경 56 × 행정 38 mm	
		상용 압력	5.0 kg-f / cm ²	
		최대 압력	20 kg-f / cm ²	
		운활유 용량	2.1 l	
펌프 배출량		280 l / min		
소요 마력	4.0 ps			
교반장치	교반 방식	분류식		
급수펌프	형 식	제트식		
	급 수 량	133 l / min		
노 즐	분 무 용 노 즐	형 식	세라믹디스크	
		분 두 수	8 EA	
		노즐 구경	1.2 mm × 1.4 mm	
		노즐 종류	1-WAY 2-NOZZLE (90 ° TURN-OFF)	
		임펠라 형식	직진형 / 확산형	
		분 무 량	30 l / min	1.4기준
		분무 거리	20 m	
	소방 용 노즐	형 식	직사형	
		분 두 수	1 EA	
		노즐 구경	12 mm	
분 무 량		280 l / min		
탑 재 호 스	메인 릴	호 스 경	Ø13 mm	
		길 이	250 m	
		갯 수	1 EA	
	보조 릴	호 스 경	Ø10 mm	
		길 이	30 m	
		갯 수	4 EA	
	소방 호스	호 스 경	Ø40 mm	
		길 이	15 m	
		갯 수	4 EA	
	송 풍	송풍기 형식	편흡입 다익 송풍식	
송풍기 직경		344 mm		

기	상용 회전수	2,400 r.p.m	
	송풍기 풍량	180 m ³ / min	
	소요 마력	14.0 ps	
	토출 구경	190 mm	
	분무 거리	25 m	
	상.하 각도	상승 20 ° / 하강 15 °	
	상.하 액추에이터	전동식 12 V / 작동거리 100 mm	
	좌.우선회 각도	180 °	
유압장치	유압펌프 형식	기어펌프	
	유압펌프 용량	14.0 cc / rev	PLP20-14
	유압모터 용량	14.0 cc / rev	PLM20-14
	유압오일탱크 용량	23 l	
	상하차실린더 작동거리	245 mm	

5. 신뢰성 있는 차단방역장비 개발

가. 설계내용

시작품을 제작하여 테스트한 결과를 바탕으로 본 장비를 제작하였다. 차단방역 장비의 경우 농가 입구에 주로 설치하고, 필요에 따라 농가 내외부를 이동하는 식으로 구상하였으므로 상,하차를 편리하게 하여 트레일러 탑재가 용이하도록 하였다. 농가에서는 트랙터를 이용하여 견인하도록 고안하였다.

또, 세척 기능을 활용하기 위하여 물탱크에 약액을 미리 혼합해 놓는 타입이 아니라 별도로 약탱크가 있어 소독이 필요한 경우 약탱크 볼밸브를 열어 릴호스, 송풍노즐 분사에 약액이 혼합되어 분사되는 방식을 취하였다. 외형 cover와 tank는 FRP를 사용하여 가격을 낮추고 제작에 용이하도록 하였다. 고압펌프를 사용하여 릴호스(100bar), 송풍노즐(40bar)를 구동하게 된다.

나. 주요 제원표

항 목		내 용	비 고
형 식 명		신뢰성있는 차단 방역장비	
형식 및 규격		견인형, 약액탱크용량 800	
크기(길이×폭×높이)		2145 × 1600 × 1450 (mm)	
건 조 중 량		950 kg	
분무장	고압펌프	형 식 명	XWLA 13G15N
		형 식	3륜 횡형 플린저식
		상용회전속도	1750 rpm
		소요동력	9.5 kW (13 ps)
		배 출 량	49.2 L / min
		상용압력	4 MPa (40 kg·f/cm ²)
	최대압력	10 MPa (100 kg·f/cm ²)	
	분	분무노즐종류	원판형 (세라믹디스크)
메인노즐		Ø1.2 mm × 14 개	

치	무 노 즐	총포노즐	Ø4 mm × 1 개	
		노즐분무량	16 L / min	
		최대분무거리	수평 15 m, 상향 10 m	
		최대살수거리	수평 10 m, 상향 10 m	
장착호스	호 스틸	내경 Ø10 mm × 길이 100 m		
송 풍 관	좌우선회각도	360 °		
	승하강 각도	상향 60 °, 하향 12 °		
담	형 식 명	GX630 / HONDA(일본)		
	형 식	V형 공랭 2기통 가솔린엔진		
재	최대출력	15.5 kW(20.8ps) / 3600 rpm		
	배 기 량	0.688 L		
엔	엔진오일 용량	1.7 L	필터포함	
	엔진오일종류/등급	SAE 10W-30	SG급 이상	
진	연료탱크 용량	27 L		
	시동 방식	전기시동식		
송	축전지 용량	12 V / 45 AH		
	살포방식	공기분사식		
풍	형 식	축류식		
	토출구경	Ø180 mm (송풍팬 직경 Ø250)		
기	상용회전속도	2040 rpm		
	풍 량	50 m ³ /min		
유	축 동 력	9.6 kW (13ps)		
	유압펌프형식	기어펌프		
장	유압펌프사양	25 cc / rev		
	송풍유압모터사양	11 cc / rev		
치	좌우선회유압모터	32 cc / rev		
	유압오일탱크 용량	20 L		
기	유압아우트리거	280 mm		
	실린더 작동거리			
타	유압오일 종류	ISO VG 46		

다. 주요 구성품

(1) 고압 회전형 브러쉬

부품 : Wash gun + Lance + Rotating brush



품 명	규 격
wash gun	max 255bar, 30 l /min
lance	1/4 " 700mm max 250bar, 40 l /min
rotating brush	1/4 " 18-21 l /min

(2) 고압노즐

부품 : Wash gun + Lance + nozzle



품 명	규 격
wash gun	max 255bar, 30 l /min
lance	1/4 " 900mm max 250bar, 40 l /min
nozzle	1/4 " Ø2.3

(3) 분사 시스템

(가) 약액탱크 : 재질 SUS304 재질로 부식, 내화학성 증가, 용량 10리터 설계.

물탱크 800리터, 약탱크 10리터로 약품 희석비율 160:1 사용.

(나) 송풍 노즐분사 약액분사 사용.(16 l /min, 50분소요)

(다) 메인릴 고압호스 약액분사 사용.(21 l /min, 38분소요)



(4) 엔진(혼다 GX630)

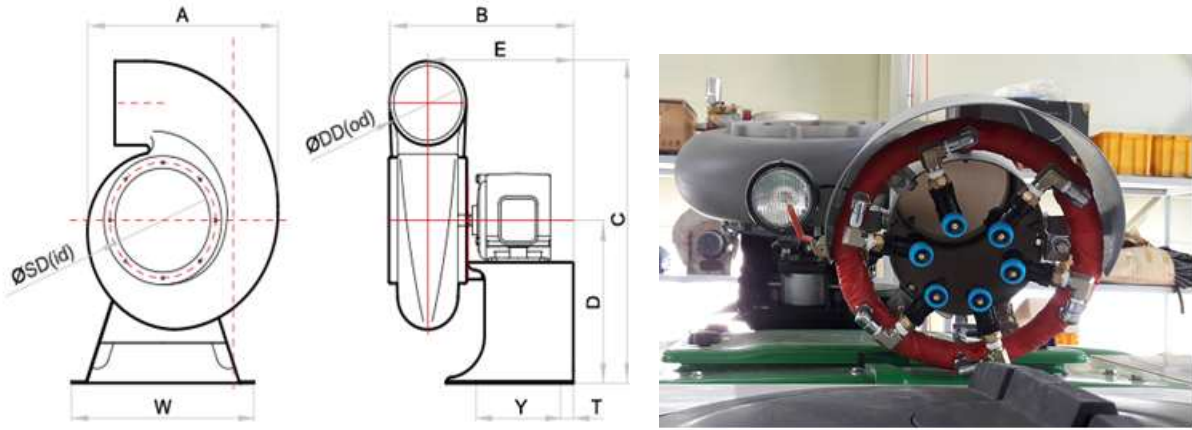
표 14 GX630 제원표

형 식	내 용	비 고
형 식 명	GX630 / HONDA(일본)	
형 식	V형 공랭 2기통 가솔린엔진	
최대출력	15.5 kW(20.8ps) / 3600 rpm	
배 기 량	0.688 L	
엔진오일 용량	1.7 L	필터포함
엔진오일종류/등급	SAE 10W-30	SG급 이상
연료탱크 용량	27 L	
시동 방식	전기시동식	
축전지 용량	12 V / 45 AH	



(5) 송풍노즐 분사

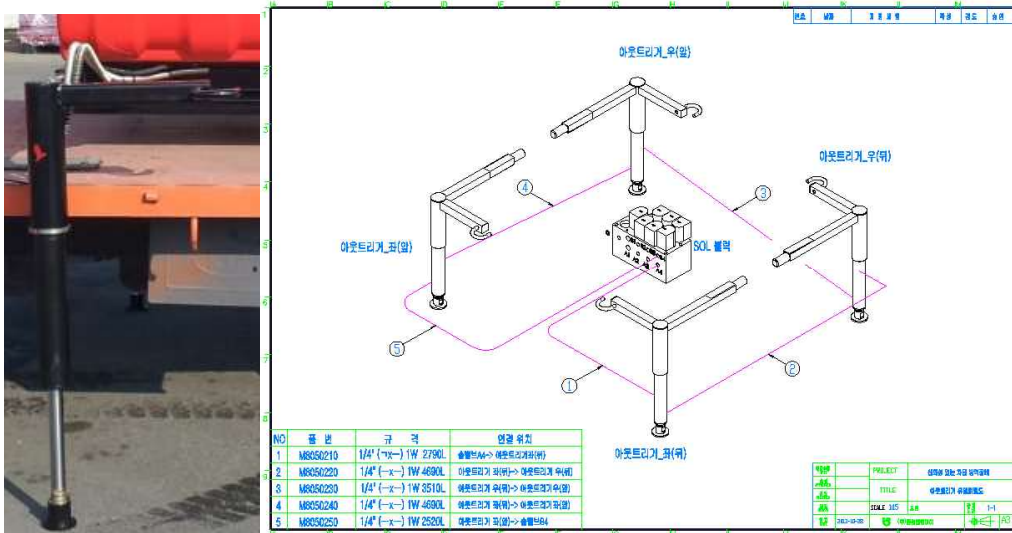
PE(polyethylene) 시로코팬 설계 소음감소, 중량감소, 송풍구 풍량 30m/s, 분사거리 최대 15m 축, 돈, 계사 트랙터 트레일러 이동으로 원거리분사.



Size	A	B	C	D	E	SD	DD	T	W	Y
150	335	400	300	230	320	118	125	50	360	175
200	397	460	310	230	320	146	160	50	360	175
250	475	510	380	290	320	192	200	65	430	160
300	602	570	450	340	500	242	250	85	495	210

(6) 아우트리거(상, 하차)

모서리 4곳 유압실린더 장착으로 트레일러 실린더 상승 후 탑재, 고정방식 자동바 4곳 고정.



(7) 컨트롤박스

(가) 주요부품

1)키뭉치 2)토글스위치 3)모노레바 스위치 4)램프 5)초크버튼

(나) 가능작업

1)모노레바 스위치 : 송풍구 상, 하, 좌, 우 작동

2) 토글스위치 : 엔진회전 고속, 저속, 송풍팬, 분무노즐, 열선 on, off 사용

(다) 조작순서

key on -> 쇼크 누른후 key start(5초간) 시동이 걸리지 않을 경우 반복 -> 엔진회전 고속
-> 송풍팬 on -> 분무노즐 on -> 조이스틱 상, 하, 좌, 우
열선의 경우 겨울철 송풍노즐 동파 방지



(라) 수행작업

(1) 트랙터 트레일러 이동 원거리분사

컨트롤박스 시동키 엔진 start -> 엔진회전 고속 -> 삼방밸브 저압
방향으로 전환 -> 송풍팬 on -> 분사방향 송풍구 이동 ->
분무노즐 분사 -> 축사 외부 세척, 소독 분사

(2) 출입구 고정식 진입차량 세척

컨트롤박스 시동키 엔진 start -> 엔진회전 고속 -> 삼방밸브 고압
방향으로 전환 -> 호스 커플링 고압건 연결 -> 진입차량 세척, 소독 분사

2. 기동성 있는 광범위 방역장비 개발

가. 설계내용

1톤 화물차, 트레일러 탑재형으로 약탱크 1000리터. 상, 하차 아우트리거 4곳, 송풍팬, 송풍구 상하, 좌우 유압 구동방식으로 내구성이 높음, 차량진입이 어려운 곳 호스릴 분사.

나. 주요제원표

항 목		내 용	비 고	
형 식 명		이동형 방역장비		
형식 및 규격		건인형, 약액탱크용량 1000 L		
크기(길이×폭×높이)		4800 × 1950 × 2320 (mm)		
건 조 중 량		2080 kg		
분 무 기	분	형 식 명	GX100A	
		형 식	3륜 횡형 플런저식, 세라믹	
	무	상용회전속도	770 rpm	
		소요동력	5.2 kW (7 ps)	
		배 출 량	99 L / min	

장 치		상용압력	2~3 MPa (20~30 kg-f/cm ²)		
		최대압력	6 MPa (60 kg-f/cm ²)		
		플런저	Ø38 mm × 행정 38 mm		
		운활유용량	2.0 L (기어오일 SAE 80W-90)		
	분 무 노 즐		분무노즐종류	원판형 (세라믹디스크)	
			메인노즐	Ø1.2 mm × 16 개	
			총포노즐	Ø4 mm × 1 개	
			노즐분무량	26.3 L / min	
			최대분무거리	수평 25 m, 상향 15 m	
			최대살수거리	수평 20 m, 상향 15 m	
	장착호스	호스 릴	내경 Ø13 mm × 길이 100 m		
급수펌프	형식	제트식			
	급수량	213 L / min			
교반장치	교반방식	분류식			
송풍관	좌우선회각도	360 ° 연속선회, 45/90/180 ° 자동반복(수동 가능)방식			
	승하강 각도	상향 60 °, 하향 12 ° 자동반복(수동가능) 방식			
탑 재 엔 진	형식명	GX690 / HONDA(일본)			
	형식	V형 공랭 2기통 가솔린엔진			
	정격출력	14.0 kW(19ps) / 3600 rpm			
	최대출력	16.5 kW(22.4ps) / 3600 rpm			
	배기량	0.688 L			
	엔진오일 용량	1.7 L	필터포함		
	엔진오일종류/등급	SAE 10W-30	SG급 이상		
	연료탱크 용량	27 L			
	시동 방식	전기시동식			
	축전지 용량	12 V / 45 AH			
송 풍 기	살포방식	공기분사식			
	형식	축류식			
	토출구경	Ø215 mm (송풍팬 직경 Ø300)			
	상용회전속도	2700 rpm			
	풍량	120 m ³ /min			
	축동력	9.6 kW (13ps)			

유압 장치	유압펌프형식	기어펌프	
	유압펌프사양	25 cc / rev	
	송풍유압모터사양	11 cc / rev	
	좌우선회유압모터	32 cc / rev	
기타	유압오일탱크 용량	20 L	
	유압아웃트리거 실린더 작동거리	280 mm	
	유압오일 종류	ISO VG 46	

다. 주요구성품

(1) 분무펌프

YH100 (그리스 충전) -> GX100A (무그리스 세라믹).

형식명	GX100A
형식	3륜 횡형 플린저식, 세라믹
상용회전속도	770 rpm
소요동력	5.2 kW (7 ps)
배출량	99 L / min
상용압력	2~3 MPa (20~30 kg·f/cm ²)
최대압력	6 MPa (60 kg·f/cm ²)
플린저	Ø38 mm × 행정 38 mm
윤활유용량	2.0 L (기어오일 SAE 80W-90)

그리스 충전



YH100(그리스 충전)

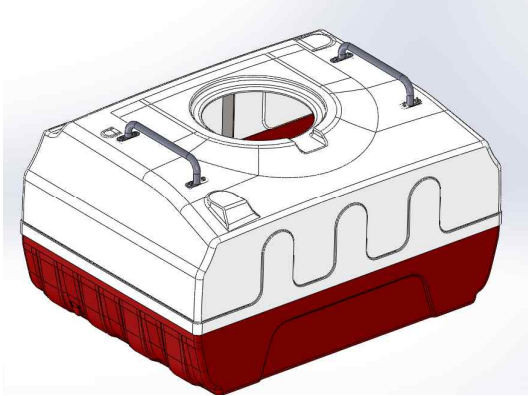
세라믹 피스톤 無 그리스



GX100A(無 그리스)

(2) 약액탱크(1000 l)

뛰어난 기계적 특성과 플라스틱의 내식성, 성형성을 두루 갖춘 FRP(Fiber Reinforced Plastics) 섬유 강화 플라스틱 재질로 제작하였다.



(3) 엔진

Table 18 GX690 제원표

형 식	내 용	비 고
형 식 명	GX690 / HONDA(일본)	
형 식	V형 공랭 2기통 가솔린엔진	
최대출력	16.5 kW(22.4ps) / 3600 rpm	
배 기 량	0.688 L	
엔진오일 용량	1.7 L	필터포함
엔진오일종류/등급	SAE 10W-30	SG급 이상
연료탱크 용량	27 L	
시동 방식	전기시동식	
축전지 용량	12 V / 45 AH	

(4) 호스틸(100m)

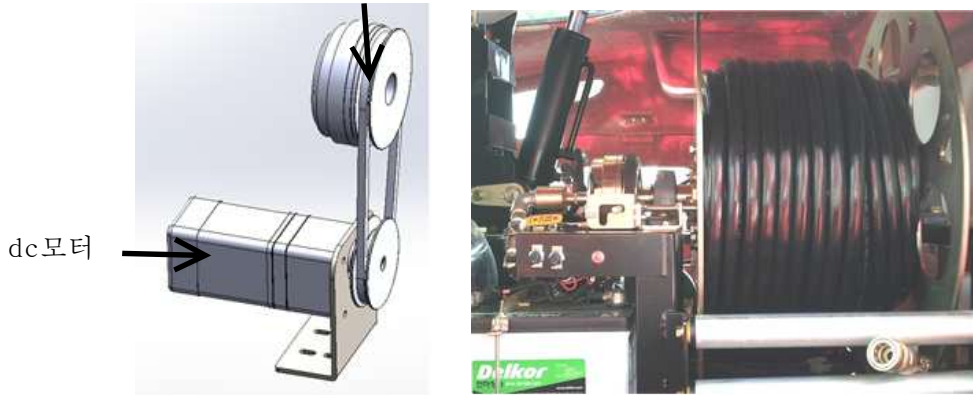
구동방식 : 호스풀림은 별도로 동력없이 풀리는 구조이며, 감김은 DC모터 동작시 전자클러치 작동.

dc모터	D	4	2A	-	28	A	4
	DC	모델명	출력		속도	전압	샤프트사양
		□40	200W		2800r/min	12VDC	강력형치절

감속기	D	9	K	060	VS
	GEARHEAD	크기	출력축사양	감속비	특주코드
		□90	KEY WAY	60	

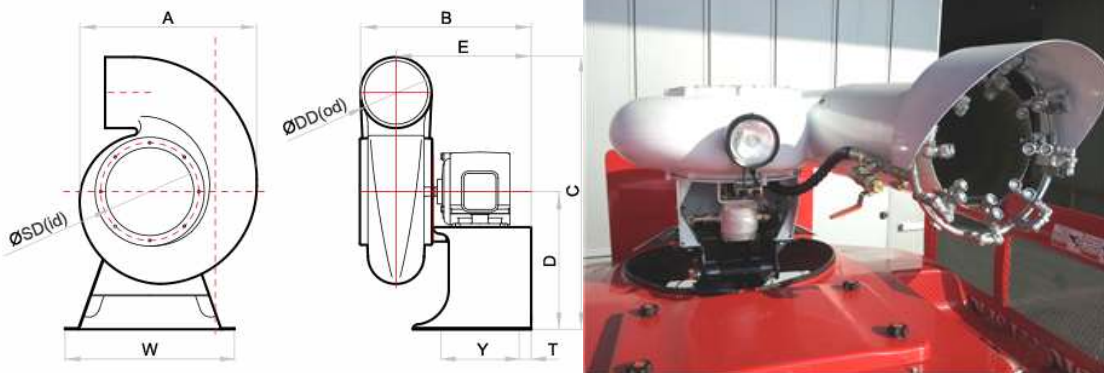
호스틸 속도: DC모터 2800rpm/60=46.6rpm, 풀리감속 110:145 = 0.758, 46.6*0.758 = 35rpm
으로 호스틸 감김사용.

전자클러치



(5) 송풍구

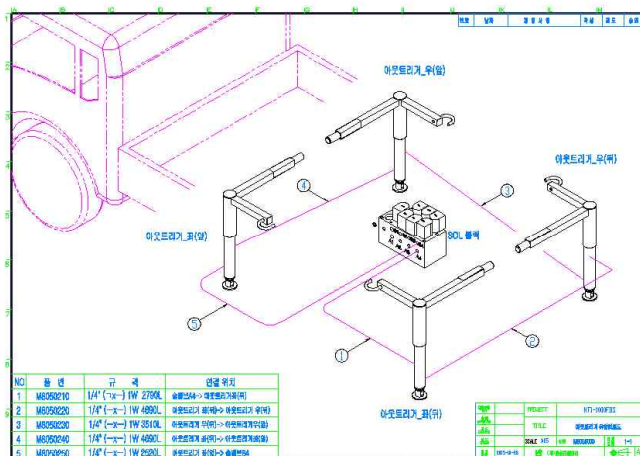
PE(polyethylene) 시로코팬 설계 소음감소, 중량감소, 송풍구 풍속 48m/s, 분사거리 최대 25m 차량 이동으로 원거리분사.



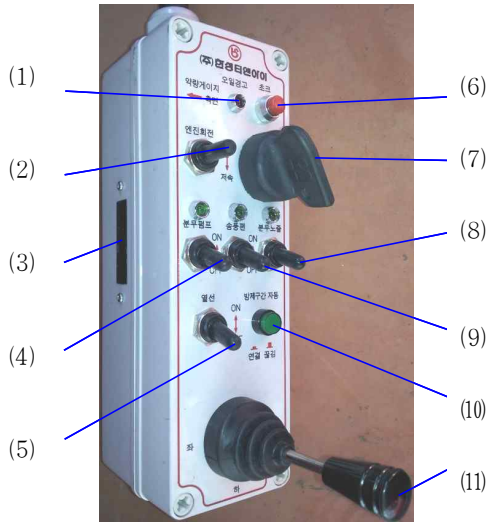
Size	A	B	C	D	E	SD	DD	T	W	Y
250	475	510	380	290	320	192	200	65	430	160
300	602	570	450	340	500	242	250	85	495	210

(6) 아웃트리거

화물차, 트레일러 상,하차 유압실린더 작동으로 탑재.



(7) 컨트롤 박스



- (1)엔진오일경고등
- (2)엔진회전조절스위치
- (3)약액잔량표시램프
- (4)분무기스위치
- (5)열선스위치(옵선)
- (6)엔진초크스위치
- (7)시동키
- (8)분무노즐스위치
- (9)송풍팬스위치
- (10)방제 구간자동/수동전환스위치
- (11)송풍관방향조절레버

① 시동키 ((7))

- 1) 방제기 엔진을 시동 및 정지하는 기능과 각부 전기장치에 전원을 공급 및 차단하는 기능을 수행하며 작동 방향은 오른쪽 방향입니다.
- 2) OFF-ON-START 3단계로 구분되어 있으며 “OFF“ 위치에서만 켜거나 껐 수 있습니다.
- 3) 엔진 시동이 걸리지 않은 상태에서 시동키를 오랜 시간 “ON“ 시켜 놓으면 배터리가 방전되므로 방제기를 사용하지 않을 때는 반드시 시동키를 “OFF“ 시키고 시동키를 빼서 다른 곳에 보관토록 하십시오.
- 4) 시동키를 오른쪽으로 돌려 “START“ 시키면 엔진 시동이 걸립니다. 시동이 걸리면 시동키에서 손을 떼십시오.
- 5) 시동이 걸린 상태에서 시동키를 계속 잡고 있거나, 엔진 작동 중에 시동키를 돌리면 엔진 스타트모터가 고장 나므로 주의하십시오.
- 6) 스타트모터는 10초 이상 계속해서 작동시키지 마십시오. 만약 1회에 시동이 걸리지 않을 때는 30초 정도 기다린 후에 재시동을 하도록 하십시오.

② 엔진 초크밸브 스위치 ((6))

- 1) 동절기 혹은 엔진이 차가울 때 엔진 시동 시에 사용합니다. 엔진이 더울 때는 사용하지 않아도 됩니다.
- 2) 스위치를 누른 상태에서 시동키를 “START“로 돌려 엔진 시동이 걸리면 엔진의 운전 상태를 보면서 스위치에서 손을 떼도록 합니다.
- 3) 시동이 걸리자마자 스위치에서 손을 떼면 엔진이 정지될 수도 있으므로 시동이 걸리더라도 스위치에서 바로 손을 떼지 않도록 합니다.
- 4) 스위치를 계속 누르고 있으면 엔진에서 매연이 발생하고 운전이 불안정 하며, 엔진이 고장 날 수 있으므로 주의해 주십시오.

③ 엔진 회전조절 스위치 ((2))

- 1) 엔진 회전속도를 조절하며, 스위치를 조작하는 동안에만 엔진 회전조절 모터가 작동되어 엔진 회전속도가 조절됩니다.

- 2) 스위치를 놓으면 중립으로 되 돌아옵니다.
 - 3) 엔진 정지 시에는 스위치를 3초 정도 “저속” 쪽으로 조작하여 엔진이 최저속 상태에서 정지될 수 있도록 합니다.
 - 4) 스위치를 무리하게 조작하지 마십시오.
- ④ 엔진오일 경고등 ((1))
- 1) 엔진 작동 중의 엔진오일 순환상태를 지시해 주는 램프입니다.
 - 2) 시동키를 “ON” 하면 램프가 켜졌다가 시동이 걸리면 램프가 꺼집니다.
 - 3) 시동이 걸린 상태에서 램프가 켜진다면 엔진에 고장이 발생한 경우이므로 즉시 엔진을 정지하고 점검 및 정비를 해 주시기 바랍니다.
- ⑤ 약액잔량 표시등 ((3))
- 1) 약액탱크 내의 약액 잔량을 나타내줍니다.
 - 2) 잔량 표시는 200 L 구간별로 LED 램프로 표시됩니다.
 - 3) 약액잔량 표시등은 유선리모콘 좌측면에 내장되어 있으며 시동키 “ON” 상태에서 표시 램프가 점등됩니다.
- ⑥ 분무기 스위치 ((4))
- 1) 분무기를 작동시켜 주는 스위치입니다.
 - 2) 스위치를 켜면 전자클러치의 작동에 의해 분무기가 구동됩니다.
 - 3) 작업 중 불필요한 스위치 조작은 금물입니다.
 - 4) 엔진 저속에서 스위치를 “ON” 해 주십시오.
- ⑦ 송풍팬 스위치 ((5))
- 1) 송풍팬의 구동을 단속하는 스위치입니다.
 - 2) 스위치를 켜면 유압 솔레노이드밸브 작동 및 유압회로가 구성되어 유압 펌프 유압동력이 유압모터에 전달되어 송풍팬이 작동됩니다.
 - 3) 엔진 저속에서 스위치를 “ON” 해 주십시오.
- ⑧ 분무노즐 스위치 ((8))
- 1) 스위치를 “ON” 하면 분무노즐 전동밸브가 작동되고 밸브가 개방되어 분무노즐에서 약액이 분사됩니다.
 - 2) 방제작업 시 외에는 항상 분무노즐 스위치를 “OFF” 하여 밸브를 닫아 주십시오. 특히 분무노즐 밸브가 열린 상태에서 엔진을 시동하면 시동과 동시에 약액이 분무노즐에서 갑자기 분출되어 사람에게 상해를 입힐 수 있습니다.
- ⑨ 방제구간 자동/수동 전환 스위치 ((10))
- 1) 유선리모콘 우측에 부착되어 있으며 녹색으로 된 버튼식 스위치로서 송풍관의 좌, 우 선회 및 승, 하강 방제구간에 대한 자동작동 또는 수동으로의 전환을 해주는 스위치입니다.
 - 2) 스위치가 돌출되어 있으면 송풍관 방향조절 레버를 수동으로 조작하여 송풍관을 상, 하 및 좌, 우로 방향을 조절할 수 있습니다.
 - 3) 스위치가 눌러져 있으면 방제구간 자동작동 컨트롤러의 설정스위치에 의해 기 설정된 구간(설정각도) 내에서 상, 하 및 좌, 우로 송풍관이 자동 및 반복적으로 선회 및 승, 하강 작동됩니다.

⑩ 송풍관 방향조절 레버 (II)

방제구간 자동/수동 전환 스위치 수동모드(돌출상태)에서 레버를 조작하여 송풍관 방향을 상, 하 및 좌, 우의 원하는 방향으로 조절할 수 있습니다.

⑪ 열선 스위치 (5)

분무노즐부에 장착되는 열선은 옵션 사항으로서 원하는 고객에게 유상으로 제공하며, 동 절기 분무노즐 결빙을 방지할 때 사용하는 스위치입니다.

(8) 히팅장치(내동)

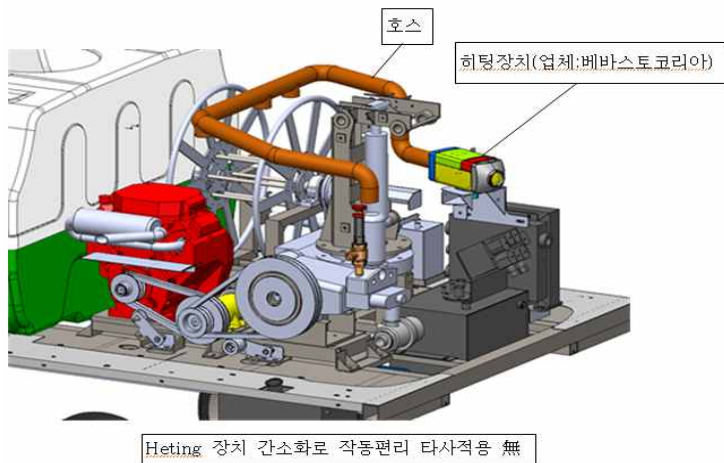
방제용 동파 방지장치 특허 제10-1541371호



베바스토코리아(Air Top 2000ST)



장비 Cover



구분	규격
사용전압	DC12V
사용연료	가솔린
연료소비량	0.07~0.14L/h
허용작동온도	-40도~20도
보관온도	-40도~80도
열풍유량	Max. 93m ³ /h
중량	2.6kg

제 3절 방역장비의 동결방지 시스템 개발

1. 방역장비 동결현상 확인을 위한 1차 실험

가. 연구개요

가축 전염병 예방을 위하여 차량형 방역장비를 동결기에 사용할 때, 동결로 인한 노즐이나 호스의 막힘의 대비책을 마련하기 위하여 동결이 주로 발생하는 조건에서 방역기의 부위별 온도변화를 관찰하였다.

나. 재료 및 방법

(1) 차량 주행 시 온도 측정

실험재료로는 시중에 유통 중인 차량형 방역장비(HTI-1000F, Hansung T&I, Korea)를 사용하였고, 그 사양은 Table 21과 같다. 노즐은 방역장비 상부의 송풍부 출구앞에 위치하며 총 16개가 설치되어 있다(Fig. 65).

차량형 방역장비가 축사간 이동 과정에서 동결이 발생할 위험이 높다고 판단하고 실제 동결 발생 여부 및 해당 부분의 온도 변화를 관찰하였다. 차량형 방역장비는 양액을 채운 후 분사기를 가동하여 30초 정도 분사를 한 후, 70~80km의 속도로 주행시키면서 온도변화를 측정하였다. 주행 후 장비를 가동시켜 노즐에서 물이 분사되는 지를 확인하여 동결 상태를 파악하였다. 주행 후 노즐 구멍(Thole), 노즐 배관(Tnozzle), 분무기(Tpump)와 외부 기온(Tair)는 다기능 온도계(AMI300, KIMO, France)를 이용하여 기록하였다.

Table 23. Specification of HTI-1000F

Item		Contents
body size		2,500 × 1,480 × 1,500 (mm)
body weight		850 kg
Engine	Model	GX 670
	Power	20.8 ps / 3,600 r.p.m
Fan	Type	Multi-vane centrifugal fan
	Fan diameter	344 mm
	Rated speed	2,500 r.p.m
	Air flow	110 m ³ / min

(2) 야간 주차 중 차량 내 온도 측정

커버와 온풍기를 설치한 실험구와 아무것도 설치하지 않은 대조구를 준비하여 야외에 설치한 후 밤사이의 온도 변화 및 동결 발생여부를 측정하였다.(Fig 66) 두 방역장비에 양액을 채우고 분사를 실시한 뒤 오후 10시부터 다음날 오전 5시까지 온도변화를 관찰하였다. 온도는 온습도로거(GT171, Giltron, Korea)를 이용하여 TL_{heat} , TL_{pump} , TL_{nozzle} 을 측정하였다. 외기 데이터를 기록하기 위하여 별도로 2개의 데이터 로거를 이용하여 외기 온도를 측정하였다.



Figure 65. Heated sprayer with cover



Figure 66. Shape of nozzle

다. 실험결과 및 분석

1) 차량 주행 시 온도 측정

외부 기온이 -2°C 일 때 10분간 주행한 후 T_{pump} , T_{nozzle} , T_{hole} 를 측정한 결과 모두 -1°C 이하의 값을 나타내었으나 실제로 동결이 일어나 노즐이 막히는 현상은 발견되지 않았다.

외부 기온이 -5°C 일 때 10분간 주행한 결과 16개의 노즐 전체가 결빙된 것을 확인할 수 있었다. 실제로 외관상으로도 노즐의 구멍부분에서부터 결빙을 눈으로 확인할 수 있었다.(Fig 66). 장비를 이용하여 노즐에 압력을 건 경우에도 물이 분사되지 않는 것을 확인할 수 있었다. 실제로 노즐을 열고 내부를 확인한 결과 Fig. 67과 같이 노즐 안쪽에 결빙이 생긴 것을 확인할 수 있었다.



Figure 67. Icicle forms at nozzle



Figure 68 Ice in the nozzle

외부 기온이 -3.4°C 일 때 10분간 주행한 결과 전체노즐의 절반인 8개의 노즐이 결빙된 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 이와 유사한 온도인 -3.7°C 에서 15분간 주행한 결과 결빙된 노즐이 10개로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.(Fig 68) 이 경우 분사되는 노즐을 관찰

한 결과, 물이 공급되는 호스에서 가장 먼 아래쪽 노즐들이 동결되는 것을 확인할 수 있었다. 실제로 온도를 측정한 결과 8시 방향의 노즐은 -2.5°C 를 나타냈고, 6시 방향의 노즐은 -3.8°C 를 나타냈다.



Figure 69 spraying on some nozzle frozen condition

Table 22에서 case 2와 case 3에서 T_{pump} 의 값이 T_{air} 에 비하여 높게 측정된 것은 해당 실험 실시 전 난방을 실시하였는데 난방으로 인하여 상승한 온도가 충분히 떨어지지 않았기 때문에 발생한 현상으로 보인다.

Table 24. Temperature and frozen condition data after driving

Case	T_{air}	Time	T_{pump}	T_{nozzle}	T_{hole}	# of frozen nozzle
1	-2	10min	-1.8	-1.0	-1.3	0
2	-5	10min	-0.3	-3.5	-3.4	16
3	-3.4	10min	2	-2.1	-2.1	8
4	-3.7	15min	-3	-3.8	-4.4	10

2) 야간 주차 중 차량 내 온도 측정

오전 5시에 T_{air} 와 실험구와 대조구의 T_{hole} 을 측정한 결과는 아래 Table 23과 같다. 대조군의 경우 별도의 난방장치가 없으므로 외기와 유사한 온도를 나타내었다. 양액통 내부를 확인한 결과 내부의 물이 얼었고 온도는 -2.2°C 로 측정되었다(Fig 69). 또 분무기와 분무기 헤드 사이의 호스도 얼어서 분무기 헤드에 압력이 걸리지 않는 문제점이 발견되었다. 이에 반하여 실험군의 경우 커버 안이라고는 하나 난방기가 있는 방역기 엔진룸 밖에서도 영상의 기온을 유지하고 있었고, 분사도 문제없이 수행되는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 히터를 설치하는 경우 야간 동파 문제를 해결할 수 있을 것으로 분석되었다.

Table 25. Temperature condition at 5 am.

T _{air} (°C)	T _{hole} (°C)	
	experiment	control
-6	4.3	-6.6



Figure 70. Frozen water tank at control

온습도 데이터 로거를 통하여 측정된 온도 변화는 Fig. 70과 같았다. 히터의 설정 온도는 20°C 였으나 외기에 의한 영향으로 히터 주변의 온도는 10°C 를 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 이보다 아래쪽에 위치한 분무기나 방역기 외부에 위치한 노즐의 온도의 경우 3~5도의 온도 범위를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 만약 히터의 온도를 5°C로 설정하였다면 분무기의 경우 영하의 값으로 떨어질 수 있으므로 동결이 발생할 수 있을 것으로 예상된다.

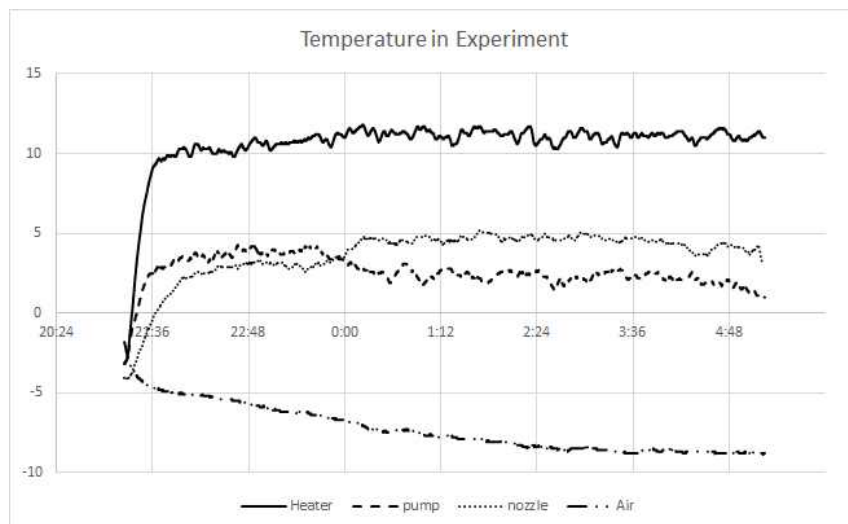


Figure 71. 방역장비 온도변화 그래프

라. 결론

차량 주행 실험결과 10분 주행 기준 -3°C 이하에서 동결이 발생하므로 해당 온도 이하에서는 방역기의 동결을 방지할 수단이 구축되어 있어야 한다. 현재 구비된 열선을 구동하는 경우 노즐 내부의 온도가 21.6°C 까지 올라가는 만큼 주행구간에 있어서는 열선을 사용하는 방법도 효과가 있을 것으로 보인다. 단, 열선을 사용하는 방법도 동결이 이미 발생한 상황에서는 효율이 떨어지므로 동결이 발생하기 전에 작동할 수 있도록 하는 방법 마련이 필요하다. 특히 호스에서 거리가 먼 노즐에서 동결이 발생하기 쉬우므로 해당 부분에 보온이 필요할 것으로 보인다.

방역기 내부의 경우 방역기 엔진을 구동시키는 것만으로도 동파를 방지할 정도의 온도 유지가 되어 실제로 도로 주행시 방역기 엔진을 켜 놓은 채로 주행하는 작업자들도 있다고 한다.

야간 주차시 동파 방지 실험의 경우 히터와 커버를 설치한 경우 커버 내부의 온도를 상온으로 유지할 수 있는 것으로 확인되었다. 단, 방역기 내부의 위치에 따라 온도 차이가 발생하므로 각 부분의 온도를 계측하여 히터의 작동을 보완하는 장치를 개발하는 등의 보완이 되면 더 좋을 것으로 보인다. 또, 히터의 연료 소모량을 최소로 하면서 동파를 방지하는 모델 개발을 생성하는 것도 추가적인 연구가 가능할 것으로 보인다.

추후 정확한 열전달 모델을 개발하기 위하여 온도/주행속도/주행시간을 조절하며 추가적인 실험을 수행할 필요가 있겠다.

2. 방역장비 동결현상 확인을 위한 2차 실험

가. 개요

방역장비 동결현상 확인을 위한 1차 실험 결과 방역장비의 주행조건에 따른 동결현상의 차이가 있는 것을 확인하였고 이에 대한 추가적인 실험을 수행하였다.

나. 재료 및 방법

2015년 3월초에 충청남도 아산에서 실험을 실시하여 주행속도와 주행시간에 의한 노즐의 동결현상을 측정하였다. 실험재료는 1차실험과 동일하였다. 실험 당시의 외기 온도는 $-2^{\circ}\text{C} \sim -6^{\circ}\text{C}$ 범위에서 변화하였고 습도는 40% 전후, 풍속은 $6 \sim 7\text{m/s}$ 를 나타내었다. 방역장비 구동 후, 도로를 주행시키고 노즐의 동결 여부를 관찰하였다. 노즐의 동결정도는 방역장비를 가동시켜 분사되지 않는 노즐의 개수로 파악하였고, 추가적으로 노즐 구멍(T_{hole}), 노즐 배관(T_{nozzle}), 외부 기온(T_{air})은 다기능 온도계(AMI300, KIMO, France)를 이용하여 기록하였다.

다. 결과 및 고찰

2차 실험을 실시한 결과 -2.5°C 에서도 동결이 발생하였다. -2°C 와 -2.5°C 사이의 지점에 대하여서는 향후 추가적인 실험이 수행되어야 할 것으로 보인다. 외부 기온이 -2.5°C 이하로 떨어지는 경우 열선 등의 난방장치를 가동하는 것이 필요할 것으로 보인다. 또, 주행시간과 속도를 변화시키며 노즐의 동결 상태를 관찰한 결과 Table 24와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 주행시간과 속도 모두 결빙 노즐의 개수와 양의 상관관계가 있는 것으로 나타

났고, 주행 속도에 비하여 주행 시간에 의한 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

Table 26. Temperature and frozen condition data Experiment 2

Time	Velocity	T _{air}	T _{nozzle}	T _{hole}	# of frozen nozzle
3min	60	-3.57	-1.45	-1.925	10
3min	80	-3.83	-2.6	-2.97	11.33
5min	60	-3.8	-3.2	-3.45	12.5

라. 결론

차량형 방역장비의 동절기 사용에 있어 노즐 및 배관의 동결 문제를 분석하기 위하여 기온과 차량의 주행속도, 주행 시간을 변화시키면서 실험을 실시하였고 그 결과 외기온도가 -2℃와 -2.5℃ 사이에서 노즐의 동결이 일어나는 것으로 나타났다. 이 외에 영향을 미치는 요소에 대한 추가적인 분석이 필요하다. 주행시간과 주행속도 모두 결빙 노즐 개수와 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

3. 동파 방지 시스템 설계

동절기 펌프에서부터 배관, 분사노즐에 이르기까지 결빙으로 인하여 피해가 발생하는 것을 확인하여 다양한 결빙방지 시스템을 적용하였다.

기본적으로는 송풍노즐, 분무펌프, 소독액 탱크, 호스 릴 부분에 결빙방지를 위하여 부동액을 순환시키는 방식을 도입하였다.(Fig 71) 그리고 송풍노즐부에는 열선을 이용하여 가운을 실시하였다.(Fig 72)



Figure 72 부동액 순환통



Figure 73 송풍노즐열선



Figure 74 분무펌프 잔류액 배출밸브

이 외에도 분무펌프 잔류액 배출밸브를 적용하였는데, 이는 방제장비의 분사 후 배관 내 소독액이 잔류하는 경우 낮은 외기의 영향으로 동결하여 배관 및 펌프의 파손을 야기하는 현상이 발생하므로 이를 방지하기 위하여 작업자가 엔진을 정지시켜 배관내 압력이 떨어지는 경우 배관 내 소독액을 자동적으로 퇴수시키기 위한 장치로, 액체가 저장되는 액체탱크와 차량 적재 프레임에 설치되어 상하, 좌우 회전되며, 단부에 살수건과 분사노즐 중 어느 하나로 구성된 액체 뿌리개가 설치되어 액체를 스프레이 하는 액체분사장치와 동력에 의해 구동되어 상기 액체탱크에 저장된 액체를 펌핑하여 일정한 압력으로 상기 뿌리개에 연결된 액체송출호스로 압입 송출하는 펌프와 상기 액체송출호스의 액체송출경로에 설치

되며, 상기 펌프의 압입 송출에 응답하여 드레인 밸브를 폐쇄하여 상기 압입 송출되는 액체를 상기 뿌리개로 송출하고, 상기 압입 송출의 차단에 응답하여 드레인 밸브를 개방하여 상기 액체공급로 상의 액체를 드레인 측으로 배출하는 드레인체크밸브를 포함하여 구성된다.

또, 야간 실외 주차 시 발생하는 동결 피해를 방지하기 위하여 소형 히터(Air Top 2000 ST, Webasto, USA)를 방역장비 내부에 설치하여 외부온도가 설정온도 이하로 떨어지는 경우 주요기능부위인 분무 펌프, 호스 릴, 배관라인 결빙을 방지하고자 하였다(Fig 74). 그 제원은 Table 25와 같다.

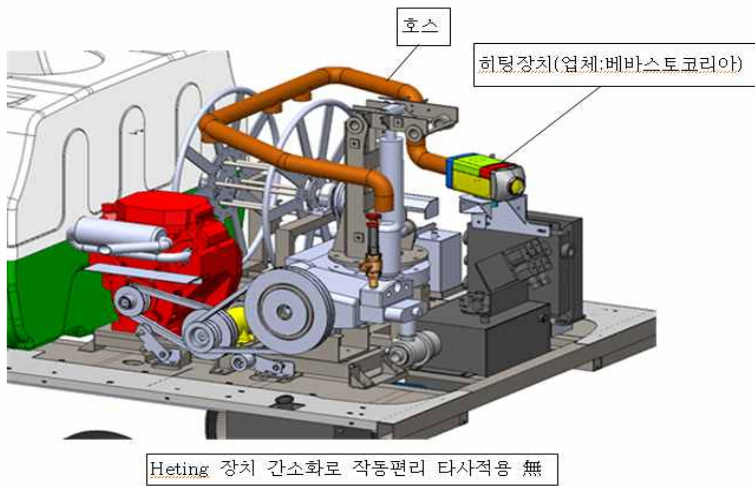


Table 27 히터장비 사양

구 분	규 격
사용전압	DC12V
사용연료	가솔린
연료소비량	0.07~0.14L/h
허용작동온도	-40도~20도
보관온도	-40도~80도
열풍유량	Max. 93m ³ /h
중량	2.6kg

Figure 75 방역장비 내부 히터 설치

4. 방역장비 내동성 현장 테스트

가. 연구개요

방역장비의 내동 시스템을 구축하고 성능을 테스트 하기 위하여 냉동 탑차에 방역장비와 내동 시스템을 집어넣고 내동성을 테스트해 보았다.

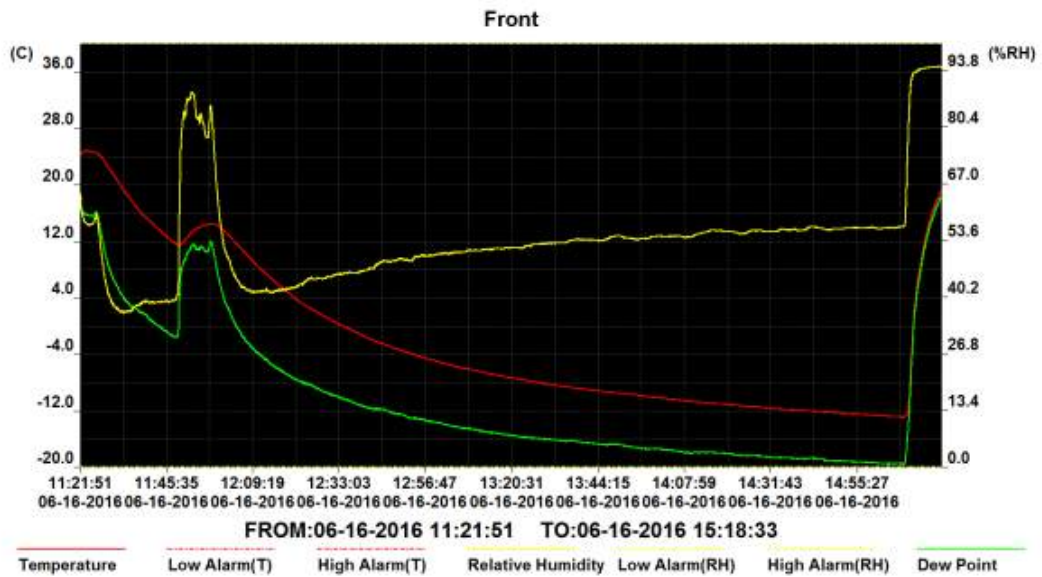
나. 재료 및 방법

시중에서 활용이 가능한 냉동 탑차를 대여하여 개발된 방역장비를 투입하여 실험을 실시하였다. 온도는 온습도로거(GT171, Giltron, Korea)를 이용하여 기록하였다.



Figure 76 실험에 이용한 냉동탑차 내 외부 사진

차량에 별도의 온도 제어 장치가 없어 내부의 온도를 직접 측정해 보았더니 한낮에도 영하 10도 이상 떨어지는 것을 확인하였다.



실험은 두 가지로 진행하였다. 우선 첫 번째는, 오후 7시부터 아침 7시까지 냉동차의 냉동을 가동시키고, 방제기의 내동 시스템도 가동시켜 장비에 이상이 발생하는지를 파악하였다. 장비의 내동시스템은 덮개를 덮은 상태에서 내부 히터를 최하로 켜놓은 상태에서 진행하였다. 장비의 실제 상태와 유사하도록 실험 직전에 방역장비에서 물을 조금 분사하여 노즐을 젖어있는 상태로 만들고 진행하였다.



Figure 78 내한용 덮개를 씌운 방역장비

두 번째는 주간엔 내동시스템을 구동하지 않은 상태에서 냉동탑차의 냉방을 on-off 제어를 통하여 영하 3.5 ℃ 정도를 유지하면서 방역장비의 상태를 관찰하였다. 이는 동절기에 수행하는 방역장비의 내동성을 테스트 하기 위함이었다.

온습도데이터 로거는 방역탑차 네 벽면 중앙에 하나씩 부착하였고, 방역장비 커버 안쪽에 2개, 노즐이 있는 송풍구 전면엔 2개 설치하여 총 8개로 온도를 로깅하였다.

다. 결과 및 고찰

(1) 내동시스템 실험

방역장비 내동성 야간실험의 결과는 아래 그래프와 같이 나타났다. 보시는 것과 같이 냉동탑차 벽면에 붙여놓은 온도로거들은 모두 영하 10℃를 나타냈으나 방역장비에 붙여놓았던 온습도로거들은 모두 상온의 온도를 나타내었다. 특히 분무기 앞에 설치된 온습도 로거에서는 30도가 넘는 온도가 기록되었는데, 이는 방역장비 내부를 데우는 히터의 출구 중의 하나가 분무기 앞으로 나오기 때문이라고 판단된다.

주간엔 온도측정에서 냉동탑차 실내가 영하 10도 이하로 떨어져서 야간 실험에는 그 이하로 떨어지지 않을까 걱정했는데, 방역장비의 히터에서 발생하는 열량이 커서 오히려 냉동탑차 내부의 온도를 영하 10도로 유지한 것으로 보인다. 이로써 방역장비를 겨울철 외부에 주차시켜 놓더라도 내동용 덮개와 히팅 장치만 설치되어 있으면 동파 문제에 걱정없이 지나갈 수 있을 것으로 보인다.

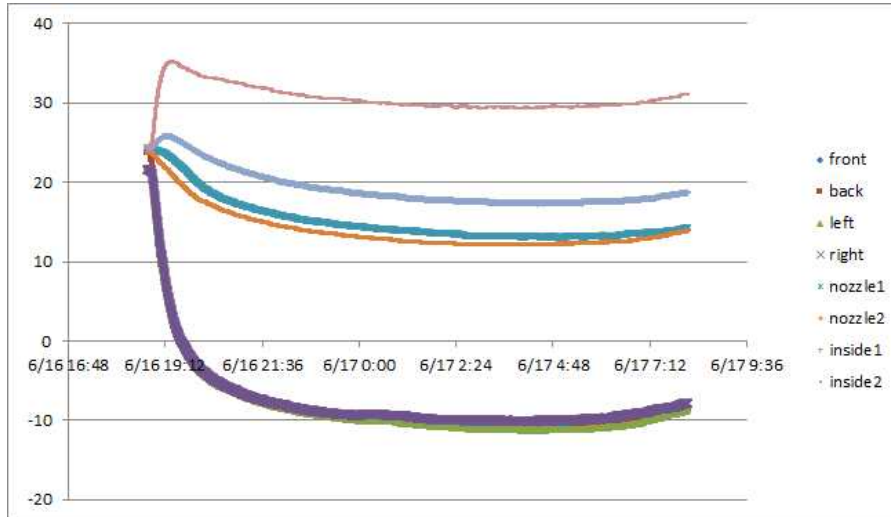


Figure 79 야간 실험 온도 데이터

(2) 노즐 자체 내동성 테스트

실험결과 냉동탑차 내부는 전체적으로 영하 3.5~4°C 사이를 유지한 상태였다. 1시간의 냉방이 끝나고 장비의 상태를 확인한 결과 노즐 끝단에 일부에서 살얼음이 얼었긴 하였지만 전체 시스템에서는 동파 현상이 발견되지 않아 정상적으로 분무가 가능한 것을 확인할 수 있었다.

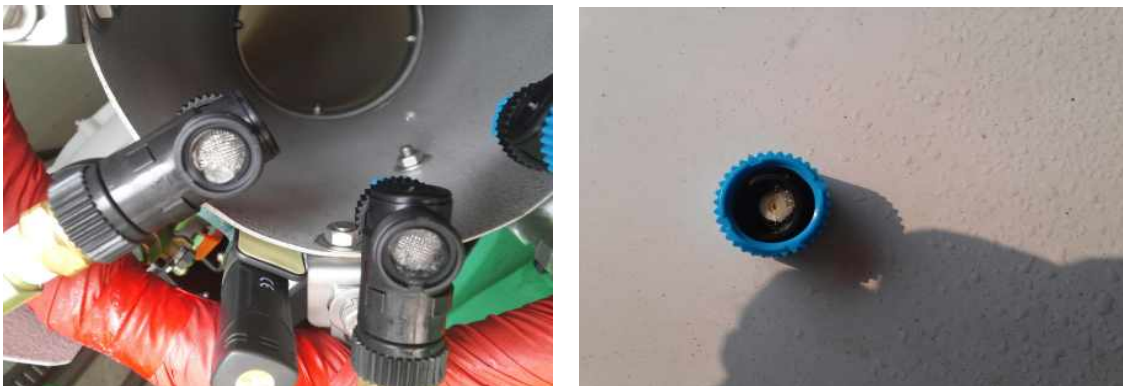


Figure 80 노즐 내동성 실험 결과

라. 결론

방역장비의 동절기 내동성 확보를 위하여 1차 예비실험을 바탕으로 개선된 내동시스템을 구현하였다. 냉동 탑차를 이용하여 동절기 환경을 구성하고 방역장비의 내동 시스템을 구현하며 상태를 관찰한 결과 영하 15°C는 내려갈 환경 조건에서 오히려 영하 10°C에서 열평형을 이룰 정도의 열량을 발산하는 것을 확인할 수 있었다.

또, 노즐부나 기타 부분에 내동성 확보를 위한 시도들을 도입한 결과 동절기 조건에서도 동파가 발생되지 않을 수 있었다. 최종적으로 영하 20°C 이하까지 내동성능이 보장하는 것으로 확인되어 겨울철 동파에도 문제가 없을 것으로 보인다. 향후 본 기술을 보완하여 방역장비에 더욱 적합하게 개선하고자 한다.

제 4절 방역장비 소음 저감 연구

1. 방역차량 시작기 소음 테스트

가. 개요

전방위 살포기의 소음 저감을 위하여 현재 유통되는 제품과 유사하게 시작기를 제작하곡 소음 수준과 각 부분별 소음의 정도를 파악하기로 하였다. 이를 위하여 살포기 주변에서 위치와 차량과의 거리, 높이 등을 조절하면서 소음의 정도를 측정하였다. 또, 양액 탱크의 양액 잔량이 소음에 미치는 영향을 파악하기 위한 실험도 진행하였다.

나. 실험재료 및 방법

(1) 실험재료

소음측정기(Sound level meter)는 CESVA사에서 나온 SC-20C 모델을 이용하여 소음을 측정하였다. 해당 장비의 경우 소음 크기는 측정이 가능하지만 주파수 분석은 되지 않아 단순히 소음의 크기만 측정하였다. 장치는 Ls - Leq1' - Freq Weighting A로 놓은 상태에서 측정을 진행하였고, 실험장소의 압소음은 49~53dB로 측정되었다. 실험은 각 위치별로 30초 정도 측정하면서 변동하는 소음의 최소값과 최대값을 기록하였다.

전방위 살포기는 한성에서 기존에 제작한 방역장비를 이용하였으며 해당장비를 트럭에 실어놓은 상태였다. 전방위 살포기의 프레임은 방진고무 없이 장착하는 방식이었으며 외부 커버와 프레임 결합부에만 방진고무가 설치되어 있었다. 살포기의 엔진은 35마력이고, 블로워는 전향식이며 Fan은 최대 2400rpm까지 작동할 수 있었다. 양액통의 용량은 1000L였다. 실험은 모든 장비를 최대 출력으로 놓고 실험하였다. 자세한 제원은 Table 26과 같다.

Table 28. Specification of HTI-1000F

Item	Contents	
body size	2,500 × 1,480 × 1,500 (mm)	
body weight	850 kg	
Engine	Model	GX 670
	Power	20.8 ps / 3,600 r.p.m
Fan	Type	Multi-vane centrifugal fan
	Fan diameter	344 mm
	Rated speed	2,500 r.p.m
	Air flow	110 m ³ / min

(2) 전방위 살포기 주변 위치에 따른 소음 수준 측정

전방위 살포기의 사방으로 6 point를 잡고(Fig. 81) 소음 측정기를 이동시키며 소음수준을 측정하였다. 소음측정기는 지상으로부터 0.9m 높이에 위치하였고 살포기의 작동 상태에 따른 소음 변화도 측정하기 위하여 작동상태를 4단계로 변경하며 실험하였다.(Table 27)

위치별 소음 수준을 파악한 후 더 정밀한 분석을 위하여 차량과 소음측정기의 간격을 0.3m로 좁힌 후 위치를 변화시키면서 소음의 세기를 측정하였다. (Fig. 82) 소음측정기의 높이는 0.9m 로 유지하였다.



Figure 81 Appearance of sprayer

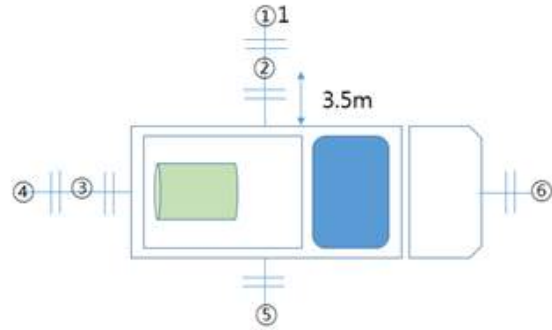


Figure 82. Position of sound level meter

Table 29. Treatment of experiment

Condition	Treatment
1	Engine
2	Engine, Sprayer(spray off)
3	Engine, Sprayer(spray off)+Fan
4	Engine, Sprayer (spray on)+Fan(rotated to ⑤)

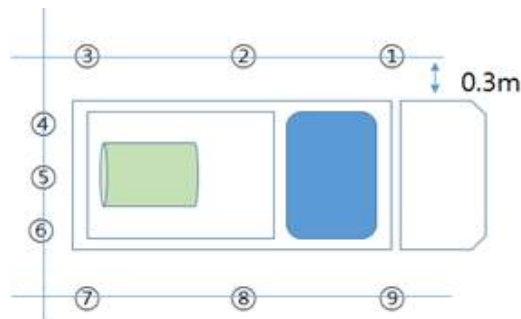


Figure 83. Position of sound level meter in colser experiment

(3) 높이별 소음 수준 분석

방제기 주변에서 소음측정기의 높이를 변화시키면서 소음값의 변화 여부를 측정하였다. 소음측정기를 Fig. 81의 ②의 위치에 놓고, 높이를 1.9, 2.9, 3.9m로 증가시켜 가며 소음의 변화를 측정하였다. 소독방제기의 작동상태는 Table 27의 condition 4와 같았다. 또 이와 반대로 소음측정기를 바닥에 가까이 놓고 소음에 미치는 영향을 측정하였다. 소음측정기를 Fig. 81의 ① ~ ⑥의 위치로 이동하면서 측정하였고 높이는 지상으로부터 0.1m로 조정하였으며 소독방제기의 작동상태는 Table 27의 condition 3과 같았다.

(4) 양액통 잔량에 따른 소음 변화 측정

소독액 분사를 통하여 양액통내 잔량이 줄어들어 공간이 발생하는 경우 공진효과로 인한 소음의 증가여부를 평가하기 위하여 양액잔량을 변화시키면서 소음의 크기를 측정하였다. 양액잔량이 100L인 상태와 750L인 상태에서 소음을 측정하여 비교하였다. 소음측정기는 Fig. 81의 6 지점을 이동하며 측정하였으며 높이는 0.9m이었으며 소독방제기의 작동상태는 Table 27의 condition 3과 같았다.

나. 실험결과 및 고찰

(1) 전방위 살포기 주변 위치에 따른 소음 수준 측정

살포기 주변의 소음을 분석한 결과 장비의 작동 상태에 따라 전방위 살포기 주변의 소음은 69.6~82.7dB의 값이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.(Table 28) 실제적으로 장비와의 거리가 멀고, 작동 방향의 반대쪽에 위치한 6번 지점의 데이터를 제외하면 72.5 ~82.7dB의 소음이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

작동 장비에 따라서는 엔진만 켜질때와 비교하였을 때, 엔진+분무기 조건에서는 소음의 변화가 미비한 것을 볼 수 있었지만 송풍기까지 함께 작동한 경우 5dB 정도 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 물을 분사함으로써 생기는 차이도 미미하다고 볼 수 있었다.

각 지점의 소음 측정값의 평균값을 이용하여 위치별 소음의 차이가 있는지 분석한 결과 p값이 0.0094로 나와 위치별로 차이가 있는 것으로 나타났으며 Duncan 분석을 통하여 그룹화 한 결과 A,B,C 세 그룹으로 분류되어 2와 3번 위치에서의 소음이 다른 위치보다 크다는 것을 확인할 수 있었다.(Table 29)

Table 30. Sound level(dB) of each position in sprayer

Condition	1	2	3	4	5	6
1	73.6~73.8	77.4~77.6	75.6~75.8	72.5~72.8	76.6~76.8	69.6~70.0
2	74.1~74.5	77.5~77.8	76.4~76.6	72.6~73.0	75.8~76.0	70.0~70.5
3	78.8~79.2	82.3~82.7	81.7~82.0	77.2~77.5	78.9~79.2	72.0~72.3
4	78.6~79.1	81.5~82.1	79.9~80.2	76.7~77.0		75.7~76.0

Table 31. Duncan grouping of sound level on each position

Duncan Grouping	Mean	N	position
A	79.875	4	2
B	78.550	4	3
B	77.233	3	5
B	76.475	4	1
B	74.950	4	4
C	72.025	4	6

추가적인 실험의 결과 2번과 5번 위치에서 소음이 가장 크게 나타났으며(Fig. 83) 이는 2번 위치에 있는 배기구와 5번 위치에 있는 송풍기가 원인은 것으로 나타났다. 따라서 앞으로 장비의 소음을 줄이는 데 있어서 해당 부분에 개선이 필요한 것으로 나타났다.



Figure 84. Sound level of each position in Experiment 5

(2) 높이별 소음 수준 분석

높이를 증가시켜 가며 소음을 측정할 경우 해당 범위에서는 높이 상승에 따른 소음의 크기의 변화는 없는 것으로 나타났다.(Table 30)

Table 32. Sound level change according to height

Height(m)	0.9	1.9	2.9	3.9
Sound level(dB)	81.5~82.1	81.2~81.5	80.8~81.4	81.4~81.8

이와 반대로 소음측정기의 위치를 바닥으로부터 0.1m로 설정한 결과 0.9m에 설치하였을 때에 비하여 소음이 평균적으로 1.5dB 증가하는 것을 확인할 수 있었다(Table 31). 이는 소음측정기가 바닥에 설치되는 경우 바닥에 의한 반사음이 측정기에 그대로 유입되어 실제 소음보다 더 높게 측정된 것으로 보인다.

Table 33. Sound level when height of microphone is 0.1m

Position	1	2	3	4	5	6
sound level	79.6~79.9	82.7~83.3	83.6~84.0	78.4~78.9	80.6~81.1	74.7~75.0

1) 양액통 잔량에 따른 소음 변화 측정

양액이 100L인 상태에서 측정하여 750L가 들어있던 상태의 데이터와 비교하였으나 소음 값에서 유의미한 경향은 나타나지 않았다.

Table 34. Measurements of sound level according to solution residue

Position	Solution Residue	1	2	3	4	5	6
Sound level (dB)	750L	79	82.5	81.9	77.4	79.1	72.2
	100L	78.2	81.4	81.8	77.5	79.6	73.8

추가적으로, 측정 실험 중에 주변에서 사람이거나 차량이 지나가는 경우 소음이 더 크게 증가하였음. 따라서 추후 실험을 위해서는 사람이거나 차량의 접근을 차단해야 할 것으로 보임. 또, 소독방제기의 경우도 자동차의 시동을 걸거나 주행하면서 측정하는 경우 현재의 결과에 비하여 더 높은 소음이 측정될 것으로 보인다.

실험 1의 결과에서 같은 거리에 있는 2와 5를 보았을 때, 1~3dB 정도의 차이를 보이는데 실제 작업 방향과 배기가스 분사 방향을 다르게 하는 것이 소음 피해를 줄일 수도 있을 것으로 보인다.

송풍기를 작동시키는 경우 소음 크기가 5dB정도 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 해당 부분에서 소음을 줄이는 것이 가장 필요하다고 판단된다. 실험 5의 결과를 보았을 때 송풍기와 엔진배기구의 중간 지점인 3번과 4번 지점에서 소음이 6번지점보다 더 작게 나왔다. 따라서 실제적인 소음은 5번과 6번 사이 지점에 존재하는 것으로 보이므로 이 부분의 보완이 필요해 보인다.

다. 결론

전방위 방제기의 소음수준을 살펴본 결과 69.6~82.7dB 수준의 소음이 발생하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 거리에 따라 측정값이 달라질 것으로 보이나 점차 강화되고 있는 생활 소음 규제 기준을 보았을 때 소폭의 소음 저감이 필요할 것으로 보인다.

높이에 따른 소음 수준의 차이를 살펴 보았을 때, 4m 이하 범위에서는 소음기의 위치에 따른 차이는 크지 않았고, 다만 바닥 가까이에 설치하였을 경우 바닥에 의한 반사음의 영향을 받으므로 KS 규격에 맞도록 1.2m 또는 1.5m 높이에서 측정하는 것이 적합하다고 하겠다.

양액탱크의 양액 함량이 줄어드는 경우 빈 공간으로 인해 발생하는 공진 효과의 영향을 보기 위한 실험을 수행하였으나 차이는 별로 없는 것으로 나타났다.

차량내 위치별 소음정도를 비교한 결과 2번과 5번 위치에서 소음이 크게 나타났고 이는 각 위치에 존재하는 배기구와 송풍기에 의한 영향으로 보인다. 따라서 해당 부분의 개선이 가장 시급한 것으로 나타났다.

2. 2차 장비소음 테스트

가. 연구개요

방역장비의 소음 저감을 위하여 방역장비 2차 제작품에서는 송풍기를 PE(polyethylene) 재질의 시로코팬으로 교체하였다. 그 결과 소음이 어느정도 감소하였는지를 확인하기 위하여 소음 측정을 실시하였다.

나. 재료 및 방법

1) 실험재료

소음측정기(Sound level meter)는 CESVA사에서 나온 SC-20C 모델을 이용하여 소음을 측정하였다. 해당 장비의 경우 소음 크기는 측정이 가능하지만 주파수 분석은 되지 않아 분석 시물레이션이 설치된 노트북을 지참하였으나 장치상의 문제로 분석이 잘 진행되지 않아 단순히 소음의 크기만 측정하였다. 계측은 소음기를 $L_s - Leq1' - \text{Freq Weighting A}$ 로 셋팅한 상태에서 측정을 진행하였고, 실험장소의 압소음은 49~53dB로 측정되었다. 실험은 각 위치별로 30초 정도 측정하면서 변동하는 소음의 최소값과 최대값을 기록하였다. 방역장비의 제원은 아래 Table 33과 같다.

Table 35 Specification of spraying machine

항 목		내 용	비 고
크기(길이×폭×높이)		4800 × 1950 × 2320 (mm)	
건 조 중 량		2080 kg	
엔 진	형 식 명	GX690 / HONDA(일본)	
	형 식	V형 공랭 2기통 가솔린엔진	
	정격출력	14.0 kW(19ps) / 3600 rpm	
	최대출력	16.5 kW(22.4ps) / 3600 rpm	
송 풍 기	살포방식	공기분사식	
	형 식	축류식	
	토출구경	Ø215 mm (송풍팬 직경 Ø300)	
	상용회전속도	2700 rpm	
	풍 량	120 m ³ /min	
	축 동 력	9.6 kW (13ps)	

소음 측정은 KS 표준을 참조하여 차량 반경 10m 지점에 8포인트와 차량 운전석 위치에서 실시하였다. 실험 당시 G쪽이 동쪽 방향이었고, 온도는 30℃, 습도는 55%, 송풍기의 속도는 2388rpm, 바람은 서북서 방향으로 3m/s로 불고 있었다. 당시 엔진 배기구는 A와 B 사이의 방향을 향하고 있었고, 송풍기는 E 방향을 바라보고 있었다.

실험 조건으로는 방역장비의 1) 엔진만 구동하였을 때, 2) 엔진과 분무기를 구동하였을 때, 3) 엔진과 팬을 구동하였을 때, 4) 엔진과 분무기와 팬을 모두 구동하여 물을 분사하고 있는 상황으로 나누어 진행하였다.

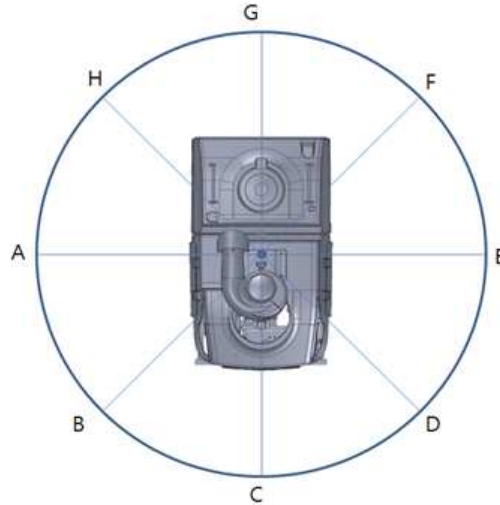


Figure 85 Noise measuring points

나. 결과 및 고찰

실험결과 각 지점에서의 소음량은 Table 34와 같았다. 우선 기본적으로 차량 안이 다른 지점에 비하여 10% 정도 낮은 것을 확인할 수 있었다. 방역작업자의 경우 대부분 타량에 탑승한 상태로 방역작업을 진행하므로 소음이 방역작업자에게 미치는 영향은 상대적으로 적다고 볼 수 있겠다.

지점별로는 A와 B 방향이 송풍기 방향인 E 에 비하여 소음이 높게 나타났다. 이는 1차 실험에서 나타난 결과와 같이 방역장비의 엔진 소음이 방역장비 전체 소음에서 차지하는 비중이 가장 크다는 것을 의미하는 것이었다. 즉 방역장비 전체 소음을 저감하기 위하여서는 엔진 자체를 교체하든지, 엔진 소음기에 대한 연구가 추가되어야 할 것으로 보인다.

다만 소음 크기 자체는 1차실험때에 비하여 감소한 것을 확인 할 수 있어서 송풍기의 교체가 소음을 낮추는데 효과가 있었음은 확인할 수 있었다.

Table 36 Noise level of experiment 1 at each position

condition	A	B	C	D	E	F	G	H	In	Avg.
1	68.0	69.7	66.6	67.8	65.9	64.8	59.0	65.3	59.8	65.2
2	71.7	73.7	70.5	70.5	68.0	68.4	63.2	69.7	64.9	69.0
3	71.5	73.1	70.5	70.3	68.1	67.9	63.0	68.7	63.7	69.
4	73.4	74.9	72.4	72.9	70.1	70.3	64.0	72.4	64.2	71.0

다. 결론

방역장비의 소음을 저감하기 위하여 송풍기를 소음이 적게 발생한다는 시로코팬으로 교체하여 소음 측정을 진행하였다. 1, 2차 실험을 비교한 결과 송풍기에서 발생하는 소음이 약 4dB정도 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 다만 방역장비 전체의 소음은 엔진에서 발생하는 소음이 가장 지배적인 것으로 나타나 향후 소음 저감을 위하여서는 저소음 엔진을 도입하거나 엔진 소음기를 교체하는 등의 접근이 필요하다고 판단된다.

제 5절 차량에 의한 유기물 전파특성 분석

1. 유기물 전파 특성

가. 조류독감

조류 독감(bird flu)은 조류 인플루엔자(avian influenza, avian flu, bird flu)라고도 하는 조류의 전염성 호흡기 질병이다. 조류독감은 'A형 인플루엔자'에 속하는 바이러스 질병이며 사람에게 감염될 수 있기 때문에 인수공통전염병으로 양계와 오리사육만이 아니라 공중보건 차원에서 주목을 받고 있다. 1900년대 초에 이탈리아에서 보고되었으며 우리나라도 2000년대 들어 자주 발생하고 많은 피해를 주고 있다. 병원성이 강한 바이러스는 일반 환경에서도 장기간 생존할 수 있다. 특히 날씨가 추운 경우 감염된 조류의 조직이나 대변에서 장기간 생존할 수 있다.

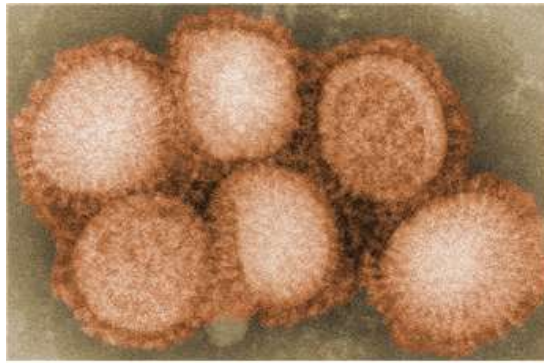


Figure 86 조류독감 바이러스 (H1N1)

(1) 조류독감의 발생과 피해

조류독감은 전세계적으로 발생하고 있으며, 우리나라는 2003년 12월 11일 충북에서 조류 인플루엔자가 확인된 이후 2006년, 2008년, 2010년, 2014년 등 자주 발생하여 양계산업 및 오리사육산업에 피해를 주고 있으며, 그 피해는 예방적 살처분에 따른 농가피해는 물론 방역에 사용되는 비용과 방역으로 인한 경제활동 위축 등으로 경제적 피해규모는 막대하다.

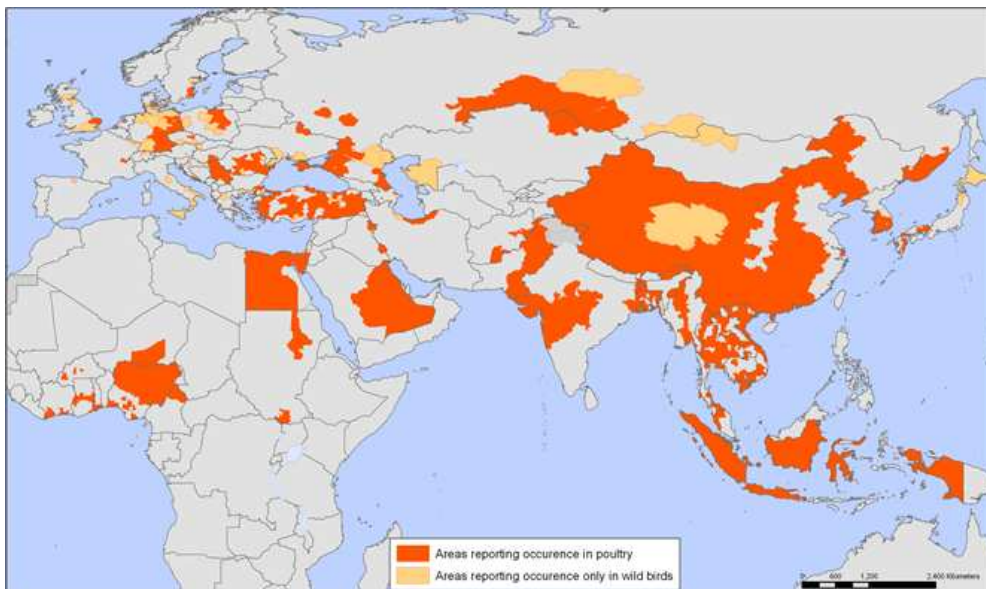


Figure 87 2003년 이후 H5N1 조류독감의 발생지역 (출처: OIE)

(2) 조류독감의 전파 경로

조류독감은 모든 조류에 발병하며 계절에 따라 이동하는 철새 등 야생조류에 감염되는 경우 전파속도가 빠르고 광범위하다. 특히 철새와 가축이 접촉할 가능성이 있는 경우 사양하는 닭과 오리 등에 전염될 수 있다. 감염은 오염된 조류의 깃털, 호흡기 분비물과 대변에 의해 이루어지며 특히 오염된 대변이 다시 구강을 통한 감염을 일으키는 경우가 많다.

전염성이 강하고 조류 인플루엔자는 오염된 기구, 매개체, 사료, 새장, 옷 등을 통한 기계적 전파를 한다. 또한 감염된 조류에 의해 물이 오염될 수도 있다. 일단 양계농장이나 종계장 등에서 발생하는 경우 유통과정을 통하여 또는 오염된 차량이나 사람에 의하여 2차적인 전파가 가능하므로 예방 차원의 살처분과 차단방역이 필요하다.

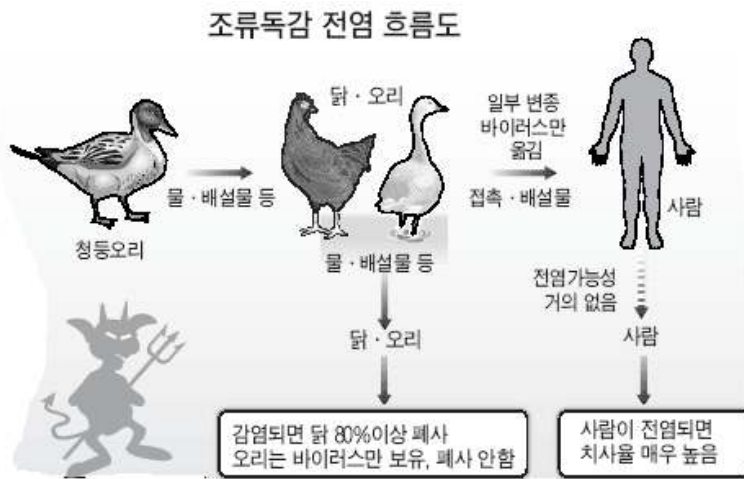


Figure 88 조류독감의 전파 경로

나. 양계산업과 닭 또는 관련 자재의 이동 경로

닭고기 산업은 계열화가 빠르게 진전되어 전체 육계농가 중 90%이상이 계열 농가인 것으로 추정되고 있다. 한국농수산물유통공사 조사결과에 의하면 2011년 기준 육계농가가 계열업체에 출하는 비중은 91%이며, 산지유통인에게 출하하는 비중은 9%인 것으로 나타났다.

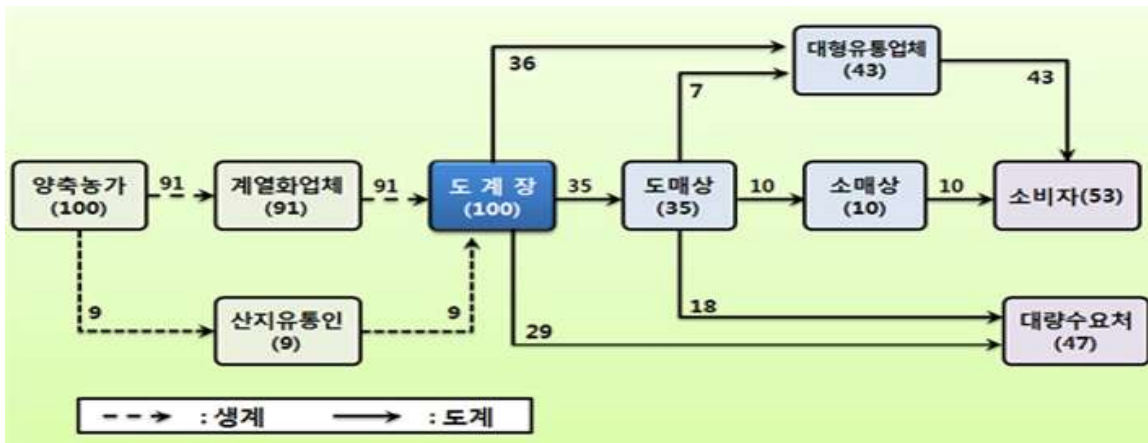


Figure 89 닭고기 유통경로(한국농수산물유통공사, 2011)

조류독감은 생체에 발생하는 질병이고 양계농가에서 발견되므로 산 닭으로 유통되는 경로와 닭을 생산하는 과정에서 조류독감 오염원이 전파될 가능성이 높다. 닭의 생산과정을 살펴보면 전문화되는 과정에서 종계장과 육계장, 산란계장, 부화장이 있으며 사료와 수의약품과 같은 자재상, 계분을 수집하고 퇴비화하여 판매하는 퇴비상 등이 관련되어 있다. 닭의 생산과정에서 이동 및 접촉경로를 그림으로 표시하면 Fig. 89와 같다.

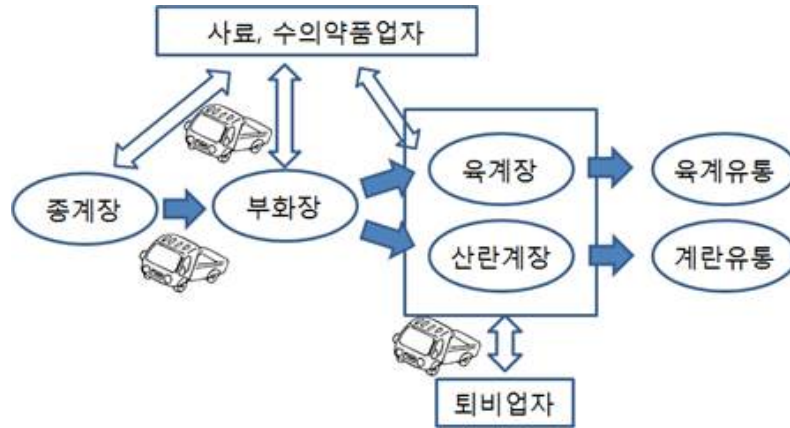


Figure 90 닭의 생산과정 이동 및 접촉 경로

한편 각 단계에서 사용되는 차량을 살펴보면 산 닭을 운반하는 차량은 작은 케이지 구조로 나뉘어진 다층 구조로서 제대로 내부를 청소하기 힘든 구조를 갖추고 있다.



Figure 91 산 닭을 운반하는 차량(깨끗한 상태와 실제 모습)

한편 닭의 분변은 발효하여 농업용 퇴비로 사용되므로 유기질 퇴비업자도 양계농가를 방문하게 되며 Figure 91는 계분퇴비와 유통되는 모습을 나타낸 것이다.



Figure 92. 계분 퇴비와 유통되어 사용되기 전의 모습

달걀은 부화장이나 산란계 유통업체로 유통되며 위생적인 전용차량도 있지만 일반차량을 이용하는 경우가 대부분이다(Fig 92).



Figure 93 달걀 운송차량(일반 차량과 전용차량)

다. 양계농가 내부에서 오염물질의 이동

양계농가 내부에서 이루어 지는 사료급여, 달걀수집, 분변수집 작업은 다양한 기계와 도구가 이용되지만 사료급여와 달걀수집은 일정 규모 이상의 양계농가의 경우 자동된 고정 시설에 의해 이루어지지만 계사를 청소하는 것은 계사청소기와 같이 외부에서 내부로 차량이 진입하게 된다. 또한 모아진 계분은 양계장 계분장에 모아졌다가 퇴비업자에게 인도 된다. 따라서 조류독감에 오염된 양계농가의 경우 오염된 물질인 계분과 깃털 등은 계분처리와 환풍기 필터 등에 집적되고 이들이 외부와 접촉하게 된다.

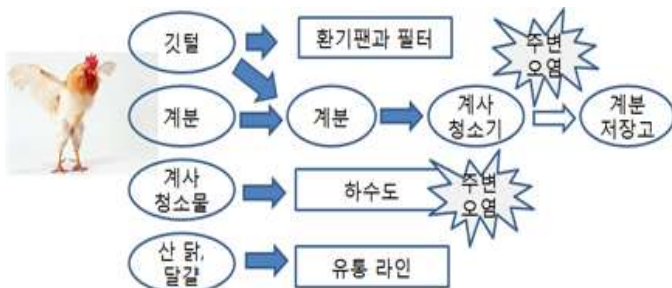


Figure 94 농장내 오염물질 이동경로



Figure 95 계사 청소기

따라서 오염물질(깃털, 분비물, 계분, 등)은 계사청소기나 청소도구 등에 의해 계사 내부에서 계사외부로 이동하게 되며, 환기팬이나 필터를 청소하고 수거된 먼지 등도 확률은 낮지만 오염물질을 이동시키는 경로로 작용할 수 있으며 계사를 청소한 물도 소독이나 살균되지 않는 경우 하수를 오염시키고 방류될 경우 주변을 오염시킬 수 있다.

라. 계분의 특성과 전파특성

계분은 밀도가 0.34 g/cm³ 정도로 물에 비하여 가볍고 모아진 상태에서 생계분 함수율이 70%에 이를 만큼 수분을 많이 포함하고 있으며, 탄소함량이 36.5%로서 많은 유기물질을 포함하였기에 수분이 있는 경우 점착성이 크고 토양 입자를 서로 뭉치게하는 특성을 가지고 있다. 특히 닭이 설사하거나 곰팡이에 오염된 사료를 섭취할 경우 계분의 수분농도는 더욱 높아진다.



Figure 96 계분 저장고

오염된 사체를 방치하는 등 비정상적인 농장관리를 배제한다면 농장내 오염물질은 양계용 케이지, 급수장치, 사료공급장치 및 양계장 바닥 등 양계장 내부와 양계장을 드나드는 스킨드러거나 계사청소기에 의해 전파된다.

양계장 외부의 차단방역을 관심사로 보면 축분에 의한 주변오염이 주요 소독대상이 될 것이므로 주변오염이 이루어지는 과정을 세분해 보면 Fig. 96과 같다.



Figure 97 양계장 내부와 외부의 차량 운영범위

Figure 96에서와 같이 양계장 내부와 외부에서 운영되는 차량이 교차하는 공간은 양계농장내 양계사외부이며 이곳에 흘러진 오염물질이 토양을 통하여 출입하는 차량과 접촉할

가능성이 있으므로 오염물질이 교차하는 이곳의 지표면을 청소가 용이하게 하거나 다른 차량에 묻기 어렵도록 포장하거나 자갈을 까는 등의 조치가 필요하다.



Figure 98 차량에 오염물질의 부착 장소

본 연구에서는 일반적이 노면이라고 가정하므로 비포장을 가정하는데 끈적한 분변이 흘러지고 토양이 축축하여 출입차량의 타이어가 침하하는 경우에 타이어의 홈에 분변이 부착될 수 있으며 부착은 함수율과 밀접한 관계가 있으므로 타이어 틈새를 관리할 필요가 있으며, 타이어가 고속회전시 토양을 밀쳐 차체의 흠받이나 하대(lower frame)에 오염물질을 부착시킬 가능성도 있다.

마. 계분의 특성과 전파특성에 따른 조치와 시사점

- (1) 조류독감은 바이러스에 의해 전파되므로 양계사 내외부의 청결이 가장 중요하며, 청결과 함께 수거된 쓰레기와 유기물 등을 적절하게 처리해야 한다. 계분은 수분함량이 높아 잘 부착되는 성질이 있으므로 가장 중요한 것은 계분이나 깃털 등을 흘리기 않고 수거하여 저장하거나 처리하는 것이다.
- (2) 조류독감에 오염된 분변이 외부로 이동하는 것을 방지하기 위해서는 외부 차량과 인력의 진출입을 최소화하고 진출입시에 차량 청소와 소독을 철저히 수행하는 것이다.
- (3) 양계장 중에서 양계사 외부 특히 외부차량과 내부의 작업차량이 교차할 수 있는 공간의 지면은 분변을 깨끗이 청소하기에 편리하고 차량의 타이어가 침하되지 않도록 포장 하거나 자갈 등을 깔아 두는 것은 큰 예방효과가 있고 차량의 청소와 소독을 빨리 끝내는데 도움이 될 것이다.
- (4) 오염물질이 외부차량이나 사람에 의해 옮겨지려면 함수율이 중요하므로 양계장 주변은 가급적 건조한 상태를 유지하게 하고 비오는 날이나 비온 직후 양계장 내부 토양이 젖었을 때에는 외부 차량 진입을 자제할 필요가 있다.
- (5) 양계장을 출입하는 차량의 타이어 틈이나 흠받이(차륜 덮개), 산 닭을 운반하는 차량의 케이지는 유기물이 누적되어 부착되기 쉽고 청소하기도 어려우므로 청소를 쉽게 할 수 있는 방법과 장비가 개발되어야 한다.

2. 과속방지턱에 의한 차륜부착 유기물 제거효과 분석

가. 실험개요

가축 전염병의 전파 방지를 위하여 도로 차단방역을 실시하고 있다. 그러나 차량에 유기물이 부착되어 있는 경우 소독약이 유기물과 결합하여 소독 효과가 약해질 수 있다. 따라서 소독약을 분사하기 전에 유기물을 제거하는 것이 필요한데 별도의 추가적인 시설이나 공정을 추가하기 어려우므로 차량의 속도를 낮추기 위하여 설치한 과속방지턱으로 그 역할을 수행할 수 있는지 확인하려 한다.

나. 재료 및 방법

(1) 실험 재료

실험은 수원시 서울대학교 농업생명과학대학 창업지원센터 부지에서 실시하였다. 실험당시의 외기온도는 29.5%, 습도는 51%, 풍향은 서, 풍속은 2m/s인 상태였다.

실험을 위하여 설치한 과속방지턱(신화세이프티, 대한민국)은 500 x 2000 x 50(mm)와 1000 x 2000 x 75(mm) 두 종류였다. 실험에 이용한 차량은 이동형 방제기(HTI-1000F, 한성티앤아이, 대한민국)로 물탱크에 물을 가득 채운 상태에서 실험을 수행하였다.

차량에 부착한 유기물은 가축퇴비로 계분이 주성분에 우분과 돈분등을 톱밥과 함께 발효시킨 퇴비였다.

(2) 실험 방법

실험은 방역장비가 등속으로 30m를 주행하다 방지턱을 그대로 넘어가는 방식으로 설계하였다. 차량의 주행속도는 예비실험을 통해 10km/h와 20km/h로 결정하였다. 그 이상의 속도에서는 방지턱을 넘을 때 차량과 운전자에게 가해지는 충격이 너무 커서 해당 속도로 고려하였다. 시작점부터 방지턱까지의 거리도 방역차량이 정지 상태에서 목표 속도에 도달한 후 해당속도를 유지할 수 있는 시점까지의 거리를 테스트하여 그 중 최소거리로 설정하였다. 도로 주행거리가 과도하게 긴 경우 차량의 바퀴에 부착한 유기물이 방지턱에 도달하기 전에 분리되는 양이 많았기 때문이다.

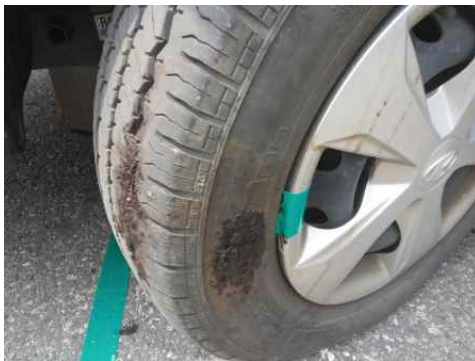


Figure 99 유기물 부착 모습



Figure 100 주행중 분리된 유기물

유기물은 차륜에 부착하였는데, 세 지점으로 나누어 부착하였다. 세 지점은 각각 전방부(F), 후방부(R), 측면부(S)로 구분하였는데, 전방부는 차량이 방지턱에 도달하는 시점에 수직 정면을 바라보고 있는 지점을 의미하고, 후방부는 해당 시점에 수직 후방을 바라보고

있는 지점을 의미한다. 측면부는 전륜의 경우 전방부의 옆지점, 후륜의 경우 후방부의 옆지점으로 선정하였다. F와 R 지점은 차륜의 패턴 안에 삽입시켜 고정하였고, S에는 덩어리로 뭉쳐 부착하였다.

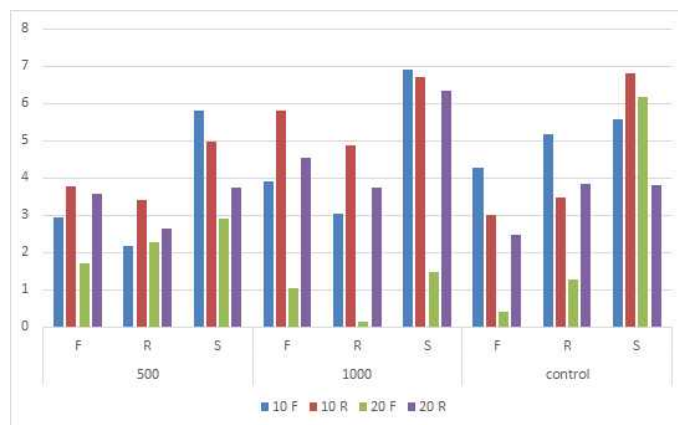
유기물 부착시에는 유기물 5g과 물 5g을 혼합하여 접착하였고, 접착 후 선풍기를 이용하여 10분씩 건조시키고 실험을 진행하였다. 차량이 방지턱을 넘으면 엔진을 정지시킨 후 드라이버 등의 뾰족한 장비를 이용하여 패턴에 삽입되어 있던 유기물을 수거하여 무게를 측정하였다. 실험은 소형방지턱, 대형방지턱, 대조구 3가지 경우에서 실험을 하였고, 각 실험당 2반복 실험을 진행하였다.

다. 결과 및 고찰

실험결과를 보면 우선 주행속도가 20km/h일 때 10km/h에 비하여 유기물이 많이 제거되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 속도가 빨라짐에 따라 주행중 유기물에 작용하는 힘도 커지고, 방지턱을 넘을 때 발생하는 충격이 커짐으로 인하여 발생했다고 볼 수 있겠다.

또, 소형 방지턱의 유기물 제거 효과가 대형 방지턱보다 좋았는데, 이에 대하여서는 추가적인 실험이 필요할 것으로 보인다. 우선 생각해 볼 수 있는 것은 방지턱의 경사도인데, 소형방지턱의 경우 폭 500에 높이 50 이고, 대형방지턱의 경우 폭 1000에 높이 75로, 높이 자체는 대형방지턱이 높지만, 충돌시 경사각을 보면 소형방지턱의 경우 11.3°가 나오는 반면 대형 방지턱의 경우 8.53°가 나오게 되어 충돌각에 의해 이런 차이가 발생하였다고 볼 수 있겠다.

또 측면에 붙여놓은 유기물이 전면과 후면에 붙여놓은 유기물에 비하여 많이 남아있는 것을 확인할 수 있었고, 전체의 75%가 유기물의 50% 이상이 제거되었고, 대조구에선 33.3%가 유기물이 절반 이상 남았는데, 실험구에선 20.8%만이 유기물이 절반이상 남아 고속 방지턱에 유기물 제거 효과가 있다고 볼 수 있겠다.



라. 결론

농가 출입구나 도로 차단 방역 장비에서 차량의 속도를 늦추게 하기 위하여 설치하는 고속방지턱에 차륜부 유기물 제거 효과가 있는지 검토해보았다. 유기물을 방역장비 차륜부에 부착하고 주행 후 방지턱을 지나가는 실험을 실시한 결과 방지턱에 유기물 제거효과가 있는 것으로 보인다. 향후 추가적인 실험을 통하여 방지턱의 유기물 제거효과를 더욱 정밀하게 조사하는 것이 필요할 것으로 보인다.

제 6절 소독효과 보장을 위한 중점요소(critical point) 발굴

1. 소독과 소독 방법

소독(消毒, disinfection)은 병의 감염이나 전염을 막기 위하여 병원균을 죽이거나 감염력을 없애는 작업을 말하며 소독은 모든 미생물을 죽이는 살균보다는 약한 개념이다. 일반적으로 소독은 햇빛, 열, 약품 등으로 하는데 조류독감의 경우는 약품에 의해 소독한다. 대개의 액체 소독약은 몇가지 작용기전을 가진다. 알콜이나, 알데히드는 미생물의 단백질을 응고시키거나 변성시켜 세포기능을 방해하고, 과산화수소는 미생물 구성물질을 산화시켜 세포를 무력화시키고, 세포막의 기능에 이상을 일으키거나 미생물의 효소계를 무력화시키는 등 작용기전이 다양하다.

소독효과를 높이기 위해서는 몇 가지 소독액 사용조건이 필요하다.

- 1) 단백질을 응고시키는 소독제는 유기물질을 응고시켜 막을 형성시키므로 소독액과 미생물(바이러스)의 접촉을 방지하므로 유기물의 제거가 필수적이다.
- 2) 소독효과는 온도와 밀접한 관계가 있으며 온도가 높을수록 소독에 필요한 시간은 짧아지며 온도가 낮으면 소독하는데 필요한 시간이 길어진다. 온도가 높을수록 소독액에 포함된 화학물질의 활력에도 커지며, 온도가 높으면 표면장력이 작아지고 화학반응이 촉진된다. 조류독감은 주로 동절기와 저온기에 발생하므로 소독효과를 얻기에 불리한 경우에 해당된다.
- 3) 소독하는 대상에 균열이나 접합, 이음매가 많을수록 소독은 어려워진다.
- 4) 산이나 염으로 세포를 파괴하는 경우 산도가 작을수록, 알카리도가 높을수록 살균력이 강해지므로 적정 희석배수 준수가 필요하다.
- 5) 미생물과 소독액의 접촉이 우수하여야 효과를 기대할 수 있으므로 쉽게 스며들 수 있는 표면장력이 낮은 소독액이 필요하다.

2. 조류독감 소독약

조류독감 소독제로는 염기제제 · 차아염소산제제 · 시안산나트륨제제 · 알데하이드제제 · 포르말린제제 · 계면활성제 등 많은 종류의 소독제가 현재 시중에 판매되고 있다. 제조회사의 용법 · 용량에 따라 적정하게 사용하여야 하며, 발생지역의 3km내에 있는 위험지역 소재 양계농가에서는 1일 2회 이상, 3 ~ 10km사이의 경계지역 소재 양계농가에서는 1일 1회 이상, 비발생지역에서도 계사 내 · 외부에 대하여 매일 소독을 실시하도록 권장하고 있으며, 축주 및 관리인 등 종사자는 반드시 외출후 귀가시 방역복으로 갈아입고 소독을 실시한 다음 계사에 출입하여야 하도록 지도 되고 있다.

표 37 조류독감 적용 소독제 (일부만 제시함)

제 품 명	주성분 및 분량(g/l)	제조(수입)회사	적용 및 주의사항
<염기제제> ○ 생석회 ○ 강력크리너 ○ 세이프존	pH 11 ~ 12 수산화나트륨 300, 페놀100 수산화나트륨 500	(동물약품이 아님) 중앙가축전염병연구 소 (주)우성양행	토양, 바닥, 사체 <공통> 계사, 시설, 폐수, 분변,

<ul style="list-style-type: none"> ○ 부루사이드 ○ 소다졸 ○ 슈퍼크린 ○ 참신 카본-에스 ○ 카니발 	<ul style="list-style-type: none"> 탄산나트륨 995 수산화나트륨 50% 탄산나트륨 998 탄산나트륨 995 수산화나트륨 50% 	<ul style="list-style-type: none"> 남진물산 녹십자수의약품 삼양약화학 참신약품 동방 	<ul style="list-style-type: none"> 기계 및 차량, 의복 ※ 사용금지: 알루미늄 및 알루미늄합금
<p><차아염소산염></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제일락스 ○ 지-락스 ○ 하라솔 ○ 하이락스 ○ 안티러스액 ○ 에스에프가라솔 ○ 진크린 ○ 크린솔 ○ 파워락스 	<ul style="list-style-type: none"> 차아염소산나트륨 40 " 750 등 " 990 " 100 차아염소산나트륨 990ml " " " " 	<ul style="list-style-type: none"> 제일바이오 녹십자수의약품 유한양행 진우약품 삼양약화학 과학사료 진케미칼 동화산업 대한뉴팜 	<ul style="list-style-type: none"> <공통> 계사, 시설, 숙소, 의복
<p><기타></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 버쿰-에스 ○ 저미사이드 ○ 트리플 G ○ 롱라이프250S ○ 그린업 ○ 라이프자켓 ○ 바이킬 ○ 울트라시안산콤프 ○ 크린업-에프 ○ 파워사이드 ○ 맥사이드 	<ul style="list-style-type: none"> 3종염500g(pH 2.6), 능금산100g 3종염500g(pH 2.6), 능금산150g 3종염500g, 능금산100g HBTA 220g 등 3종염500g, 시안산나트륨50g " " " " " " " 	<ul style="list-style-type: none"> 바이엘코리아 남진물산 참신약품 바이엘코리아 성원 고려비엔피 서울신약 이화약품 우진비엔지 동원신약 신일화학 	<ul style="list-style-type: none"> <공통> 계사, 시설, 숙소, 의복
<p><시안산나트륨계></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 크렌테 ○ 바이오크론 ○ 라이프가드정 ○ 바이오크론500 ○ 바이오크론정 ○ 신일클로지100 ○ 신일클로지50 ○ 신일클로-T ○ 애니가드 ○ 울트라시안산100 ○ 참신시안나100 ○ 참신시안나50 	<ul style="list-style-type: none"> (NaDCC) 이염화이소시안산나트륨 1,000 " " 5/ 13(g) 등 " 500 등 " 625mg /g " 1,000 " 500 " 13.2 /20(g) 등 " 500 등 " 990등 " 1,000 " 500 	<ul style="list-style-type: none"> 우성양행 유니바이오테 크 고려비엔피 유니바이오테 크 유니바이오테 크 신일화학 " " 동방 이화약품 참신약품 " 	<ul style="list-style-type: none"> <공통> 계사, 시설, 숙소, 의복

3. 중점요소(critical control point)

양계 생산단계에서 중점요소는 농림축산식품부가 주도하는 축산농가의 HACCP에서 규정되어 있으므로 여기서는 중점요소를 검토하고 조류독감 방역차량의 효과적인 사용방법을 도출하고자 한다.

먼저 우리나라의 양계장 HACCP중 조류독감과 직접 관련이 있는 사항을 살펴보면 차단방역의 경우 실시여부가 제시되어 있고 실시방법에 대한 구체적 점검 사항이 존재하지 않으며 질병관리의 경우도 자체 관리기준으로 되어 있어 예방효과 철저에 문제가 있으며 반입

과 출입시에는 기록과 행정적인 면에 치우쳐 있고 반입과 출입에 사용되는 차량의 소독상태나 청결상태에 대한 관리가 부족하다.

항목 구분	평 가 내 용		판정 (O/X)
차단 방역 관리	1	출입자 및 농장물품 등에 대한 자체 차단방역 관리기준과 절차를 작성·운용하고 있는가?	
	2	농장 입구에는 농장안내문과 방역경고문 등이 있는가 ?	
	3	농장 방문자에 대한 출입관리 대장을 작성 및 비치하고 있는가?	
	4	농장 출입자, 출입차량 및 반입물품에 대한 소독을 실시하고 기록을 유지하고 있는가?	
	5	농장 방문자를 위한 방역복, 장화 등이 준비되어 있는가?	
	6	계사 내부에 외부인(차량기사, 외부 농장관계자 등)의 출입을 통제하고 있는가?	
	7	농장외곽은 울타리 등으로 구분(경계가) 되어 있는가?	
농장 시설 관리	1	농장시설관리에 대한 자체 관리기준과 절차를 작성·운용하고 있는가?	
	2	농장에는 차단시설, 차량소독장치, 주차장, 물품반입창고, 계사 등의 시설이 갖추어져 있는가?	
	3	농장은 배수가 잘 되고 있는가?	
	4	계사는 사육단계에 맞게 구분하여 관리되고 있는가?	
	5	각 계사는 적절한 사육밀도로 사육되고 있는가?	
	6	계사바닥의 분변 등을 용이하게 제거할 수 있는 시설이나 장비를 갖추고 있는가?	
	7	계사에는 충분한 음수와 사료의 공급이 가능한 시설과 구조로 되어 있는가?	
	8	계사에는 온도·습도 및 환기관리가 적절하게 되고 있는가?	
	9	분뇨처리장 바닥은 방수콘크리트 등 불침투성 재료로 되어 있으며, 분뇨는 유출되지 않도록 관리하고 있는가?	

항목 구분		평가내용	판정 (O/X)
농 장 위 생 관 리	1	농장위생관리에 대한 자체 관리기준과 절차를 작성·운용하고 있는가?	
	2	농장에서 사용되고 있는 도구 및 신발 등은 청결하게 관리하며 사용되고 있는가?	
	3	계사 입구에는 발판 소독조를 갖추고 정기적으로 관리하고 있는가?	
	4	폐사축 처리현황이 기록되고 있는가?	
	5	계사내 분뇨는 계사구조에 맞게 주기적으로 처리되고 있는가?	
	6	농장내 구서/구충 관리가 되고 있는가?	
	7	관리인에 대한 주기적인 위생 및 방역교육을 실시하고 기록유지를 하고 있는가?	
	8	사육단계별 관리기준을 정하여 운용하고 있는가 ?	
	9	계군 및 사육시설에 대한 살모넬라 검사를 정기적으로 실시하고 있는가?	

구분	항목	평가내용	판정 (O/X)
질병 관리	1	질병관리에 대한 자체 관리기준과 절차를 작성·운용하고 있는가?	
	2	가축질병 예방관리(백신접종, 임상관찰 등)는 자체 프로그램에 따라 시행·기록되고 있는가?	
	3	효율적인 질병관리를 위해 정기적으로 수의사의 관리를 받고 있는가?	
	4	내·외부 기생충 구제는 주기적으로 실시하고 있는가?	
	5	종계장·부화장방역관리요령 의하여 정기적인 검사를 받고 있는가?	
	6	종계장에는 추백리, 가금티푸스, 마이코플라즈마(M. gallisepticum, M. synoviae)에 대한 관리방안이 마련되어 있는가?	
반입 및 출하 관리	1	반입 및 출하관리에 대한 자체 관리기준과 절차를 작성·운용하고 있는가?	
	2	종계장은 가축거래기록대장을 작성 및 보관하고 있는가?	
	3	계군의 구입처(종계장등록증), 질병검진 내역, 예방접종 기록 등 관련 기록 사항을 기록 및 보관하고 있는가?	
	4	도입계군에 대한 임상증상 관찰 및 관련 기록을 보관하고 있는가?	
	5	출하 계군에 대한 출하일지(출하처, 운반자, 휴약기간, 항생제무첨가사료 급여일 등)를 확인 기록하고 있는가?	

항목 구분	평가내용	판정 (O/X)
사료, 동물 용의 약품, 음수 관리	1 사료, 동물용의약품, 음수관리에 대한 자체 관리기준과 절차를 작성· 운용하고 있는가?	
	2 배합사료는 HACCP 인증 배합사료공장의 사료를 급이하고 있는가?	
	3 사료에 대한 입고관리가 되고 있는가?	
	4 사료보관장소는 정기적인 청소·소독을 하는 등 청결하게 관리되고 있 는가?	
	5 사료저장용빈, 자동급이기 및 운반용 도구는 청결하게 관리되고 있는 가?	
	6 자가제조 사료를 급이하는 경우 사료제조 및 설비에 대한 관리기준을 작성하여 관리하고 있는가?	
	7 출하 예정 계군에 대한 항생제 등 동물용의약품 잔류방지 방안을 수 립하고 이행하고 있는가?	
	8 동물용의약품에 대한 입출고 관리가 되고 있으며, 사용 후 남은 동물 용의약품 및 빈 용기는 적절히 관리되고 있는가?	
	9 동물용 음용수는 동물이 먹기에 적합하고, 1회/년 이상 정기적인 검 사 및 기록을 유지하고 있는가?	
	10 음수조 및 급수라인은 항상 청결하게 유지되고 있으며, 정기적으로 소독 관리되고 있는가?	

조류독감 예방과 발생 직후 조기 차단방역을 위한 측면에서 차량이동의 critical control point는 없는 상태이므로 조류독감 소독액을 제조하는 듀폰사가 제시하는 조류 수송시 생물안전지침을 살펴보면 Fig. 101와 같이 4단계로 구성되어 있다.



Figure 102 Poultry Transport Biosecurity(Dupont)

특히 청소와 세척시에 세제를 사용하도록 권장하는데 우리나라에는 세척용 세제에 대한 사용권고나 추천이 없는 실정이다. 듀폰사의 차량 청소는 건조한 상태에서 브러시와 스크레이퍼 등을 이용한 건조상태의 청소와 세제를 이용한 물세척을 실시하도록 되어 있으며 이 때에는 고압세척기나 방제기를 사용하게 하고 작업방법은 상부에서 하부로 하되 청소

하는 면적당 세제의 농도는 물론 세제 사용량을 제시하였다. 소독에 있어서도 우리나라의 경우 흠뻑 적시도록 이라는 애매한 표현에 비하여 농도와 함께 소독면적당 사용량을 제시하고 있다.



Figure 103 양계사에서 차량 청소하는 모습(미국)

4. 중점요소(critical control point)의 시사점과 이후 대책

조류독감에 대한 국내외 중점관리 요소를 살펴볼 때, 차이점이 소독 시행 이전의 청소가 부각되었으며, 본 연구팀에서는 청소와 세척의 중요성에 착안하여 세척장비를 개발하고 있다. 본 연구에서 개발된 제품을 이용하여 구체적인 세척방법을 제안하여야 하지만 연구개발 일정상 아직까지 구체적인 세척 청소방법은 제시하지 못하였다.

한편 듀폰사의 기준에 의하면 세척면적당 사용하는 세제와 농도 및 사용량에 대한 기준이 있으나 우리나라에는 없으므로 이에 대해서는 IPET와 농림축산식품부 및 전문가를 활용하여 세제를 정하고자 한다,

제 7절 방역이력 관리 시스템 개발

1. 연구개요

정부에서는 국립검역검사본부를 통해 국가동물방역통합시스템(KAHIS)을 도입하여 GPS를 이용한 차량이동 정보를 관리하려 하고 있다. 이 시스템은 GIS기반의 방역정보 데이터베이스(Database: DB)를 구축하여 입력, 조회, 출력 등을 하나의 시스템에서 수행할 수 있고 DB를 통해 현황관리 및 통계적 분석이 가능하다. 또한 차량의 궤적관리 및 방역 현황 파악, 환자관리 등을 현장에서 바로 가능하게 하는 것이 목표이다. 그러나 현실과 이상의 괴리는 상당히 큰 상황이다. 현재 검역본부에서는 차량등록제를 실시하여 성과를 내고자 하고 있으나 실제로 차량에 단말기를 설치했을 때, 차량의 위도, 경도 데이터는 수집되지 않는다. 농장의 위치로부터 반경 50m 이내로 접근하면 그때의 출입여부만이 데이터에 저장될뿐 차량의 구체적인 이동경로, 이동거리, 방역에 사용한 약제의 살포량 등의 핵심적인 데이터는 저장되지 않는다. Table 40 에 보면 KAHIS에서 제공하는 정보가 나와있다. 차량의 방문시간을 통한 대략적인 이동거리, 위치추론과 수기로 일일이 작성한 차량운행일지, 농가의 방역일지 등을 통해 통계를 내고 분석하려고 하지만 수집된 정보의 신뢰성과 정확성이 매우 떨어지기 때문에 검역본부에서 구상하고 구현하고자 하는 방역차량의 이력관리, 데이터베이스구성, 효율적인 방역과 예방은 불가능한 상황이다.

Table 42 State of visited facilities

시설방문현황(시설별)											
방문일자: 2016-04-14-2016-05-27					지역: 전체		전화번호:				
정보 출처	방문일자	시설 구분	시설명	시설주	시설소재지	축종	차량 등록번호	운전 자명	차량유 형	차량 번호	전화 번호
GPS	2016-05-26 17:22:52	농장	서울대 수의과 대학	서울대 수의과 대학	경기도 수원 시권선구서 둔동103-2(서호로89-0)	소-한우, 소-육우, 소-젖소	서울-관악-16-0001	이춘 구	동물(의)약품운반		
GPS	2016-05-26 12:49:31	농장	서울대 수의과 대학	서울대 수의과 대학	경기도 수원 시권선구서 둔동103-2(서호로89-0)	소-한우, 소-육우, 소-젖소	서울-관악-16-0001	이춘 구	동물(의)약품운반		

본 연구의 목표는 다음과 같다.

- 1) 농기계에 부착하여 GPS를 통한 위치정보 및 농업 작업이력을 기록하기 위한 싱글보드 컴퓨터 하드웨어를 구성한다.
- 2) 약제살포량 계측을 위한 센서를 선정하고 캘리브레이션한다.
- 3) 방제작업 시간, 위치정보와 약제 살포량 정보를 통합하여 처리, 저장할 수 있는 데이터 베이스 설계
- 4) 약제 살포량을 계산하고 GPS 정보를 지도상에 나타낼 수 있는 소프트웨어를 개발한다.
- 5) 개발된 하드웨어와 소프트웨어를 실제 조류독감 방역차량에 탑재하여 방역작업 이력의 정확성과 신뢰성을 평가한다.

2. 연구 내용 및 방법

가. 살포량 측정방법

방역작업은 작업환경에 따라서 방역차량 약제통에 물을 충전하고 적정 비율로 소독제를 투입하는 방식과 미리 소독제를 희석한 뒤에 희석액을 방역차량 약제통에 충전하는 방식으로 구분할 수 있으며 방역작업을 수행하면 약제통의 잔류 약량이 감소된다. 따라서 방역작업의 실시 여부는 방역지역 내에서 약제통의 잔류 약량을 감지함으로써 확인할 수 있으며 작업기간 동안 살포량을 구하면 시간당 살포율을 구할 수 있다.

(1) 간편 수위계를 이용한 살포량 측정 방식

수위 레벨센서를 이용하여 수위를 측정할 수 있다. 살포 전후 레벨센서 출력의 차이를 통해 수위차를 계산할 수 있고 약제통의 단면적에 수위차를 곱하면 살포량을 구할 수 있다.

액체 레벨센서는 매질의 점도, 전기전도도, 센서가 설치되는 부분의 온도, 압력 등의 환경에 따라 각기 다른 측정방식의 센서들이 존재한다.

Mechanical 방식에는 중량과 압력차를 이용하는 방식이 있다. 이들은 주로 중장비나 대형 설비, 대형 탱크에 이용한다. 중량식은 액체용기의 무게를 이용해 레벨을 측정하며 압력식은 두 압력센서 사이의 압력차를 이용해 레벨을 측정한다.

Capacitive 레벨센서는 절연성 액체용과 도전성 액체용이 있다. 절연성 액체용은 용기 내부에 프로브를 수직으로 삽입하여 도체봉과 용기 벽 사이의 정전용량을 측정하는 것으로 레벨이 증가하면 정전용량도 증가하게 된다. 도전성 액체용은 프로브를 유전체물질로 피복하여 삽입하고 도전성 유체가 전극의 역할을 하여 금속 프로브와 도전성 유체 사이의 정전용량을 측정한다. 가격이 싸고 전력소비가 적으며 높은 선형성을 보이고 설치위치에 영향을 거의 받지 않는다(Shim, 2013). 민감도가 좋고 선형성을 보이며 실시간 모니터링이 가능한 점, 회로 구성이 간단하다.

부력식 레벨센서는 아르키메데스의 원리를 이용한 것으로 액면이 상하로 이동함에 따라 float 또는 displacer에 작용하는 부력에 기초하여 레벨을 검출한다. Float는 액체 Table면상에 떠있으며 displacer는 액체에 잠긴 부분으로 부력을 측정한다. Float와 자기적으로 결합된 리드스위치를 이용하거나 홀 스위치를 이용할 수도 있다. 액면에 떠있는 float가 자성을 띤 물질로 만들어져있고 이 float가 리드스위치에 접근하면 스위치가 on되면서 전류가 흐르게 된다. Displacer는 액체레벨이 증가하면 displacer의 더 많은 부분이 잠기게 되고 더 큰 부력이 작용하여 displacer의 겉보기 무게가 가벼워진다. 레벨이 증가함에 따라 감소하는 무게를 검출하여 그것에 비례하는 출력신호를 전송한다. 부력식 레벨 센서의 출력은 액면에 비례하여 전류나 전압이 바뀌고 이를 측정한다.

초음파센서는 초음파의 송신부와 수신부 사이의 시간간격을 측정하는 원리이다. 초음파가 매질사이를 통과해간다. 센서들은 고주파의 음파를 방사하고 반사파가 돌아오면 transducer가 습도, 온도, 압력 등에 의해 변한 반사파의 속도를 감지한다. 초음파센서는 움직이는 매질의 측정에 유용하다(Mehmet, 2011).

광학식 레벨센서에서는 광원에서 나간 빛이 광센서에 흡수되어 출력된다. 그러나 수면이 상승하여 광원-센서사이를 액체가 가로막게 되면 레이저나 빛을 액체가 흡수하고 출력이

0이 되어 액체를 감지한다. 프리즘을 이용한 광학식 센서는 굴절률의 차를 이용한 스넬의 법칙을 따른다. 광원에서 나간 빛이 프리즘 속에서 전반사되어 광센서로 들어가 출력을 발생시키는데 프리즘에 액면이 닿게 되면 입사광이 액체 속으로 굴절되어 광센서의 출력이 0이 된다. 광원과 광센서를 프리즘에 직접 붙이지 않고 광섬유를 통해 연결하여 부착을 더 용이하게 만들 수도 있다. 매우 정밀하고 가격이 싸지만 주위의 빛을 차단시켜야 하고 용기 전 직경에 걸쳐 설치해야하며 외부충격에 약한 단점이 있다(Shim, 2013).

(2) 인라인 유량계측기를 이용한 측정방식

현재 각종 process에서 유량 측정에 사용되는 유량계로는 차압식(Orifice, Ventury, Flow-nozzle, Annuber), 면적식(Rotameter), 용적식(Oval-gear, Roots gear, Helical gear), 터빈, 전자, 초음파유량계 등이 있다. 가장 안정적이고 설치가 저렴한 Orifice 타입을 선정하는데, 설치배관 규격이 2 inch 보다 작거나 설치시 직관거리가 나오지 않을 경우 면적식, 극소의 압력손실이 요구되는 경우 Ventury 타입, 유체가 고점도 또는 슬러리의 경우 전자식 유량계를 이용한다.

차압식 유량계는 조임 기구(Orifice plate)와 차압변환기(차압검출기)로 구성된다. 관로 내에 조임 기구를 설치하여 유체의 통과 면적을 좁게 하면 조임기구에서 발생하는 저항에 의하여 그 전후에 압력차가 발생하는데 이 차압을 측정하여 유량을 구한다. 구조가 간단하고 가격이 저렴하며 측정유체의 제약조건이 적어 액체, 기체, 증기 모두 측정할 수 있다. 보수 유지가 쉽고 조임 기구에 대해서도 규격화 되어있다. 유량이 차압의 제곱근에 비례하여 측정범위가 비교적 적고 압력손실이 크다. 직관부가 필요하다.

용적식 유량계는 유체의 흐름에 의해 회전하는 회전자(또는 왕복하는 운동자)와 이 회전자케이스의 사이에 생기는 공극(계량실)에 유체를 연속적으로 유입, 유출하는 것을 반복하여 회전자에 붙은 자기센서로 회전수를 측정하여 통과량을 계측($Q=K \times N$ (회전수))한다. 정확도가 높고 신뢰성이 뛰어나며 액체의 종류 및 성질에 의한 영향이 적다. 직관부가 필요없고 넓은 범위의 유량측정이 가능하다. 구조가 복잡하고 용량에 따라 크기와 가격이 매우 커지며 압력손실이 크다.

면적식 유량계에서는 유체가 Taper관 내부를 아래에서 위로 흐르면 유량에 비례하여 float가 상승하게 된다. 상승을 하게 되면 taper관의 면적이 넓어지고 차압이 줄어들어 float가 정지하게 된다. 이때 관의 면적이 유량에 비례하는 것을 이용한다. 기체, 액체, 슬러리, 부식성 유체 모두 측정 가능하고 압력손실이 적으며 직관부가 필요하지 않다. Range ability가 크다. 승직배관에만 설치할 수 있다.

전자 유량계는 전자기유도법칙을 이용한 것으로 도전성 유체가 흐르는 관에 직각으로 균일한 자계를 발생시키면 유속에 비례하는 기전력이 발생하는데 이를 배관 Table면의 전극으로 검출하여 유량을 측정한다. 압력손실이 없고 액체의 온도, 밀도, 압력, 점도의 영향을 받지 않는다. Range ability가 크다. 유체가 도전성이 있어야만 하고 가격이 비싸며 설치, 유지보수관리가 매우 어렵다.

초음파 유량계는 한쪽 진동기에서 발생한 송신파가 반대쪽 진동기에 도달하는 시간, 다시 돌아오는데 걸린 시간의 차이를 측정하는 시간차법과 송신파가 매질에 의해 산란, 반사되어 돌아온 수신파 주파수를 이용하는 도플러법이 있다. 배관 외부에서도 측정이 가능하고

측정가능한 배관의 크기도 다양하다. 압력손실이 없으며 저유속/고유속, 고온/저온유체 모두 측정할 수 있다. 정확도가 비교적 떨어지고 진동에 매우 약하다.

터빈 유량계는 유체가 흐르면서 자석이 설치된 회전날을 회전시키면 배관 외부의 pick-up coil에 의해 전기신호가 발생한다. 이때 유체속도에 비례하는 회전속도와 그로인한 전기신호를 이용한다. 구조가 간단하고 정확하지만 가격이 비싸고 strainer 등을 설치해야하며 실 유량에 의한 교정이 필요하다.

와류 유량계는 칼만(Karman)소용돌이를 이용한 칼만 와류식, 축류 소용돌이 중심의 회전운동을 이용한 Swirl식, 유체의 진동현상(코안다 효과)를 이용한 Fluidic 식이 있다. 칼만식은 유체의 유속변화에 따른 소용돌이 발생수를 직접 주파수변화로 감지하는 유속변화형과 소용돌이 발생에 의해 소용돌이 발생체(Shedder, Bluff Body)에 작용하는 힘의 변화를 주파수변화로 감지하는 압력변화형으로 구분할 수 있다. 소용돌이 발생체인 삼각주를 유체흐름에 직각으로 삽입시키면 삼각주의 하류 양측에 소용돌이가 교대로 발생한다. 이 소용돌이의 단위시간당 주파수 발생수는 일정한 Reynolds Number 범위에 있어서는 유속에 비례하는 특성을 가지고 있으므로 규칙적인 소용돌이의 주파수를 계측하여 유량을 계측한다. 소용돌이 발생체의 형태에 따라 성능이 달라진다. 액체, 기체 모두 측정할 수 있고 유체의 성질에 영향을 거의 받지 않는다. 출력신호가 pulse 주파수라 적산이 용이하고 가격이 싸며 압력손실이 매우 적다. Range ability가 크다.

질량유량계는 coriolis 센서와 level meter로 구성된다. 센서에는 flow tube가 연결되어 있고 tube의 중앙에는 tube를 진동시키기 위한 drive coil이 있다. 센서에 전원이 공급되면 flow tube는 coil에 유도된 자기력에 의해 상하로 진동하고 진동하는 tube의 좌우측 위상은 사인파의 모습을 보인다. 유체흐름이 발생하면 유체질량에 의해 관에 비틀림(coriolis 힘)이 발생하고 이때 tube 좌우에 비틀림으로 인한 진동 파형의 위상차가 생긴다. 이 위상차는 tube를 지나는 질량유량과 비례하고 위상차 신호는 level meter로 전달되어 유량신호로 변환된다. flow tube의 고유진동수를 측정하여 유체의 밀도도 계측할 수 있다. 유체의 압력, 온도, 점도 등의 조건 변화에 영향을 받지 않고 정확도가 높으며 유지, 보수비용과 시간이 적다. 아래 Table 41은 각 유량계를 비교한 내용이다.

Table 43 Comparison of abilities of flowmeter

구분	차압식	면적식	용적식	터빈식	와류식	전자식
측정유체	증기, 가스 물, 압축공기	압축 공기, 물	가스, 물, 기름	증기, 기름, 물	증기, 가스 물, 압축공기	전도성 액체
이론식 (Q:유량)	$Q = K \sqrt{\Delta P}$	$Q = KA$	$Q = KN$	$Q = K\omega$	$Q = Kf$	$Q = KE$
측정신호	차압 (P1-P2)	Float 위치 H(높이)	일정용적 및 회전수 N	로터 회전수 ω	와류주파 수 f	기전력 E
측정신호와 유량과의 관계	차압의 제곱근에 비례	비례	비례	비례	비례	비례
정확도(Accuracy)	$\pm 2\%FSD$	$\pm 3\%FSD$	$\pm 0.5\%MV$	$\pm 2\%FSD$	$\pm 1\%MV$	$\pm 0.5\%MV$
유량측정 비 (Range ability)	3:1~4:1	10:1	20:1	15:1	12:1	33:1
유체의 최고사용온 도	-40 ~ 65 0°C	120°C 이하	120°C 이하	500°C 이하	400°C 이하	180°C 이하
측정유체 의 점도	저	200cP이 하	저 ~ 고	2 ~ 5 cSt	저	고
압력손실	크다	작다	크다	크다	작다	x
배관직관 거리(전,후)	10~89D/5 D			15D/5D	12D~43D /5D	5D/3D
가격	저	저	고	중	중	고

(3) 부력식 수위계를 이용한 살포량 측정 방식

부력식 레벨센서는 부력의 원리를 이용하여 float나 displacer를 액면에 띄우고 이때 리드스위치 등을 통과하는 전류나 전압의 변화로 수위를 측정하는 센서이다. 이 중에서 float 레벨센서는 암(Arm)을 이용하거나 리드스위치/홀 스위치를 이용한다. 암형 레벨센서는 레버 암(lever arm)을 사용한다. 센싱 암(sensing arm)은 액면에 떠 있는 플로트와 pivot joint를 연결하고 플로트가 레벨의 변화에 따라 상하로 이동하면, 암의 다른 쪽 끝을 이동(회전)시켜 위치센서나 변위센서를 동작시킨다. 출력은 액체 레벨에 비례하는 전류 또는 전압이다.

리드스위치/홀 스위치를 이용한 센서는 리드스위치의 on/off에 따른 전류나 전압변화를 이용한다. Fig 103 에서처럼 센서의 주기동을 따라 자성을 띤 추(float)가 움직이는 방식으로 주기동 속에 리드스위치가 있고 리드스위치에 저항이 연결되어있다. 추의 자성으로 리드스위치가 on 되면 저항에 전류가 흐르고 출력전압이 변한다. 리드스위치와 저항의 수에 따라 여러 레벨을 구현할 수 있다. Fig 104. 는 일반적인 float형 리드스위치 레벨센서의 회로도이다. 센서는 potentiometer의 역할을 하기 때문에 전력공급이 필요하지 않고 설치, 관

리가 쉬우며 레벨측정에 적합하다. 센서 구조가 단순하여 고장이 적고 가격이 저렴하다. 그러나 구조적 특성상 정밀함이 떨어지는 단점이 있다. 자동차 연료레벨이나 액체 탱크의 레벨측정을 위해서는 부력식 레벨센서가 많이 이용되고 있다

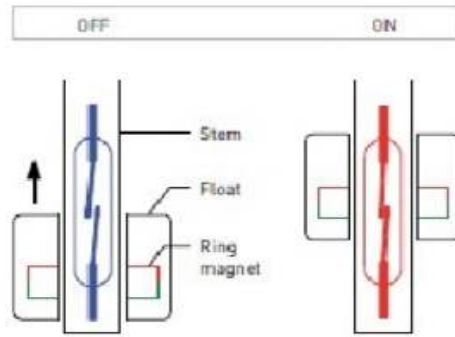


Figure 104 Operation principle of float type reed switch level sensor

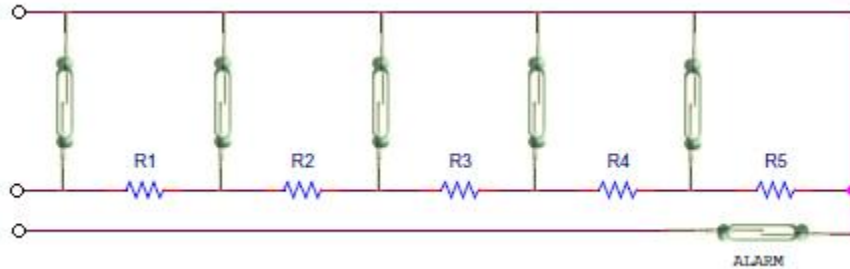


Figure 105. Circuit diagram of float type reed switch level sensor

현재 방역차량에서 사용하고 있는 액체레벨센서는 float형 리드스위치 레벨센서이다. Fig. 105는 리드스위치 레벨센서 회로의 실제 모습으로 전면부에 리드스위치와 다이오드가 있고 후면부에는 저항으로 연결되어있다. 저항은 6개로 0~5까지 총 6레벨로 측정이 가능하다. 두 가지 유형으로 아래 그림의 Fig 106. (a)는 센서 내부에 다이오드와 저항으로 구성된 회로가 있어서 추의 위치에 따라 변화된 전압값이 바로 출력된다. (b)는 리드스위치와 저항으로 이루어져있어서 구체적인 출력을 얻고 역전압을 방지하기 위해 별도의 회로를 구성하여 설치해야 한다.

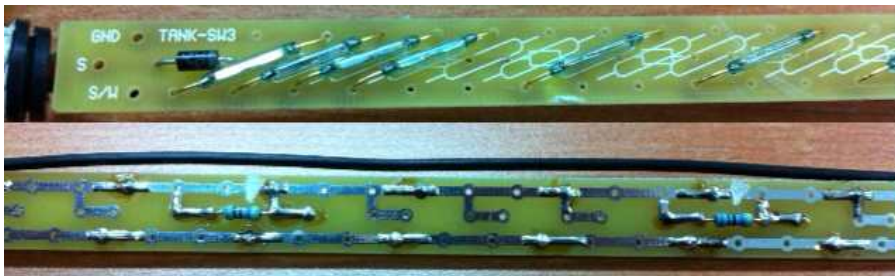


Figure 106 Front and back side of circuit of float type reed switch level sensor

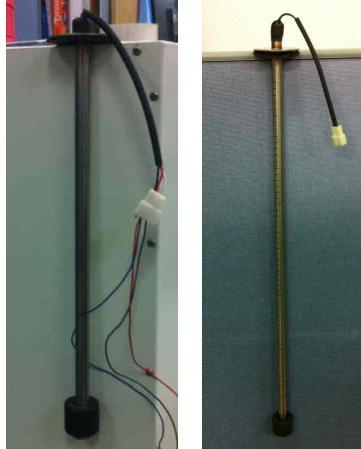


Figure 107. (a) (b)
Float type level switch sensor

본 연구에서는 암형 레벨센서를 제작하여 사용하였고 Fig. 107은 제작한 센서의 실제 모습이다. Fig. 107 에서보면 센싱 암(sensing arm)의 양쪽 끝이 float와 pivot joint로 연결되어 있다. Float가 수위의 변화에 따라 상하로 이동하면 pivot-joint 에 있는 저항기의 전극을 회전시켜 센서를 작동시킨다. 센서의 암 부분은 2번 꺾여있는데, 이로 인하여 센서 출력의 변화가 심하고 수위가 낮을 때에는 민감도가 높으며 float높이가 0~5cm까지는 같은 출력이 나온다. Pivot-joint 에 있는 저항기 구조는 Fig. 108과 같다. 수위가 낮을 때는 전극이 Empty 에 있으며 저항이 최소가 되고 수위가 높아질수록 전극이 Full로 이동하며 저항도 커진다. 수위에 따라 출력 전압이 선형적으로 변하며 암의 구조로 인해 12구간으로 나뉜다.

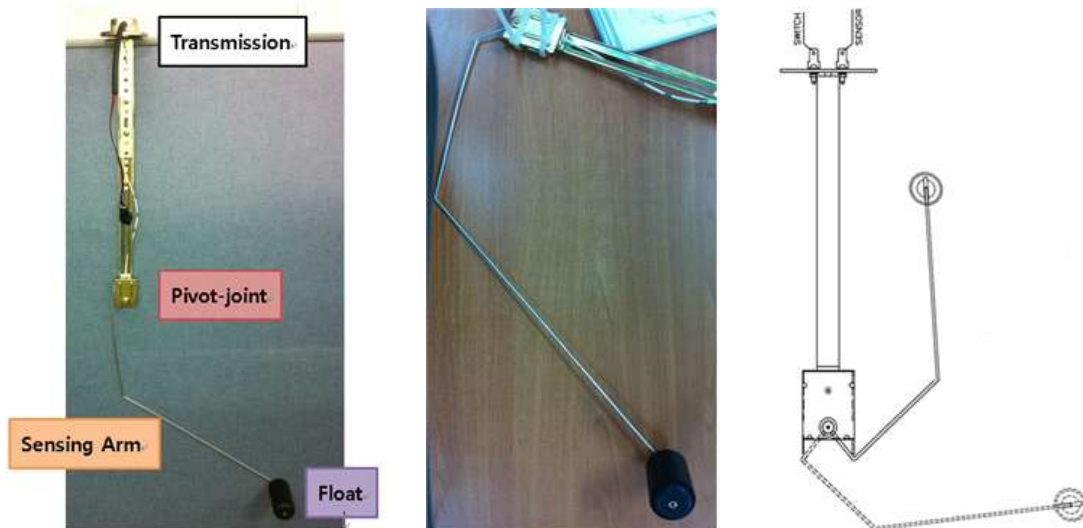


Figure 108 Structure of Float-Arm type level sensor

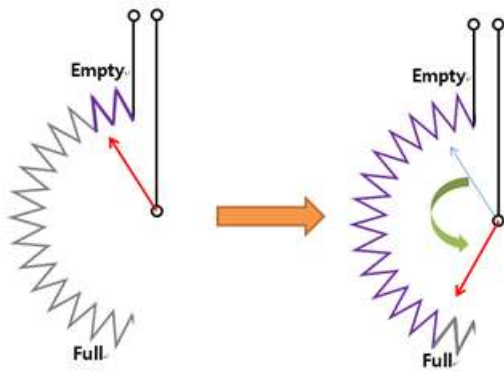


Figure 109 Structure of resistor of pivot-joint

나. 살포량 센서의 캘리브레이션

(1) 압력식 레벨센서(Hydro-static level meter)

본 연구에서 제작한 센서의 정확성 평가를 위해서 압력식 레벨센서를 이용하였다. 제작한 센서의 정확성을 비교하기 위해서 압력식 레벨센서(HLM-25C-I, Dinel', Czech Republic)를 이용하였다. 다이오드를 이용하여 역방향으로 흐르는 것을 막고 전압측정의 위해 저항(250 Ω)을 직렬로 연결하였다. 최저점(0mm)에서 최고점(800mm)까지 5mm씩 상승시키며 이때의 출력을 기록하고 Excel을 이용하여 수위와 출력 사이의 관계식을 구하였다. 압력식 레벨센서의 specification은 다음 Table 42과 같다. 캘리브레이션 결과는 Table 43. Fig 110과 같았다. 관계식을 통해 구한 높이와 실제 수위를 비교했을 때, 오차평균은 0.8427, rmse 1.2012로 오차범위 ±1cm, 높은 정밀도를 보였다.

Table 44 Technical specification of hydro static level meter


Name	HLM-25C-I	
Supply voltage	12...34 V DC	
Current output	4...20 mA	
Pressure permissible overload	1.5x range	
Basic error - accuracy (hysteresis, repeatability, non-linearity)	0.4% of range (±1cm)	
Protection class	IP68	

Figure 110. shape of hydro static level meter

Table 45 Result of calibration of hydro static level meter

Calibration Equation	$h = 0.0307v - 22.408$
R-squared	0.9998

** h= height(cm), v=output voltage(mV)

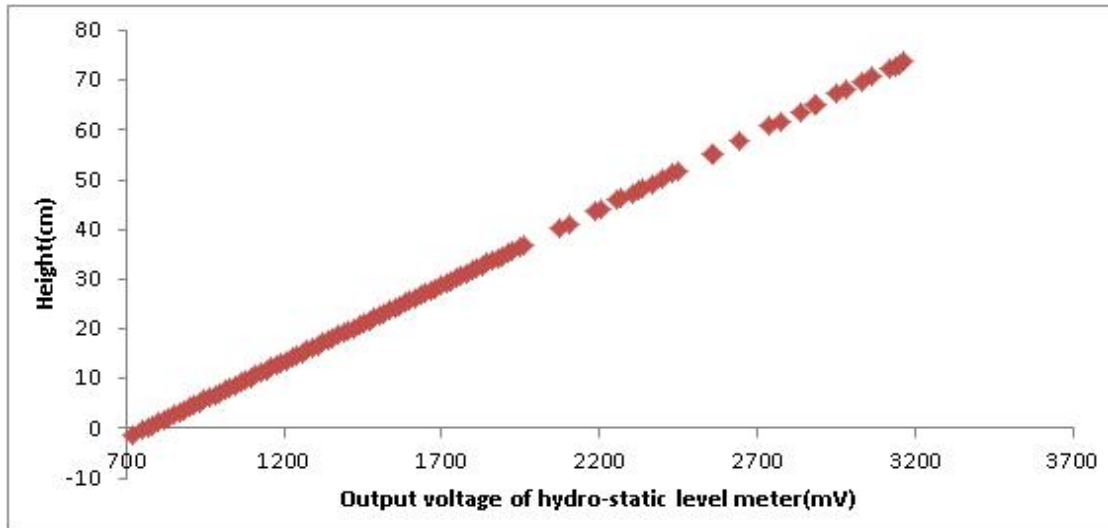


Figure 111 Relation between height and output voltage of hydro static level meter

(2) Float-arm형 레벨 센서

제작한 float-arm형 레벨 센서의 출력을 높이로 변환하기 위하여 캘리브레이션을 하였다. 센서 내부에 역전압을 막아주는 회로가 없기 때문에 별도의 회로를 구성했다. 다이오드를 이용하여 역방향으로 흐르는 것을 막고 과전압으로 인해 센서 소자가 손상을 입지 않도록 저항(260Ω)을 직렬로 연결하였다. 라즈베리파이에서 4.76V를 입력했고 센서에는 1.472V가 입력되었다. Float를 최저점(0mm)에서 최고점(750mm)까지 10mm씩 상승시키며 이때의 출력을 기록하고 Excel을 이용하여 float의 높이와 출력 사이의 관계식을 구하였다. 결과는 Table 44, Fig. 111 과 같다. 암의 구조와 전극판의 민감도 등으로 인하여 12개 구간으로 나뉘었다.

Table 46 Result of calibration of float-arm level sensor

Output range	Height	Calibration equation	R-squared
2975이상	43~73	$h = 0.065v - 149.06$	0.9841
2971~2974	41,42	42	
2735~2970	28~40	$h = 0.0537v - 119.04$	0.9922
2721~2734	27	27	
2560~2720	21~26	$h = 0.0332v - 64.58$	0.9702
2523~2559	20	20	
2461~2527	15~19	$h = 0.0649v - 144.91$	0.9931
2447~2460	14	14	
2345~2446	9~13	$h = 0.0384v - 81$	0.9868
2310~2344	8	8	
2251~2309	5~7	$h = 0.0316v - 66.604$	0.9494
~2250	0~4	4	

** h= height(cm), v=output voltage(mV)

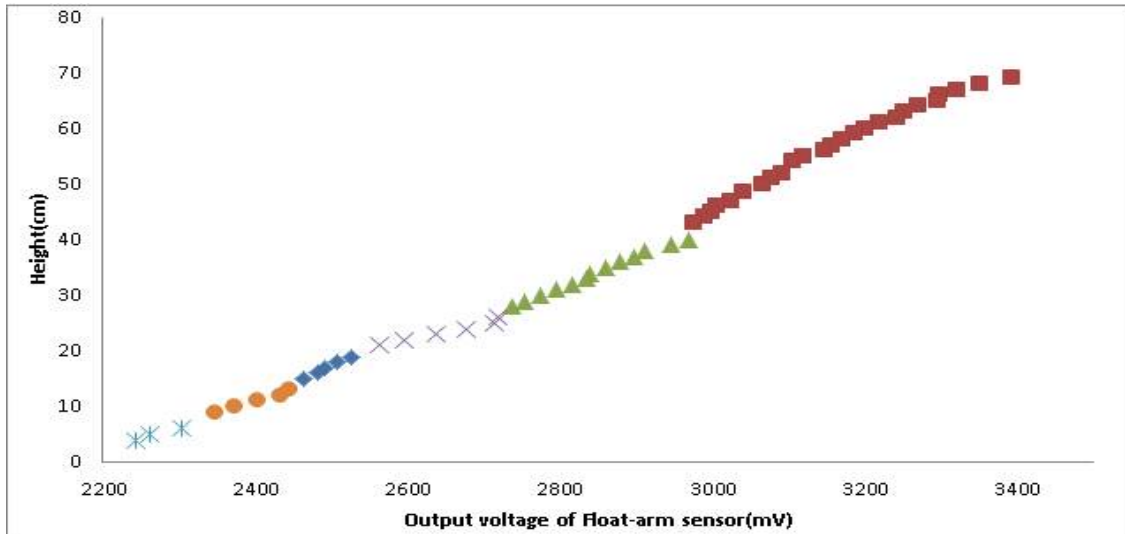


Figure 112. Relation between height and output voltage of float-arm level sensor

다. 농작업이력 측정과 기록을 위한 하드웨어 선정과 구성

(1) 전체 시스템 구성

전체 시스템은 센서부, 데이터 처리부, 저장부, 통신부로 나눌 수 있다.

센서부에는 환경센서, 수위레벨센서 등 다양한 센서와 GPS모듈, 소형 카메라 등을 설치하여 환경정보, 위치정보, 방역차량 및 기타 농업용 차량, 기계의 이력관리에 필요한 정보들을 수집할 수 있다. 트랙터에 이용하면 가속도 센서, 토크센서 등을 설치할 수 있고 이앙기에 이용하면 흙의 깊이를 측정하는 센서를 부착하여 균일하게 벼와 비료를 뿌릴 수 있다. 본 연구에서는 방제차량의 살포량을 알아내기 위해 제작한 float-arm 형 레벨 센서를 이용하였고 GPS수신기를 통해 방제차량의 위치정보를 수집하였다.

데이터 처리부는 센서부에서 수집된 정보를 처리한다. 레벨센서에서 보낸 출력을 보정하여 수위차를 구하고 이를 통해 사용량을 계산한다. GPS모듈에서 NMEA 0183 프로토콜에 따라 보낸 신호를 사용자에게 익숙한 위도, 경도, 시간으로 변환한다. 데이터베이스에 저장된 위치, 작업량 정보를 가져와서 google에서 제공하는 Google map API를 통해 원하는 정보들을 다시 지도상에 표시한다. 이동식 메모리에 저장된 정보의 경우, Excel 프로그램에서 사용가능한 형태로 바꿔준다.

데이터 저장부에서는 데이터베이스나 USB, SD카드 같은 이동식메모리에 정보를 저장하게 된다. 사용자가 보기편한 형태로 데이터베이스에 저장하게 된다. 하루 총 작업시간, 총 작업거리, 총 살포량 및 평균 작업속도와 평균 살포량 등의 작업기록과 위도, 경도, 시간 등의 위치정보가 통합하여 저장된다. 통신이 원활하지 않거나 불가능한 지역에서도 사용하기 위하여 이동식 메모리에도 데이터베이스의 정보가 저장된다.

통신부는 인터넷 통신을 지원한다. 데이터베이스는 유선 이더넷을 통해 접속할 수 있어서 개인용 PC로도 데이터베이스 내의 정보를 확인할 수 있다. 데이터의 처리와 저장, 통신을 위해 싱글보드 컴퓨터인 라즈베리파이 보드를 이용하였다. 전체적인 시스템의 구성은 아래 Fig. 112와 같다.

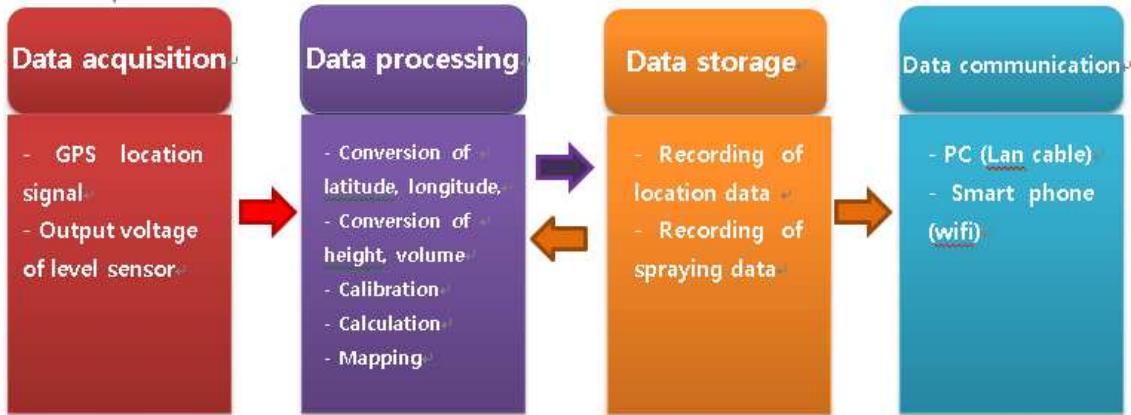


Figure. 113 Process diagram of total system

(2) 구성 부품의 선정근거

(가) 임베디드 컴퓨터(Embedded computer)

농업용 차량의 위치정보와 작업량과 관련된 수많은 데이터들을 실시간으로 수집, 저장, 처리하기 위해서는 컴퓨터가 필요하다. 다양한 센서를 동시에 여러개 설치할 수 있는 포트, 연산작업, 지도시각화 작업이 가능한 성능, 데이터베이스를 구성할 수 있는 메모리 용량, 와이파이, 블루투스 같은 무선통신 지원 등의 조건을 충족시켜야 한다. 휴대가 간편하고 많은 양의 정보를 저장, 처리할 수 있는 마이크로 컨트롤러로 시중에서 많이 판매되는 제품군으로는 아두이노, 라즈베리파이, 기타 AVR 모듈 등이 있다. 본 연구에서는 시중에서 많이 사용되는 라즈베리파이(Raspberry Pi) 보드와 아두이노(Arduino) 보드를 비교해보았다.

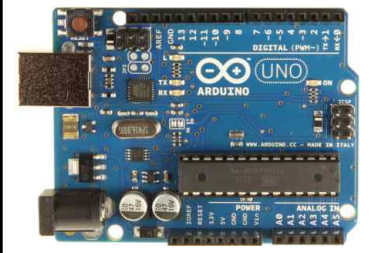

아두이노는 Atmel 사의 AVR 8bit 마이크로컨트롤러(Micro Controller)가 들어가 있는 소형 컴퓨터로 아두이노는 컴파일된 펌웨어를 기기에 업로드하는 방식이다. Mac, os, x, 리눅스 등의 운영체제에서 아두이노 통합 개발환경 소프트웨어를 이용해 프로그래밍하면 기계어로 번역되어 아두이노의 플래시메모리 칩(chip)에 기록한다. 아두이노는 마이크로컨트롤러 기능만 존재하기 때문에 목적에 따라 다양한 쉴드(Shield)를 적층해야 유/무선통신, GPS 수신, 음악 재생 등의 기능을 수행할 수 있다. 아두이노 보드는 램, 플래시메모리, 타이머, Serial(UART), I2C, SPI 등이 들어있으며 전압조정기, 수동회로요소(passive components), 입출력연결단자로 구성된다.

라즈베리파이는 마이크로프로세서(Micro Processor)가 탑재된 싱글보드 컴퓨터로 음향, 영상, USB, Ethernet, HDMI까지 지원하며 운영체제인 라즈비안(Raspbian)이 존재한다. 리눅스 기반이지만 우분투 메이트(UBUNTU MATE), OSMC, 오픈ELEC, PINET, RISC OS 등 기타 운영체제를 설치할 수도 있다. 라즈베리파이 보드 내에서 바로 프로그램을 만들어 실행시킬 수 있다. 일반적인 컴퓨터와 다르게 하드디스크나 SSD 같은 주기억장치를 탑재할 수 없으나 마이크로 SD카드나 SD 카드 등 소형 저장매체를 외부 기억장치로 사용한다. 라즈베리파이 보드의 마이크로프로세서는 음향, 영상, USB, Ethernet, HDMI까지 지원한다. 별도의 추가기기없이도 인터넷, 영상재생, 웹서버, FTP서버, 기기컨트롤 등을 모두 할 수 있다. 영상만 따로 처리하는 GPU가 존재하여 1080p같은 고해상도 영상도 재생할 수 있다.

두 보드 모두 중앙처리장치(CPU)가 있고 타이머, 메모리, 입출력 핀이 들어있으나 세부사

항은 다르다. 라즈베리파이는 작업 처리속도인 clock 속도가 아두이노보다 약 40배 가량 빠르며 32bit 구조를 가지고 있다. 아두이노의 램은 kb 수준이지만 라즈베리파이의 램은 수백 Mb 수준이다. 둘다 일반목적 입출력(GPIO: General Purpose I/O)핀을 가지고 있는데 아두이노는 40mA에서 돌아가고 라즈베리파이는 5mA 수준에서 돌아간다. 라즈베리파이는 전력소모가 더 심하다. 아래 Table 45는 가장 일반적으로 사용되는 Arduino Uno 보드와 Raspberry Pi B 형 모델을 비교한 결과이다.

Table 47 Comparison of Arduino Uno, Raspberry Pi B

	Arduino Uno	Raspberry Pi B
Processor	AVR ATmega328p	Broadcom BCM2835
Clock Speed	16MHz	700MHz
Register Width	8-bit	32-bit
RAM	2kb	512MB
GPIO	20	8
I/O Current Max	40mA	5-10mA
Power	175mW	3.5W
OS	None	Linux, rasbyan
Image		

각각의 장단점이 있으나 이용목적이 제어중심이면 아두이노, 연산 및 그래픽 처리 등이 중심이면 라즈베리파이를 이용한다.

본 연구에서는 개발하고자 하는 장비는 여러가지 센서, GPS 등의 application을 통해 정보를 수집하고 이를 연산하여 다양한 작업기록 정보를 만들어내고 저장할 수 있어야 한다. 아두이노의 경우, 저장공간이 작고 GPS수신이나 유무선 통신을 위해서는 여러 쉴드를 매번 부착해야 하는 불편함이 있다. 라즈베리파이의 경우, 전원을 더 많이 소비하고 입출력 포트의 수가 적으나 전원은 농업용 기계, 차량의 배터리에서 가져올 수 있고 8개의 포트도 적은 양은 아니며 가격이 더 저렴하다. 또한 많은 데이터를 연산 처리해야하므로 본 연구에서는 라즈베리파이 모델을 이용하였다.

(나) GPS

GPS는 동작원리에 따라 Differential GPS(D-GPS)와 Assisted GPS(A-GPS)로 나눌 수 있다. DGPS의 동작원리는 위치 오차를 이용하는 것이다. 지상에 정확한 위치를 아는 GPS기지국이 있으면 이 기지국에서 GPS 위성신호를 사용해 자신의 위치를 계산한 다음 정확한 자신의 위치와의 차이를 계산하여 오차를 알아낸다. DGPS수신기는 위성에서 수신한 GPS신호를 가지고 자신의 위치를 계산한 후 기지국에서 방송하는 오차를 가지고 위치를 보정하게 된다. AGPS는 정확한 위치를 파악하기 위하여 정지궤도에 떠 있는 GPS위성의 신호를


이용하며 성능향상을 위해 추가적으로 Wifi나 기지국의 도움을 받는다. AGPS 서버, GPS 위성, 수신기, 기지국, GPS단말로 구성되어있다. AGPS서버에서 위성의 궤도정보를 다운로드하여 데이터베이스에 저장해놓으면 AGPS 기기는 이 위성정보를 통해 빠르고 정확하게 GPS위성신호를 잡을 수 있다. AGPS는 AGPS 서버에서 GPS신호의 오차에 영향을 미치는 요소들을 정확하게 측정할 수 있기 때문에 신호가 반사되어 잘생하는 다중경로전파현상이나 신호가 대기, 벽, 나무 등을 통과하면서 발생하는 전파 감쇄와 같은 현상들이 발생해도 비교적 좋은 결과를 준다. 그러나 서버를 이용하기 위해서는 wifi나 3G 등의 네트워크에 연결되어있어야 하며 이용시 데이터 이용료를 지불해야 한다.

GPS 성능은 안테나와 CPU에 의해 결정된다. 안테나는 여러 가지 위성군(GPS, GLONASS, GALILEO 등)을 모두 수신할 수 있으며 수신감도가 높아야 하고 CPU는 여러 위성신호와 위치보정신호를 수신했을 때 신호와 잡음을 분리하여 최적의 신호만을 선별하고 가장 확실한 값을 신속하게 구해야 한다. 즉, 다양한 위성신호를 많이 수신하고 계산속도가 신속, 정확하면서도 측정값이 일정하고 안정되어야 한다. 안테나 성능의 경우, GPS에 비해 다른 위성들은 아직 그 호환성이 떨어진다. CPU의 경우, 용도에 따라 성능과 가격이 매우 달라진다.

GPS의 신호 수집방식에는 single frequency, dual frequency 방식이 있다. GPS신호가 전파될때는 전리층 지연 및 오차의 문제가 발생하며 이는 GPS정확도에 큰 영향을 준다. 듀얼 주파수 수신기는 L1(1575.42 MHz), L2(1227.6 MHz) 두 주파수의 선형적인 결합을 통해 이 문제를 해결해준다. 또한 위치의 모호성 해결도 빠르며 On-the-Fly(OTF)기술을 사용할 수 있게 해준다. 싱글 주파수 방식은 첫 10분 정도 가량은 듀얼방식보다 더 정확한 결과를 내지만 이후에는 언제나 듀얼방식의 정확도와 퍼포먼스가 더 좋다. 그러나 가격대가 싱글주파수 방식이 훨씬 저렴하며 도시나 고속도로 또는 높은 구조물이 많거나 방해물이 많은 지역에서는 싱글 방식의 퍼포먼스가 더 좋다.

본 연구에서 GPS를 이용하는 목적은 방제차량이나 기타 농기계의 위치정보를 실시간으로 수집하는 것이다. 메인컴퓨터 보드인 라즈베리파이에서 이용할 수 있어야 하며 산지, 주위 건물 등 지리적 요인의 방해에도 비교적 높은 정확도를 가져야 한다. 가격이 저렴하고 호환성이 좋으며 USB나 GPIO로 입출력이 가능해야 한다. 현재 사용하고자 하는 GPS 수신기의 사양은 아래 Table 46과 같다.

Table 48 Specification of GPS620 receiver

Name	GPS 620 (Asen korea)	
Satellites	4~6	
Receive sensitivity	-158dBm	
Power consumption	46mA	
Interface	USB, UART(TTL)	
Update rate(Hz)	1 Hz	
Protocols support	NMEA 0183 V3.01	

GPS 620은 4~6개의 위성을 이용한 DGPS 방식 GPS라서 위치정확도가 높은 편이고 수신감

도가 일반적인 GPS의 실외 수신감도(-130dBm)에 비해 약 1000배 정도 높으며 업데이트 속도가 빠르다. USB를 지원하여 라즈베리파이에 장착이 쉬우며 리눅스 운영체제에서 신호를 받아 처리할 수 있다.

(다) 살포량 측정 센서

사용한 살포량을 알아내기 위해 유량계를 이용하거나 레벨센서를 이용할 수 있다. 차량 개조를 가급적 하지 말아야 하고 내구성이 있고 구조가 단순하며 가격이 저렴할수록 좋다. 유량계를 이용하면 정확한 사용량을 쉽게 계산해낼 수 있으나 위의 조건에 부합하지 못한다. 현재 방역차량의 분무사양은 아래 Table 47과 같다. 이러한 사양에서 보면 9.5mm 직경에서 유속은 12.5m/s로 매우 빠른 유속이 되고 이러한 유속에서 유량을 직접 측정하기는 어렵기 때문에 노즐 전단에 확산된 부분을 만들어 유속이 최하 3m/s 가 되도록 하거나 성능이 매우 좋은 유량계를 이용해야 한다. 가격이 매우 높아지고 공간도 많이 차지하게 되어 유용하지 않다. 분사 압력도 엔진의 RPM에 따라 달라져서 하나의 유량계로 측정하기는 효율적이지 않다.

Table 49 Spraying specification of disease control machine

Flow range		Max: 50L/min
Temperature range		0~60°C
Pressure	High-pressure	Depending on engine RPM. Max: 100bar
	Air-blast	25~40bar
Diameter of pipe		d: 3/8 inch, d_i : 9.5 π

레벨센서에서 capacitive 방식은 소독약제의 전도도에 영향을 받을 수 있고 optical 방식은 설치와 회로구성이 복잡하고 충격에 민감하다. mechanical 방식은 가격대가 높고 대용량 탱크에 보다 적합하다. 초음파 방식도 액체보다는 고체를 감지하는데 적합하다. 현재 방역차량에서 사용중인 부력식 리드스위치 방식은 출력이 선형적으로 나오지 않아 구체적인 수위차를 구할 수 없으며 리드스위치와 회로를 추가하는데도 약통 높이, 가격 등의 제약이 따른다. 따라서 본 연구에서는 Float-Arm 형 레벨센서를 제작하여 이용하였다. Float형 리드스위치 레벨센서의 특성을 유지하면서 수위에 따라 선형적인 출력을 내기 때문에 이용이 편리하고 수위차를 계산하여 살포량을 알 수 있다. 그러나 구조적인 특성상 정밀한 계측은 어렵고 진동에 취약하여 관측값들의 보정과 하드웨어적인 개선이 필요하다.

(3) 데이터베이스와 소프트웨어 설계

(가) 데이터베이스의 설계

구성하고자 하는 데이터베이스는 2가지 기능을 제공해야 한다. 첫 번째는 데이터처리부에서 처리한 정보를 사용자가 원하는 형식에 맞게 저장하고 두 번째는 데이터베이스에 저장된 정보를 요구가 있을 때 전송하는 것이다. 이를 위해 다음과 같은 고려사항이 있다.

- 데이터베이스의 선정
- 저장하려는 정보의 종류와 형태(type), 크기(size)

- 저장된 정보의 삭제주기 선정
- 유무선 네트워크를 이용한 통신

(나) 데이터베이스 선정

데이터베이스는 크게 RDB와 NoSQL의 두종류로 나뉜다.

RDBMS(Relational DataBase Management System)는 관계형 데이터베이스 관리 시스템이다. 1970년 IBM의 에드거 F. 커드가 발명했다. 커드는 자신의 논문 “A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks“에서 처음 이 용어를 소개했다. 최소한 2가지 요건을 만족시켜야 한다. 사용자에게 데이터를 관계, 즉 행과 열의 집합으로 구성된 테이블의 묶음 형식으로 데이터를 제공해야 하며 테이블 형식의 데이터를 조작할 수 있는 관계연산자를 제공해야 한다. 대표적인 RDBMS로는 오라클, MySQL, 마이크로소프트 SQL서버, PostgreSQL, IBM DB2 등이 있다.

NoSQL은 Not-Only SQL을 의미하며, 전통적인 관계형 데이터베이스와 다르게 설계된 비관계형 데이터베이스를 의미한다. 대표적인 NoSQL 솔루션으로는 Cassandra, Hbase, MongoDB 등이 존재한다. NoSQL은 테이블 스키마가 고정되지 않고, 테이블 간 Join 연산을 지원하지 않으며, 수평적 확장이 용이하다는 특징을 가진다. NoSQL 기술은 네트워크 전송 중 일부 데이터를 손실하더라도 시스템은 정상 동작을 해야 한다는 목적에 중점을 두고 일관성과 유효성을 최소한으로 보장한다. HBase는 NoSQL 기술중 하나로 2006년 발표된 구글의 BigTable 을 클론한 것이다. BigTable은 수천대 이상의 서버에서 페타바이트에 달하는 매우 큰 용량의 데이터를 다루기 위해 디자인된 구조화된 데이터를 관리하기 위한 분산 저장 시스템이다 (Chang et al., 2008).

본 연구에서 필요한 데이터베이스는 테이블 형태로 자료를 정리하는 것이 사용자가 이용하기 좋으며 다루는 데이터 용량이 크지 않기 때문에 RDBMS를 이용한다.

MySQL은 가장 많이 쓰이는 오픈소스 관계형 데이터베이스관리 시스템으로 MySQL AB가 관리 및 지원하고 있다. 데이터베이스를 관리하거나 자료를 관리하기 위한 GUI 관리툴은 내장되어 있지 않다. 따라서 이용자들은 명령 줄 인터페이스 도구들을 이용하거나 또는 데이터베이스 생성, 관리시 MySQL 프론트엔드 데스크톱 소프트웨어나 웹 애플리케이션을 사용해야 한다. C, C++, 자바, 파이썬, PHP 등 많은 프로그래밍 언어를 지원하고 PHP와 결합되어 많이 사용된다.

Maria DB는 MySQL과 동일한 소스 코드를 기반으로 하며, GPL v2 라이선스를 따른다. MySQL과 높은 호환성을 갖는다. 즉 데이터와 테이블 정의 파일(.frm) 파일이 호환이 되고 모든 클라이언트 API, 프로토콜, 구조가 동일하며 모든 파일이름, 바이너리, 경로 등이 동일하다. 차이점은 Maria 는 오픈소스 프로젝트이며 어플리케이션 속도가 MySQL보다 빠르다.

PostgreSQL는 다른 관계형 데이터베이스 시스템과 달리, 연산자, 복합 자료형, 집계 함수, 자료형 변환자, 확장 기능 등 다양한 데이터베이스 객체를 사용자가 임의로 만들 수 있는 기능을 SQL 차원에서 제공한다.

본 연구에서는 가장 사용이 많이 되고 라즈베리파이 보드에서 이용하기 편리한 MySQL을 이용해 데이터베이스를 구성했다.

(다) 데이터 저장 및 통신

데이터베이스에 저장해야 하는 정보로는 GPS의 위도, 경도, 시간, 위치별 살포량 등의 1차적인 데이터와 하루 총 작업시간, 총 작업거리, 총 살포량 및 평균 작업속도와 평균 살포량 등의 2차적인 데이터가 있다. 2차 데이터는 데이터베이스에 저장된 1차 데이터들을 계산하여 구한다. 데이터베이스에 저장된 자료는 이동식 메모리에 같은 형태로 저장된다. 유선 랜이나 무선 공유기로 연결된 경우, PC와 스마트폰을 통해 접속할 수 있다.

(라) 데이터 삭제주기

작업을 할때마다 계속해서 쌓이는 데이터를 모두 가지고 갈 필요는 없기 때문에 주기적으로 삭제해서 용량을 줄여야 한다. 방제 차량은 방제작업 후 작업 데이터를 관공서에 보고하도록 되어있기 때문에 매일 오전 00:00 마다 데이터베이스에 쌓인 자료가 삭제되도록 하였다. MySQL에서 지원하는 이벤트 스케줄러를 이용하여 변경할 수 있다.

(마) 데이터 수집 및 처리를 위한 소프트웨어

프로그램의 작동 과정은 다음과 같다. 위치 및 센서 정보의 수집 - 데이터 처리 - 데이터베이스 저장 - 확장자 변환 후 파일로 저장 - 맵핑의 순서로 진행되며 라즈베리파이 보드 내에서 이루어지는 과정과 USB를 통해 관리자의 pc에서 진행되는 2가지로 구성된다. 라즈베리파이보드에 연결된 센서와 GPS를 통해 위치, 수위정보가 수집된다. 이들은 앞서 구한 관계식을 통해 사용자가 쉽게 볼 수 있는 위도, 경도, 살포량 정보로 바뀌고 2차 계산을 통해 평균 살포량, 구간살포량, 구간이동거리, 총 살포량, 총 이동거리 등의 데이터를 산출하여 데이터베이스에 저장된다. 데이터베이스에 저장된 정보를 csv 파일로 만들고 그중에서 맵핑에 필요한 정보들인 시간, 구간이동거리, 총 이동거리, 구간살포량 데이터를 xml 파일로 만들어 둘을 USB에 저장한다. 관리자는 USB에 저장된 csv파일을 엑셀을 이용해 열어 저장된 정보를 확인할 수 있다.

시간, 이동경로, 이동거리, 살포량 등의 정보는 Google에서 제공하는 Google map API를 이용해서 실제 맵 위에 표시하게 되는데, 이는 관리자의 pc와 라즈베리파이 보드를 유무선 등으로 직접 연결하여 확인할 수도 있고 USB에 저장된 xml파일을 pc에 설치된 apache-tomcat8.0 서버경로로 옮긴 후, explorer나 chrome 등의 인터넷 연결창을 통해 확인할 수 있다.

프로그램 언어로 Python 2.7.1 (Python Software Foundation)을 사용하였고 Python에서 제공하는 여러 라이브러리들을 이용하여 프로그램을 만들었다. 맵핑을 위해서는 Javascript + html 언어를 이용하였다.

(바) 정확성 평가를 위한 실험설계

① 정지상태 실험

살포량은 유량계를 이용하여 측정할 수도 있고 양액탱크 내에 남아있는 액체의 높이변화를 통해 구할 수 있다. 양액탱크의 단면적을 알고 있기 때문에 액체의 높이변화량을 이용해 살포량을 구할 수 있다. 본 실험에서는 제작한 부력식 Float-arm형 센서와 압력센서

(HLM-25C, dinel, czech)를 이용하였다. 센서들의 캘리브레이션을 통해 수위-센서출력전압 사이의 관계를 알 수 있다. 이를 통해 센서들의 출력을 수위로 변환할 수 있고 이를 실제 분사 상황에서의 수위와 비교하여 센서의 정확성을 평가할 수 있다.

방역차량에 센서들을 부착하고 100L 마다 실제 수위를 잰 후, 분사펌프를 작동시켜 진동을 가하면서 그때의 센서들의 출력들을 기록한다. 진동으로 인해 불안정한 출력이 나오기 때문에 100개 데이터의 최대, 최소치를 제거 후 평균을 내어 해당위치에서의 센서 출력으로 가정하였다. 분사노즐까지 가동시키면 진동이 더 커지고 센서 출력에 영향을 미치게 되지만, 노즐을 가동시킬 경우 실제 수위를 확인할 수 없기 때문에 노즐 작동으로 인한 효과는 무시할만하다고 가정하였다.

② 이동상태 실험

이동상태 실험은 차량 이동으로 인해 발생하는 진동의 영향을 받을 때 센서의 정확성을 확인하기 위한 실험으로 실제 이동살포와 비슷한 환경을 충족시키기 위하여 포장도로, 비포장도로에서 실제 운행속도와 비슷한 3~8km/h 로 주행하며 실시하였다. 이동하면서 실제 수위를 실시간으로 잴 수는 없기 때문에 물 약 950L를 30분 동안 분사하며 수위는 2초에 한번 씩 측정하였고 이를 정지상태에서 같은 조건(950L, 30분 분사)에서 얻은 데이터와 비교하였다.

③ 살포량 계산방법

살포량은 수위와 탱크 단면적을 통해 알 수 있다 양액 탱크는 요철이 있으나 Fig 116과 같은 형태로 가정하고 계산하였다. 높이에 따른 부피는 Table 48,49 와 같다.

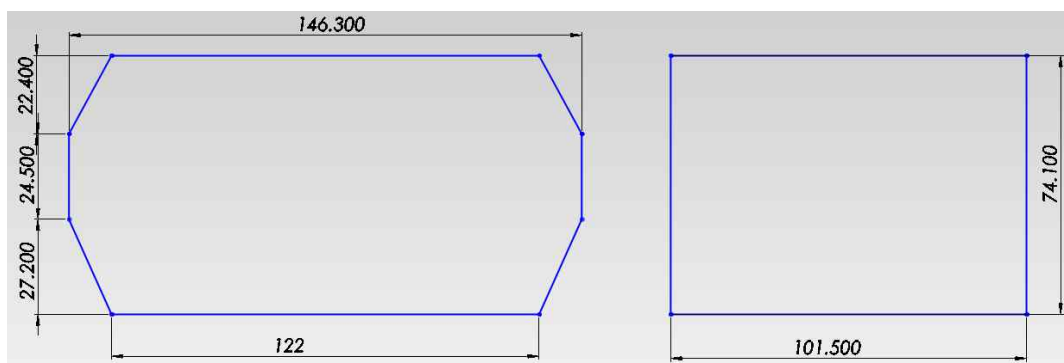


Figure 117 Simplified drawing of design of tank

Table 50 Conversion equation of volume

Height	Conversion equation
0~27.2cm	$V = h(0.447h + 122)*101.5/1000$ L
27.2~51.7cm	$V = (146.3h - 330.48)*101.5/1000$ L
51.7~74.1cm	$V = 1000 - \{(74.1-h)(162.16-0.542h)*101.5/1000\}$ L

**V = volume(L), h = height(cm)

Table 51 Calculated volume according to height

Height(cm)	Real volume(L)	Calculated volume(L)
73.7	1000	995.04
66.4	900	901.39
59.4	800	797.67
52	700	699.47
42.9	600	603.5
35.7	500	496.6
29.1	400	398.58
22.3	300	298.7
15.4	200	201.46
7.8	100	99.24

④ 실험조건

실험은 한성티앤아이(충청남도 아산시 둔포면 석곡리 1557) 대지 내부 비포장 시험지 및 근방 도로(36.910825, 127.065494 ~ 36.936419, 127.068026)에서 실시하였다.



Figure 118 Unpaved test ground

센서 및 이력관리 장치중 제작센서와 압력센서는 양액탱크의 상단에 고정시켰고 탱크 밑 바닥에서 각 센서의 영점까지 높이는 각각 제작센서 4.8cm, 압력센서 5.8cm이다.

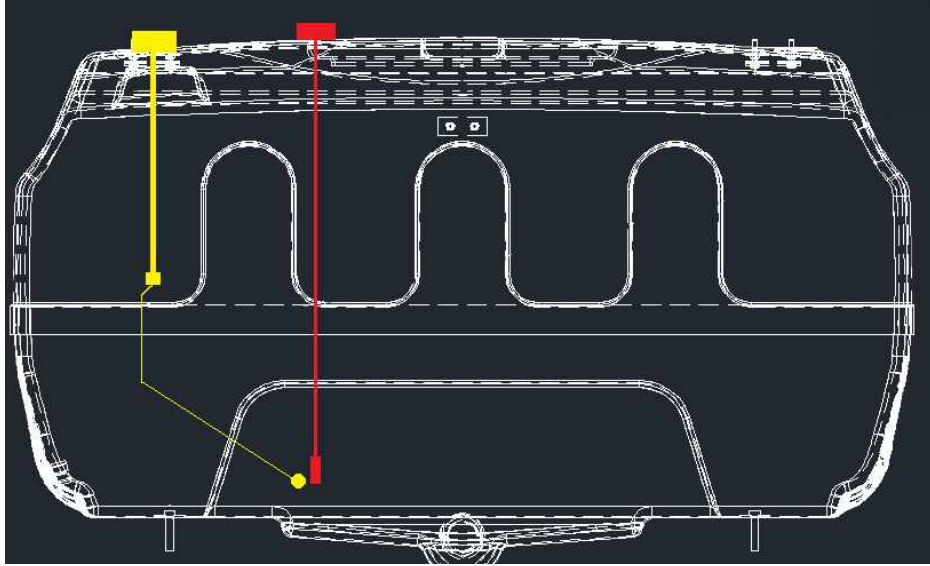


Figure 119 Location of sensors

이력관리 장치는 안정적인 전원공급이 필요하며 양액 분사 시 양액이 튀기 때문에 방수 처리가 필수적이다. 진동의 영향에도 소자들의 연결이 끊어지지 않아야 한다. 이에 방제기 내부 배터리 근처의 ‘ㄱ’ 모양의 철제 바에 장치를 부착하였고 장치는 방수효과를 위하여 플라스틱 박스 내부에 고무패드를 대고 고정하였다.

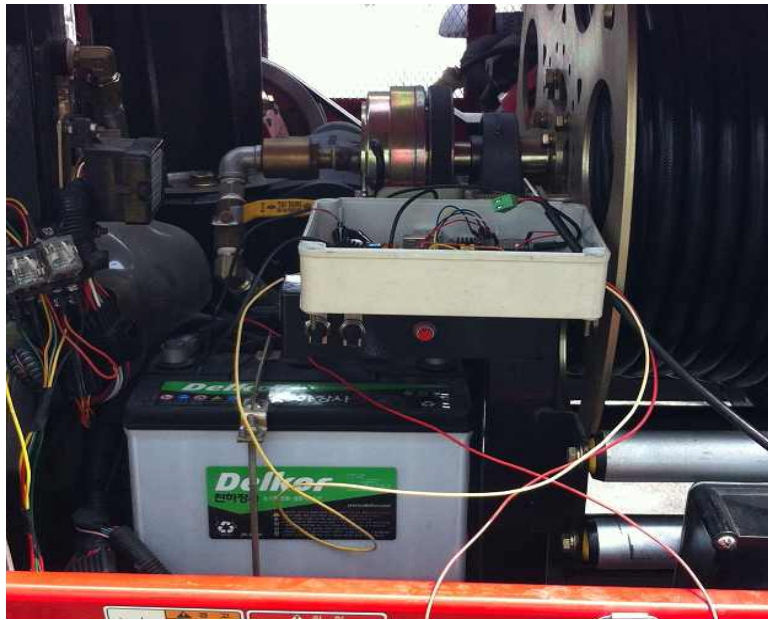


Figure 120 Location of developed device.

센서 출력을 수집하여 높이로 변환하고 차량의 위치를 GPS를 통해 받아 저장하는 방역이력 기록장치는 두 개의 전원을 필요로 한다. 방역차량은 분사를 하지 않아도 GPS를 통해 위치정보를 받아 저장해야 하기 때문에 장치를 지속적으로 가동시킬 수 있는 5v 전원이 필요하며 방제기 배터리에서 공급하였다. 탱크 내 수위를 알려줄 센서 출력은 분사시에만

받아 변환, 저장하면 되기 때문에 전원공급을 계속해서 할 필요가 없다. 따라서 컨트롤러에 연결하여 방제기 가동시, 신호를 줘서 센서출력을 기록하도록 하였다.

가) 실험 방법

① 정지상태 실험

양액탱크에 1000L 까지 물을 채운 뒤, 분사시키며 100L 마다 정지 후 분사펌프만 가동시킨 상태에서 실제 수위와 센서 출력을 기록한다. 센서 출력은 100개의 데이터를 모아 최대, 최소값을 제외하고 평균을 내며 2초에 한번 기록한다. 3회 반복한다.

② 이동상태 실험

양액탱크에 1000L까지 물을 채운 뒤 비포장도로, 포장도로에서 3~8km/h 로 운행하며 30분 동안 약950L를 분사시킨다. 이때 센서 출력을 기록한다. 센서 출력은 100개의 데이터를 모아 최대, 최소값을 제외하고 평균을 내며 2초에 한번 기록한다. 정지상태에서 같은 조건(30분, 950L)에서 분사 후 이때의 센서 출력을 기록하여 앞서 얻은 데이터와 비교한다.

③ 정확성 평가방법

실제 수위 측정의 경우 정확성 비교를 위하여 실제수위와 그때마다의 센서 출력을 측정할 필요가 있다. 그러나 실험 여건상 cm단위로 비교를 하기는 어려웠기 때문에 100L마다 실제 분사상태에서의 수위와 센서출력을 기록하였다. 압력센서, 제작한 센서의 높이-전압에 대한 각각의 회귀식(eq. 1)을 구하였고 이 회귀선 위의 점들을 기준으로 압력센서와 제작한 센서에서 나온 높이를 비교하였다. 센서들의 실제 분사 상황의 수위-전압식(eq 1), 캘리브레이션을 통한 높이-전압 식(eq. 2)은 다음 Fig. 120,121 및 Table 50 과 같다.

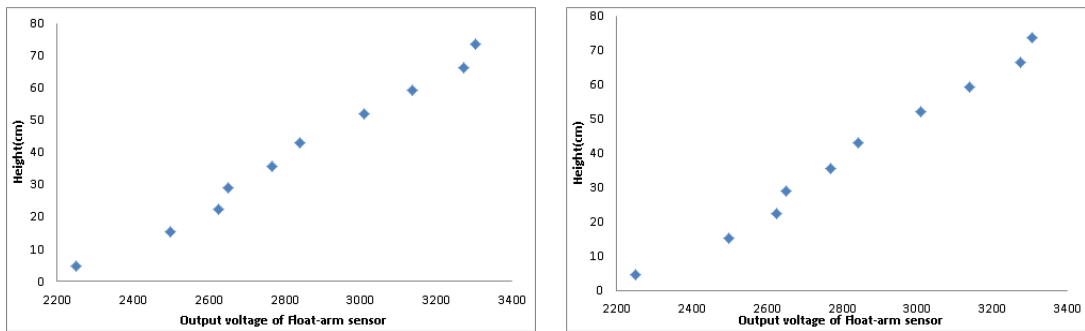


Figure 121 Relation between height of water and output voltage of sensors in spraying situation.

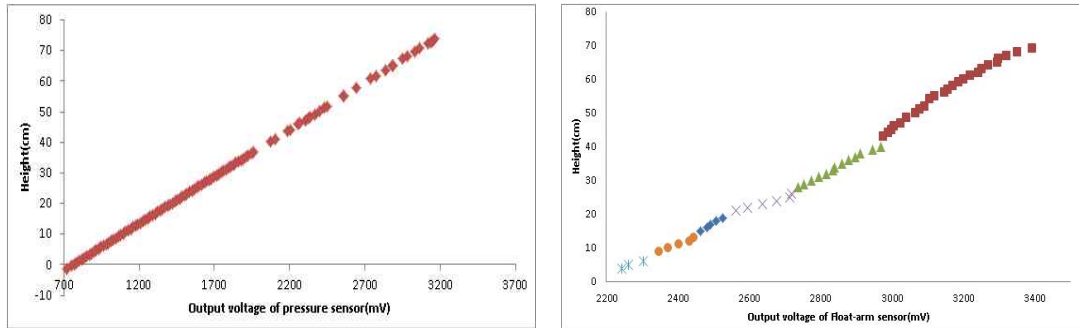


Figure 122 Relation between height and output voltage of sensors in calibration

Table 52 Conversion equations of height

	Pressure sensor		Float-arm sensor	
	Output voltage	Height	Output voltage	Height
Eq 1.	772~ ~771	$h=0.0321v-19.277$ $h= a$	2296~ ~2295	$h= 0.0679v - 153.56$ $h= b$
Eq 2.	$h=0.0307v-23.408 +a$		2975이상	$h= 0.065v-149.06 +b$
			2971~2974	$h= 42 +b$
			2735~2970	$h= 0.0537v-119.04 +b$
			2721~2734	$h= 27 +b$
			2560~2720	$h= 0.0332v-64.58 +b$
			2528~2559	$h= 20 +b$
			2461~2527	$h= 0.0649v-144.91 +b$
			2447~2460	$h= 14 +b$
			2345~2446	$h= 0.0384v-81 +b$
			2310~2344	$h= 7.5 +b$
			2251~2309	$h= 0.0316v-66.604 +b$
		~2250	$h= b$	

**h = Height of water(cm), v = Output voltage of sensor(mV)

a = Height from bottom of tank to zero point of pressure sensor, 5.8(cm)

b = Height from bottom of tank to center of float of float-arm sensor, 4.8(cm)

정지상태의 경우 Eq 1.을 통해 나온 높이들을 기준으로 Eq 2.를 통해 나온 높이들을 비교한다. 산점도를 통해 선형성을 확인하고 잔차의 평균, RMSE 등을 분석한다. 진동이 없는 안정한 상태에서 캘리브레이션을 했을 때, 압력센서의 오차범위는 -1~1cm, 제작한 센서의 오차범위는 -3~1cm이므로 허용오차범위를 $\pm 2cm$ 로 정하였고 이 범위를 넘는 관측점들로 오차율을 구하였다. 비교관계는 다음과 같다.

A. Eq 1.로 구한 높이(압력센서)에 대한 Eq 2.로 구한 높이(압력센서)

B. Eq 1.로 구한 높이(제작센서)에 대한 Eq 2.로 구한 높이(제작센서)

마지막으로, 이동상태에서 측정한 값들을 정지상태에서 측정한 값들과 비교하였다. 이동상태에서 측정한 센서 출력들은 분사시의 진동에 차량이동으로 인한 진동의 영향을 모두 고려해야 하기 때문에 진동이 없고 안정된 상태에서 구한 Eq 2. 보다 Eq 1.을 통해 높이로

변환하였다. 이동상태는 포장도로와 비포장도로에서 분사하며 측정하였다.

2. 연구결과

가. 방역작업이력 측정 및 기록장치 시제품의 개발

(1) 시제품의 제원과 예상 가격

본 연구에서 개발한 장치의 구성요소와 규격은 Table 51 과 같다.

Table 53 Specification of component of prototype

Model/ Company	Specification		Image
Raspberry Pi 1 Model B / raspberry Pi	CPU	700 MHz ARM1176JZF-S single core	
	Storage capacity	16GB (memory card)	
	Power	5V 700 mA (3.5 W)	
	Weight	45g	
	Price	US\$35 (40,000~45,000won)	
GPS 620/ ASEN korea	CPU	ARM7TDMI CPU embedded	
	Receive sensitivity	-158dBm	
	Power consumption	46mA	
	Protocols support	NMEA 0183 V3.01	
	Size	Weight:46g Size: 30mm × 47mm × 13mm	
	Price	42,900won	
Level sensor1	Type	Potentiometer	
	Measuring method	Float-arm	
	Output method	Analog voltage(linear)	
	Price	40,000won	
Level sensor2	Name	HLM-25C-1	
	Type	Hydro-static level meter	
	Supply voltage	12...34 V DC	
	Current output	4...20 mA	
	Accuracy	0.4% of range (± 1cm)	
	Protection class	IP68	
	Price	600,000won	

(2) 시제품 개발 결과

가) 하드웨어 개발 결과

시제품의 설치 위치는 다음 Fig 126과 같다. 전원을 연결하기 용이하고 USB탈부착이 쉽고 관리하기 쉽도록 분사장치의 오른쪽 측면 뚜껑이 달린 부분 내부의 배터리 근처 평평한 곳에 설치하였다. 방역차량이 양액을 분사할 때 분사기 내부로 될 수 있기 때문에 방수기능이 있는 플라스틱 박스 안에 장치를 설치, 고정하였다. 진동에 의해 소자들의 연결상태가 불량이 되거나 장치에 문제가 생기는 것을 방지하기 위하여 고무패드를 깔았다. 장치 구동을 위한 전원은 분사기 배터리와 컨트롤러에서 입력하였다. 이력관리장치는 위치정보 수집을 위하여 차량이동시 항상 작동해야 하기 때문에 장치의 메인전원을 분사기 배터리에서 입력한다. 살포량 측정을 위한 센서의 출력은 데이터베이스의 공간을 효율적으로 사용하기 위하여 분사시킬 경우에만 수집하면 된다. 컨트롤러와 장치를 연결하여 컨트롤러 on 시 5V신호를 주면 센서 출력을 저장하도록 하였다.

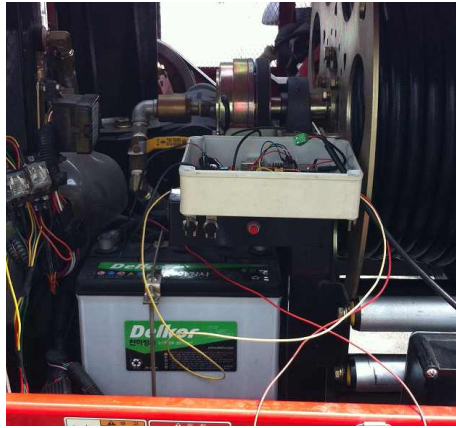


Figure 127 Location of developed device

나) 프로그램 개발 결과

프로그램은 크게 2가지로 위치정보, 센서정보를 기록, 변환, 저장해주는 프로그램과 이를 Google maps API를 이용해 지도상에 표시해주는 프로그램이다. 위치, 수위 정보는 데이터베이스에 저장되며 csv파일로 변환, USB에 저장되어 이후 관리자가 Excel을 이용해 확인, 저장, 편집이 용이하도록 하였다. 데이터베이스는 pc에서 유선으로 접속할 수 있으며 무선 공유기가 있으면 wifi를 통해 스마트폰에서도 접속이 가능하다. Fig. 127은 무선공유기(ipTIME N100mini, EFM-Networks)를 통해 스마트폰에서 데이터베이스에 접속한 모습이다. wifi가 연결된 상태에서는 스마트폰을 통해 데이터베이스를 확인, 관리할 수도 있다.

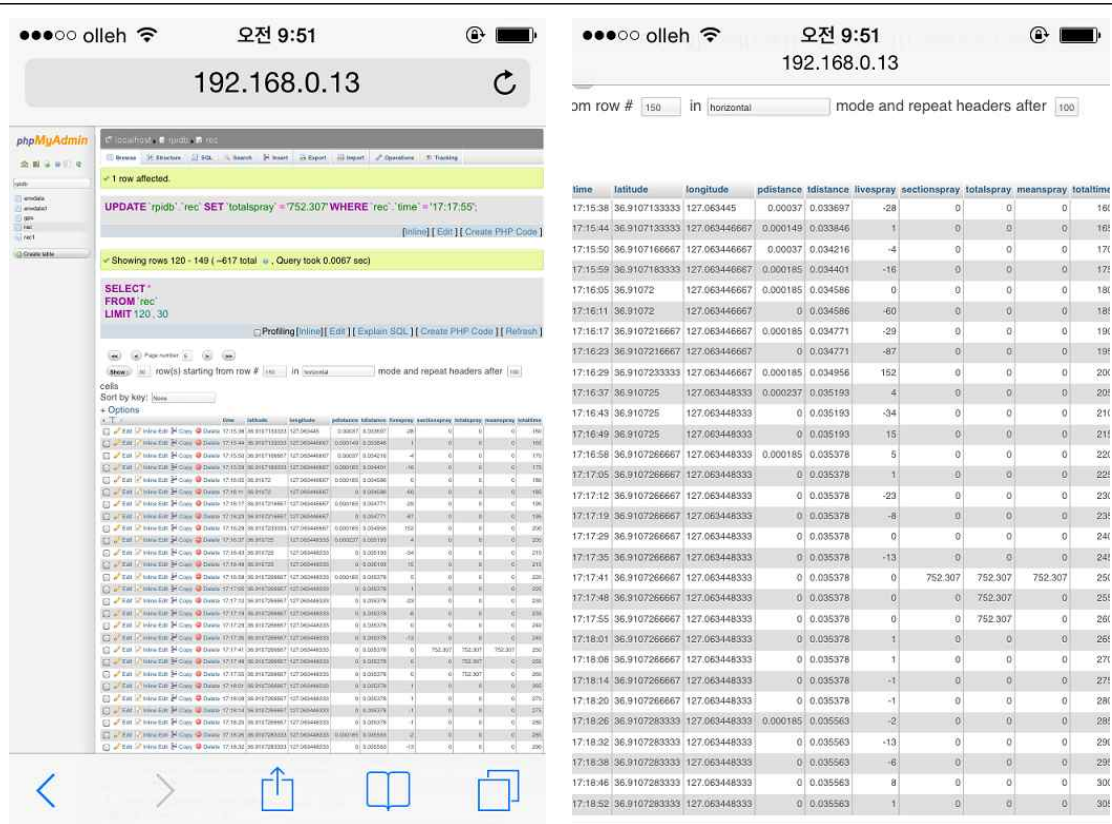


Figure 128 Pictures of database connected from smart phone

+ Options		time	latitude	longitude	pdistance	tdistance	livespray	sectionspray	totalspray	meanspray	totaltime
<input type="checkbox"/>	Edit	17:15:38	36.9107133333	127.063445	0.00037	0.033697	-28	0	0	0	166
<input type="checkbox"/>	Edit	17:15:44	36.9107133333	127.0634466667	0.000149	0.033846	1	0	0	0	165
<input type="checkbox"/>	Edit	17:15:50	36.9107166667	127.0634466667	0.00037	0.034216	-4	0	0	0	170
<input type="checkbox"/>	Edit	17:15:59	36.9107183333	127.0634466667	0.000185	0.034401	-16	0	0	0	175
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:05	36.91072	127.0634466667	0.000185	0.034586	0	0	0	0	180
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:11	36.91072	127.0634466667	0	0.034586	-60	0	0	0	185
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:17	36.9107216667	127.0634466667	0.000185	0.034771	-29	0	0	0	190
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:23	36.9107216667	127.0634466667	0.000185	0.034771	-87	0	0	0	195
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:29	36.9107233333	127.0634466667	0.000185	0.034956	152	0	0	0	200
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:37	36.910725	127.0634483333	0.000237	0.035193	4	0	0	0	205
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:43	36.910725	127.0634483333	0	0.035193	-34	0	0	0	210
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:49	36.910725	127.0634483333	0	0.035193	15	0	0	0	215
<input type="checkbox"/>	Edit	17:16:58	36.9107266667	127.0634483333	0.000185	0.035378	5	0	0	0	220
<input type="checkbox"/>	Edit	17:17:05	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	1	0	0	0	225
<input type="checkbox"/>	Edit	17:17:12	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	-23	0	0	0	230
<input type="checkbox"/>	Edit	17:17:19	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	-8	0	0	0	235
<input type="checkbox"/>	Edit	17:17:29	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	0	0	0	0	240
<input type="checkbox"/>	Edit	17:17:35	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	-13	0	0	0	245
<input type="checkbox"/>	Edit	17:17:41	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	0	752.307	752.307	752.307	250
<input type="checkbox"/>	Edit	17:17:48	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	0	0	752.307	0	255
<input type="checkbox"/>	Edit	17:17:55	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	0	0	752.307	0	260
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:01	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	1	0	0	0	265
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:08	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	1	0	0	0	270
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:14	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	-1	0	0	0	275
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:20	36.9107266667	127.0634483333	0	0.035378	-11	0	0	0	280
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:26	36.9107283333	127.0634483333	0.000185	0.035563	-2	0	0	0	285
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:32	36.9107283333	127.0634483333	0	0.035563	-13	0	0	0	290
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:38	36.9107283333	127.0634483333	0	0.035563	-6	0	0	0	295
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:46	36.9107283333	127.0634483333	0	0.035563	8	0	0	0	300
<input type="checkbox"/>	Edit	17:18:52	36.9107283333	127.0634483333	0	0.035563	1	0	0	0	305

Figure 129 Spraying record saved in database

csv 파일에는 시간, 위도, 경도, 특정시간 이동거리, 총 이동거리, 특정시간 분사량, 구간 분사량, 평균분사량, 총 분사량, 총 걸린 시간 등이 기록되어 있는데 이는 데이터베이스에 저장된 정보와 동일하다. Fig. 129는 csv 파일로 저장된 모습이다. 시간은 현재시간, 위도, 경도는 차량의 현재위치, 특정시간 이동거리와 분사량은 그림에서는 차량의 5초동안의 이동거리와 분사량이다. 구간 분사량은 분사장치를 가동하여 목표량을 분사 후 컨트롤러를

정지시켰을 때, 그동안의 분사량을 의미하며 총 분사량, 총 이동거리, 총 걸린 시간은 그 시간까지 분사한 총량과 총 이동거리, 총 걸린 시간을 의미한다. 그림은 정지상태에서 분사시킨 상황이며 진동으로 인해 위도에 약간의 차이가 생겨 이동거리가 약 1m씩 변한다. 17:12:26 에 시작하여 17:17:41 까지 분사시켰으며 5초마다 측정하도록 프로그램 되어 있으나 GPS신호를 받는데 시간이 걸려 6,7초에 한번씩 기록하고 있다. 평균분사량을 보면 1회로 분사한 것을 알 수 있고 분사량이 아닌 탱크에 남은 양으로 표시되어 있다. livespray를 보면 값이 진동하는데 이는 분사의 영향으로 인해 제작한 센서 출력이 진동했기 때문이다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	time	latitude	longitude	pdistance	tdistance	livespray	sectionspr	totalspray	meanspray	totaltime		
2	17:12:26	36.91047	127.0634	0.006718	0.006718	-8	0	0	0	10		
3	17:12:32	36.91049	127.0634	0.001873	0.008591	41	0	0	0	15		
4	17:12:38	36.91051	127.0634	0.001671	0.010262	72	0	0	0	20		
5	17:12:44	36.91052	127.0634	0.001509	0.011771	35	0	0	0	25		
6	17:17:12	36.91073	127.0634	0	0.035378	-23	0	0	0	230		
7	17:17:19	36.91073	127.0634	0	0.035378	-8	0	0	0	235		
8	17:17:29	36.91073	127.0634	0	0.035378	0	0	0	0	240		
9	17:17:35	36.91073	127.0634	0	0.035378	-13	0	0	0	245		
10	17:17:41	36.91073	127.0634	0	0.035378	0	752.3067	752.3067	752.3067	250		

Figure 130 Data saved from database to csv format file

지도에 표시를 할 때에는 차량의 운행경로를 선으로 나타내고 분사관련 정보를 infowindow로 나타내었다. 운행경로는 일반운행시 초록선, 이동분사시 붉은선으로 나타내었고 이동분사시 infowindow에 분사정보가 나타난다. 현재시간, 10초간 분사량, 10초간 이동거리, 총 이동거리가 나타난다.

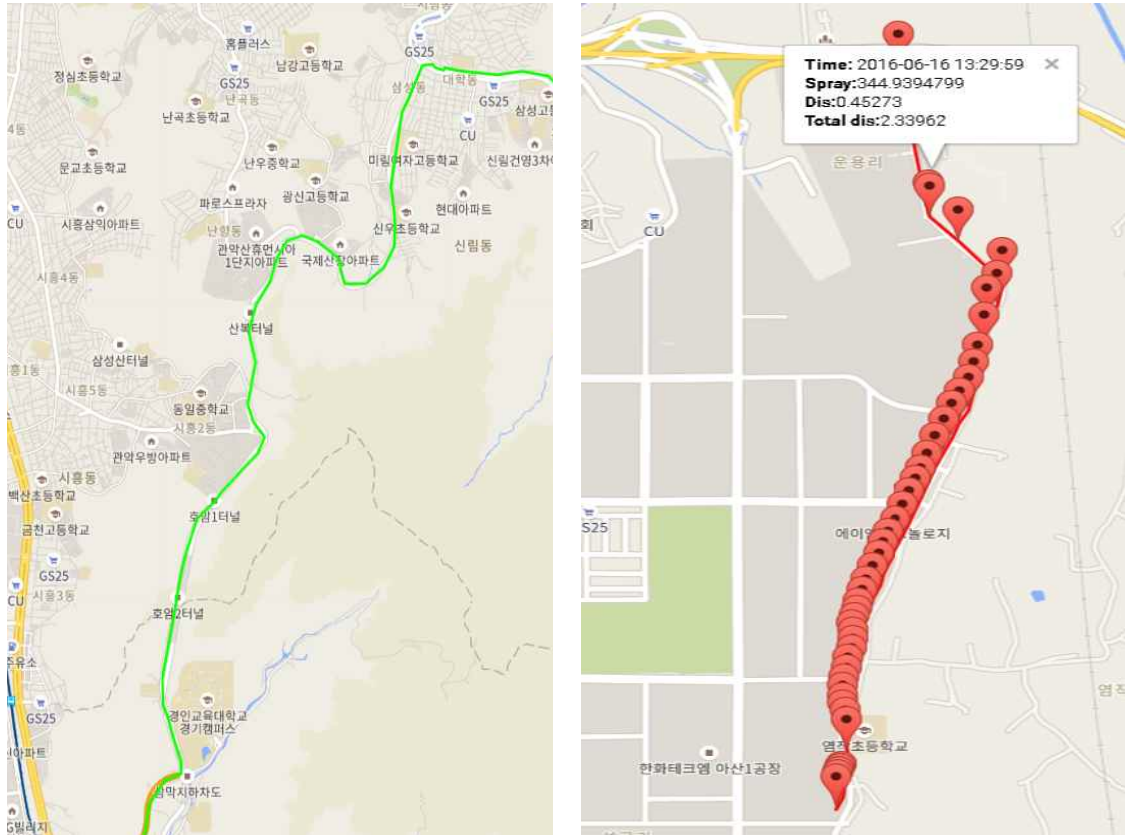
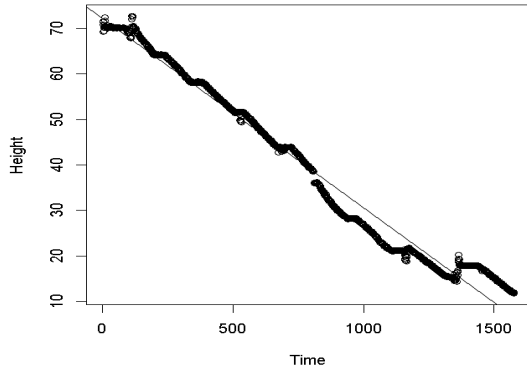


Figure 131 Marked driving path, moved-state spraying path and infowindow on google map

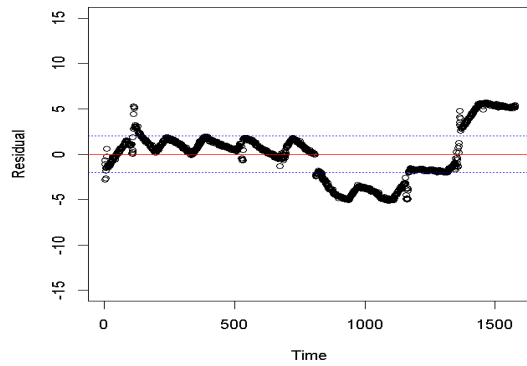
나. 살포량 정확성 평가 결과

1) 정지실험 결과

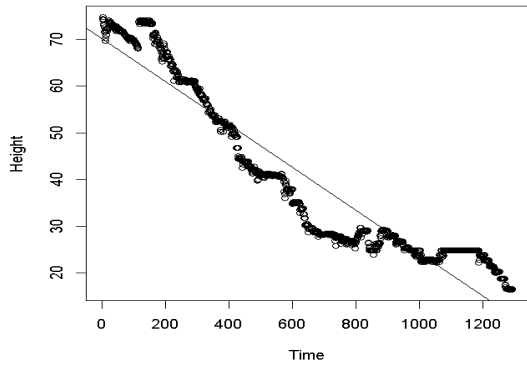
Fig 131.132,133은 정지상태에서 분사 실험을 3회 수행한 후 압력센서와 제작센서를 통해 나온 높이를 시간에 따라 산점도로 나타낸 것이며 그때의 잔차를 그래프로 나타내었다. 데이터는 100개의 데이터를 수집하여 최대,최소를 제외한 나머지의 평균을 내어 2초에 한번 씩 기록하였다. 잔차 산점도에서 붉은선은 잔차평균이며 파란 점선은 허용오차범위 $\pm 2cm$ 를 의미한다.



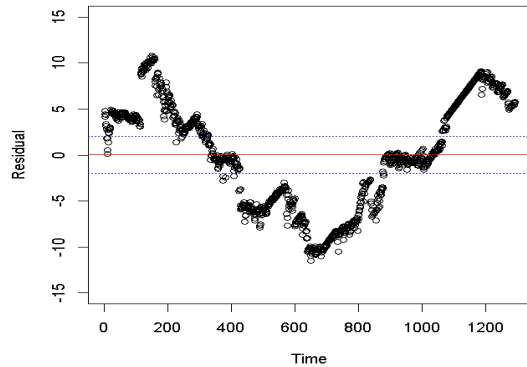
(a) Scatter plot of pressure sensor



(b) Residual plot of pressure sensor

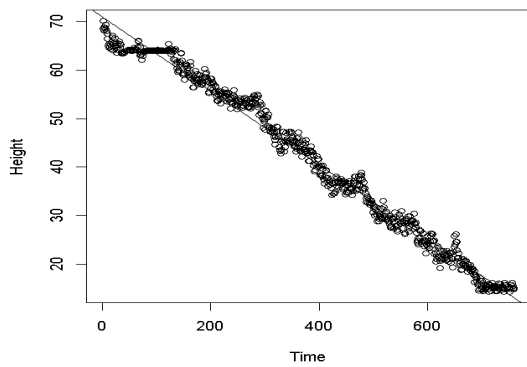


(c) Scatter plot of Float-arm sensor

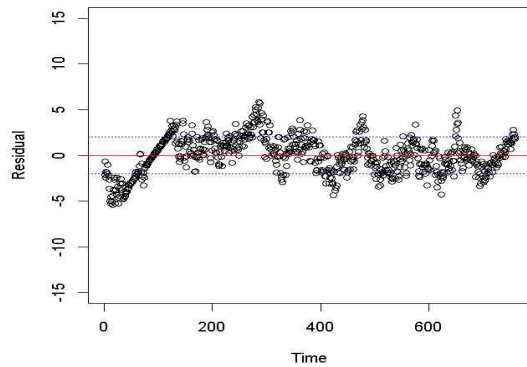


(d) Residual plot of Float-arm sensor

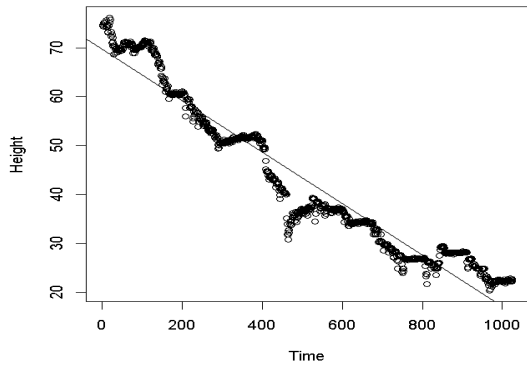
Figure 132 Scatter plot and residual plot of stopped-state test(1st)



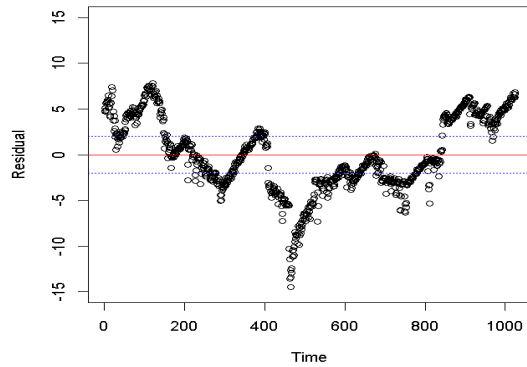
(a) Scatter plot of pressure sensor



(b) Residual plot of pressure sensor



(c) Scatter plot of Float-arm sensor



(d) Residual plot of Float-arm sensor

Figure 133 Scatter plot and residual plot of stopped-state test(2nd)

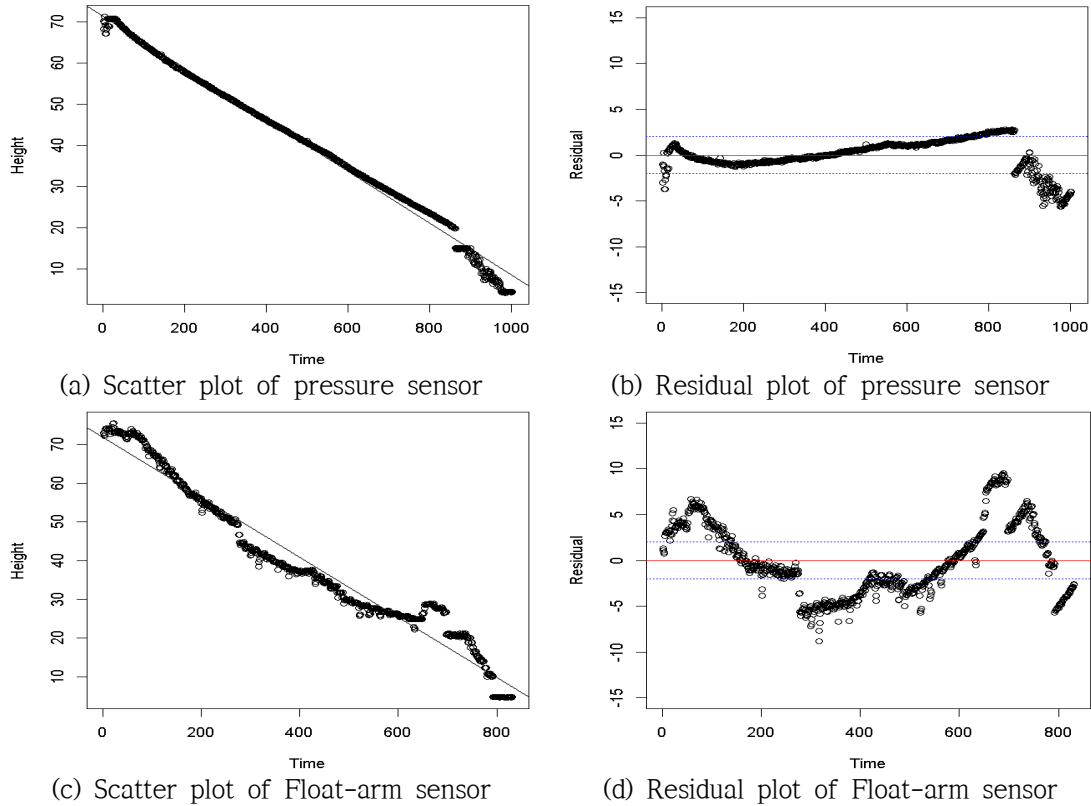


Figure 134 Scatter plot and residual plot of stopped-state test(3rd).

산점도를 보면 관측점들이 진동하고 있으나 대체로 회귀선을 따라 선형적으로 하강하는 모습을 보인다. 전체적으로 진동하고 있는데 출력이 불안정하게 흔들리는 이유로는 분사펌프로 인한 물의 진동, 센서의 오류, 높이 변환오류, 소자 사이 연결상태의 문제 등을 들 수 있다. 센서의 오류는 센서의 압 구조에서 오는 오류, 반원 전극판과 바늘과의 접촉세기가 달라지는 문제, 반원판 전극의 양쪽 끝에서는 출력이 흔들리는 문제 등이 있으며 높이 변환오류는 출력을 높이로 바꿀 때, 완전히 연속적으로 이어지지 않는 문제를 의미한다. 탱크와 분사기의 진동으로 인해 3회차 실험에서는 압력센서의 연결이 마지막에 끊어지는 경우도 있었는데 이러한 문제들로 인하여 전체 그래프가 진동하였다. 분사로 인한 진동을 측정하기 위하여 기타오류들을 제거해야할 필요가 있었고 출력이 전후로 $\pm 3\text{cm}$ 를 벗어나는 값들은 이상치로 보고 제거하였다. 분사펌프 작동시 진동으로 인한 수면의 높이 변화를 측정한 결과, 탱크의 부피에 따라 오차가 있지만 최대 $-3\text{cm} \sim 3\text{cm}$ 의 변화를 보였기 때문이다.

수위가 낮은 지점인 20cm 이하 지점에서는 관측점들의 진동이 비교적 더 심하고 오차가 커지는데 이는 탱크 속 물의 양이 적으면 그만큼 진동이 크기 때문이다. 압력센서, 제작센서 모두 그래프가 약간 계단식으로 내려오는 경향을 보이는데 이는 100L를 뺀 지점에서 데이터를 기록하기 위하여 시간을 소요했기 때문에 중간중간 계단식으로 정체지점을 보이고 있다.

제작한 센서의 경우, 중간에 경향을 벗어나 갑자기 크게 뛰는 점들이 보인다. 이는 센서의 구조에서 기인한 문제로 측정시 65~70cm, 44~49cm, 23~27cm 구간에서 해당문제가 발

생하였다. 압력센서는 3회의 실험에서 잔차들이 허용오차범위내에 거의 분포하였고 제작한 센서는 많이 벗어나는 경향을 보이는데 float를 물에 띄우는 방식이라 물의 진동영향을 더 많이 받았기 때문이다. Table 52의 결과를 보면 잔차분포가 압력센서는 3이하이나 제작한 센서는 4~6 사이로 약 2배차이가 났다. 이를 통해 제작한 센서보다 압력센서가 더 안정적인 값을 내며 정확도가 높다고 할 수 있다. Table 53의 오차율을 보면 압력센서는 2,30%의 오차율을 보이며 최대 38.5%의 오차율을 보이지만 제작한 센서는 최대 77%로 압력센서의 2배가 넘는 오차율을 보였다. 이를 보완하기 위한 데이터 보정과 하드웨어적 개선이 필요하다.

Table 54 Result of regression analysis of pressure and Float-arm sensor

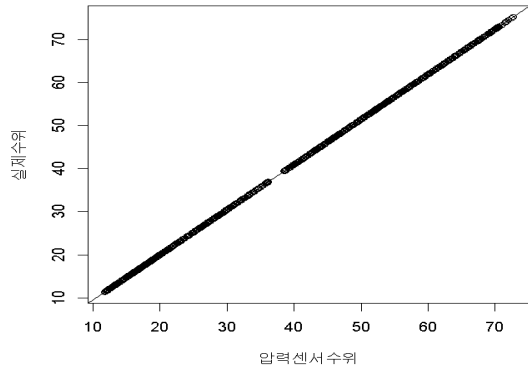
		Equation	Mean of residual	rmse of residual	Range of residual	R-squared
1st	p	$h=-0.0416t+72.1959$	-8.5946e-16	2.8939	-5.1558, 5.72099	0.9772
	F	$h=-0.0459t+70.1151$	2.7841e-15	5.7771	-11.4854, 10.7869	0.8979
2nd	p	$h=-0.0763t+70.8845$	1.2346e-17	2.0033	-5.4101, 5.8644	0.9858
	F	$h=-0.0526t+69.7265$	1.0767e-15	4.0354	-14.5033, 7.8552	0.9370
3rd	p	$h=-0.0628t+71.3770$	-1.3088e-16	1.7154	-5.6640, 2.7720	0.9912
	F	$h=-0.0775t+71.8561$	5.8994e-16	3.9077	-8.7989, 9.5239	0.9578

**p = pressure sensor, F = Float-arm sensor

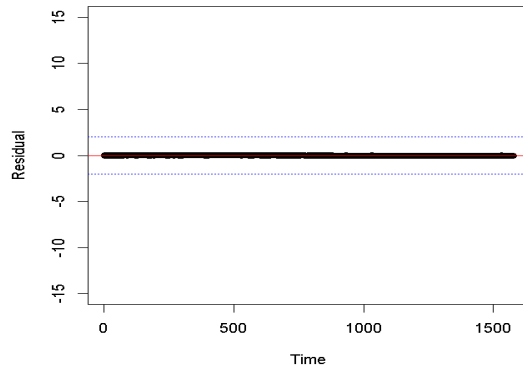
Table 55 Rate of out of tolerance

1 st		2 nd		3 rd	
Pressure	Float-arm	Pressure	Float-arm	Pressure	Float-arm
38.5%	77.2%	31.4%	69.1%	20.7%	66.7%

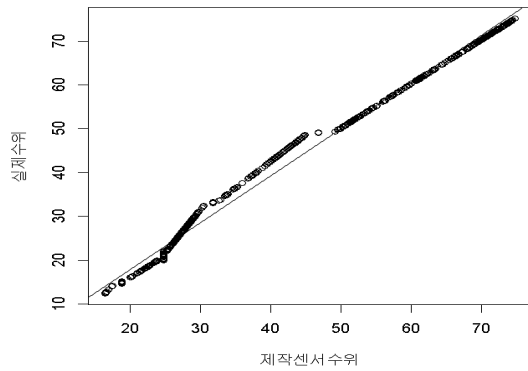
Fig 134, 135, 136은 정지상태에서 분사 후 실제 분사상황에서의 수위에 대하여 캘리브레이션을 통해 나온 수위를 비교한 산점도와 그때의 잔차를 그래프로 나타내었다. 데이터는 100개의 데이터를 수집하여 최대,최소를 제외한 나머지의 평균을 내어 2초에 한번씩 기록하였다. 잔차산점도에서 붉은선은 잔차평균이며 파란 점선은 허용오차범위 $\pm 2cm$ 를 의미한다. 회귀선 위에 관측점들이 존재할수록 진동이 없는 상황에서 캘리브레이션을 통해 구한 높이와 실제 분사상황에서 구한 높이의 차이가 없고 실제 상황에서 사용할 수 있다.



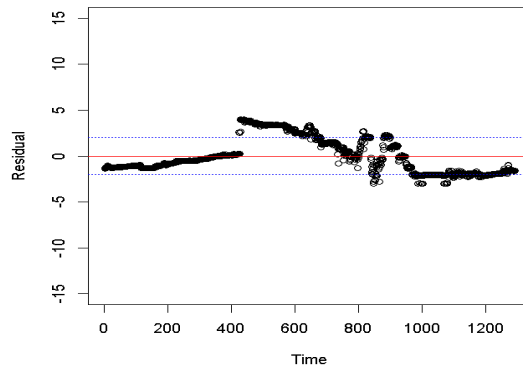
(a) Scatter plot of A



(b) Residual plot of A

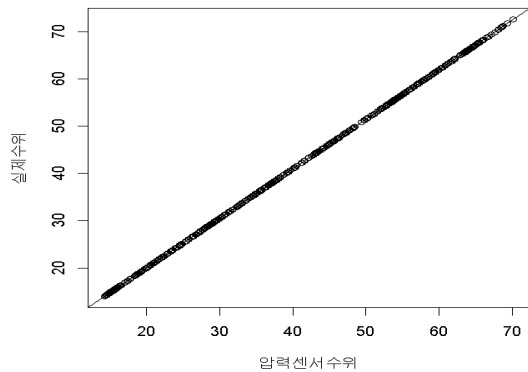


(c) Scatter plot of B

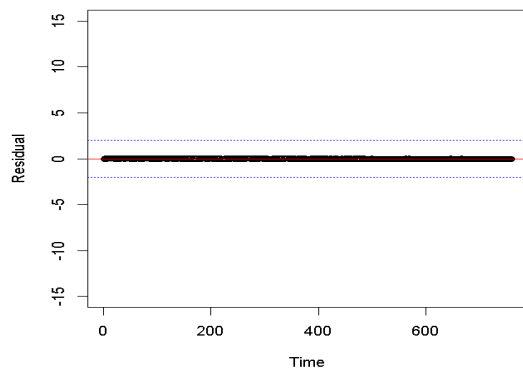


(d) Residual plot of B

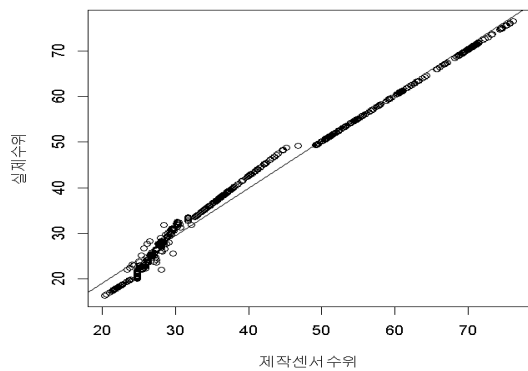
Figure 135 Scatter plot and residual plot of A, B(1st)



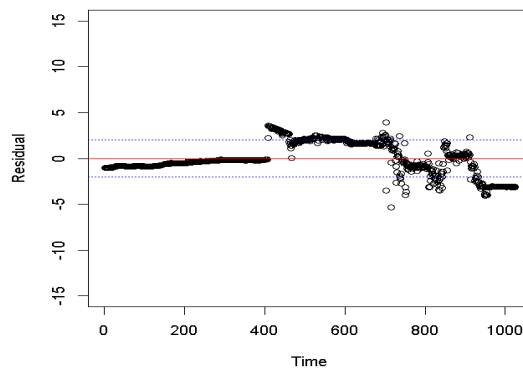
(a) Scatter plot of A



(b) Residual plot of A



(c) Scatter plot of B



(d) Residual plot of B

Figure 136 Scatter plot and residual plot of A, B(2nd)

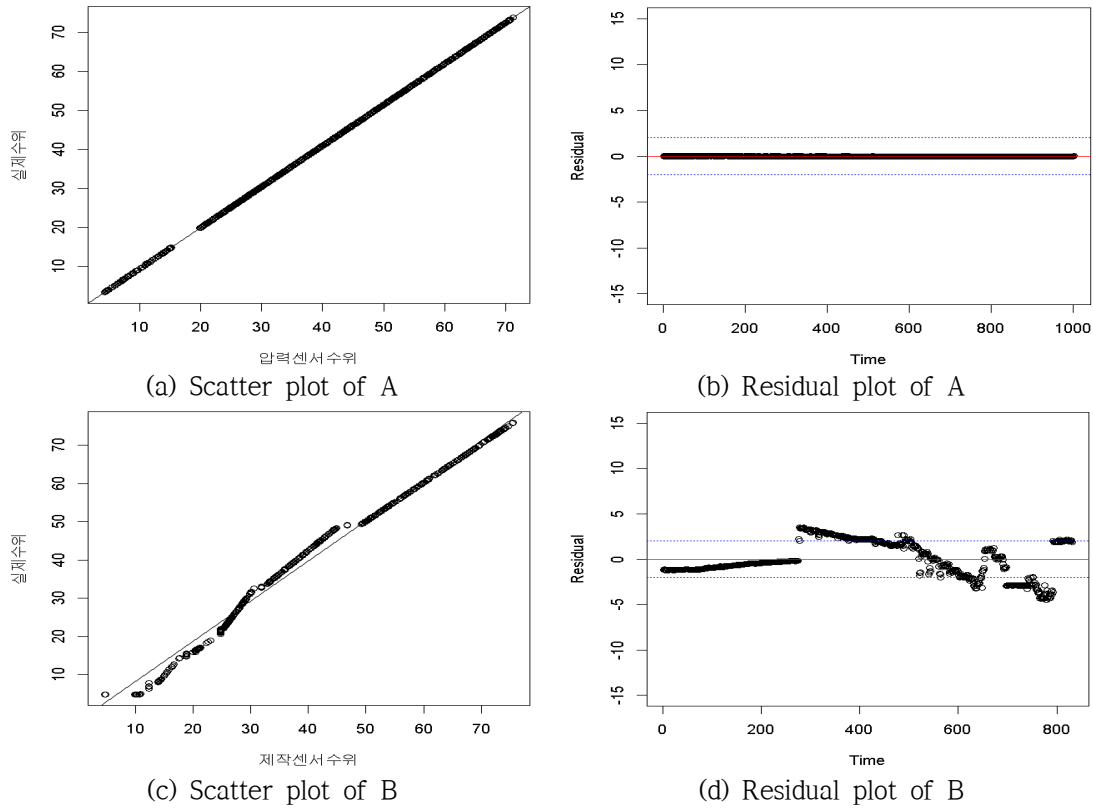


Figure 137 Scatter plot and residual plot of A, B(3rd).

산점도를 보면 압력센서의 경우, 실제 분사상황에서의 측정값과 센서 캘리브레이션을 통해 구한 높이 측정값 사이의 차이가 거의 없다. 제작한 센서의 경우, 25~50cm 구간에서 많은 차이가 발생하였으나 그 부분을 제외하면 허용오차범위 내에 관측점들이 분포하고 있다. 25~50cm 구간은 센서구조로 인해 높이변화에도 불구하고 출력전압의 변화가 없는 구간이 두 번이나 존재하는 지점으로 센싱 압의 구조 개선을 통해 개선할 수 있을 것으로 보인다. 이를 통해 안정된 상태에서 캘리브레이션을 통해 구한 높이-전압 관계식을 통해 나온 높이를 실제 분사 상황에서도 사용할 수 있는 것을 확인할 수 있다. 제작한 센서의 오차율이 50% 이상으로 높으나 이는 대부분 25~50cm 구간에서 발생한 것으로 하드웨어적 개선과 데이터 보정을 통해 극복할 수 있다.

Table 56 Result of regression analysis of A, B

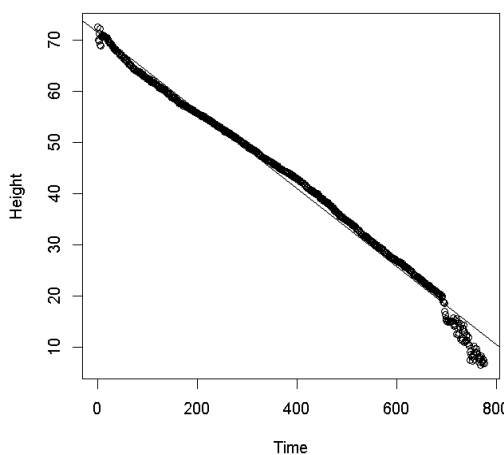
		Equation	Mean of residual	rmse of residual	Range of residual	R-squared
1st	A	$y=1.0490x-0.9987$	$1.8288e-28$	$8.7778e-14$	$-3.129e-12,$ $2.461e-14$	1
	B	$y=1.0699x-3.5034$	$-2.8514e-17$	1.9053	$-3.0360,$ 3.9885	0.9904
2nd	A	$y=1.0490x-0.9987$	$-2.6178e-29$	$3.1772e-14$	$-7.081e-13,$ $1.676e-14$	1
	B	$y=1.0426x-1.8197$	$6.2762e-16$	1.7037	$-5.3527,$ 3.9568	0.9898
3rd	A	$y=1.0490x-0.9987$	$6.6337e-29$	$7.8701e-14$	$-2.132e-14,$ $2.425e-12$	1
	B	$y=1.0498x-2.1402$	$-5.0824e-16$	1.9354	$-4.4684,$ 3.5077	0.9907

Table 57 Rate of out of tolerance

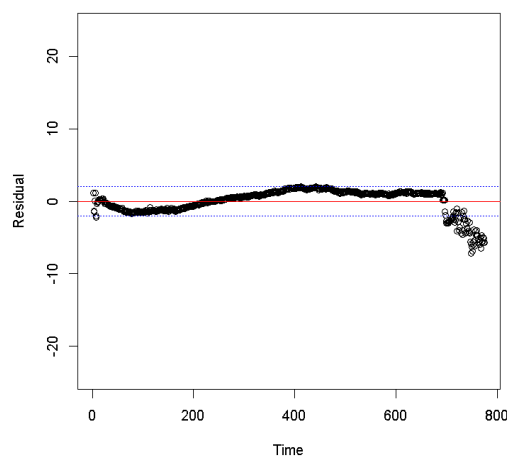
1 st		2 nd		3 rd	
A	B	A	B	A	B
22.3%	76%	23%	28.8%	16.8%	53.2%

2) 이동실험 결과

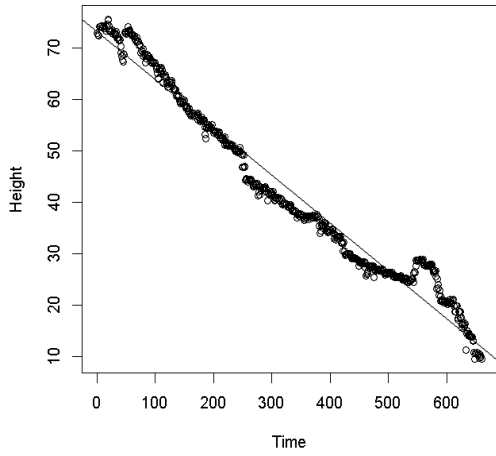
Figure 137은 정지상태에서 일정속도로 분사(30분, 950L)하면서 압력, 제작센서를 통해 나온 높이, 이동상태에서 분사하면서 포장도로와 비포장도로를 주행(30분, 950L, 3~8km/h) 했을 때, 압력센서와 제작센서를 통해 나온 높이를 시간에 따라 산점도로 나타낸 것이며 그때 각각의 잔차를 그래프로 나타내었다. 데이터는 100개의 데이터를 수집하여 최대,최소를 제외한 나머지의 평균을 내어 2초에 한번씩 기록하였다. 잔차 산점도에서 붉은선은 잔차평균이며 파란 점선은 허용오차범위 $\pm 2cm$ 를 의미한다.



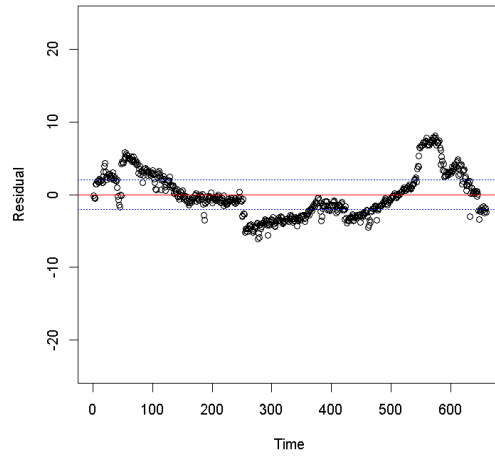
(a) Scatter plot of 정지압력



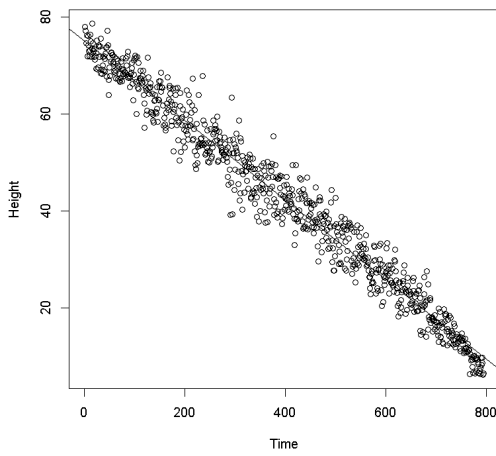
(b) Residual plot of 정지압력



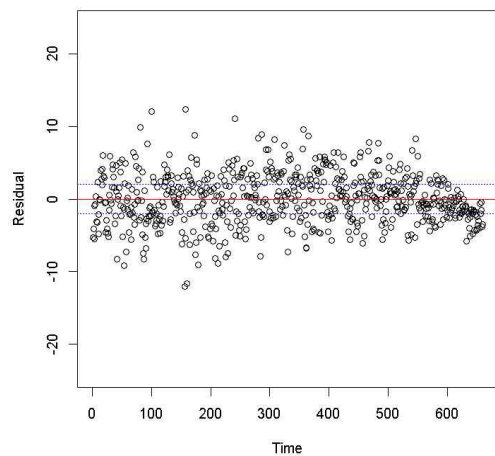
(c) Scatter plot of 정지제작



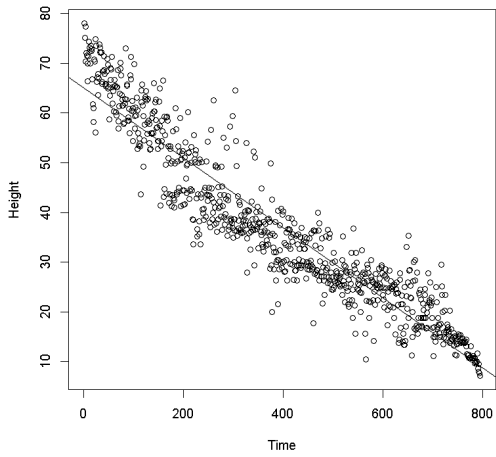
(d) Residual plot of 정지제작



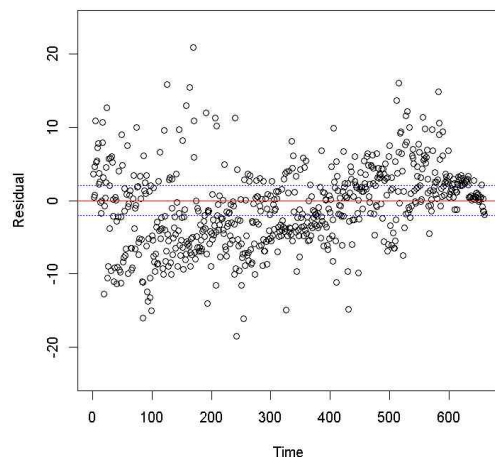
(e) Scatter plot of 포장압력



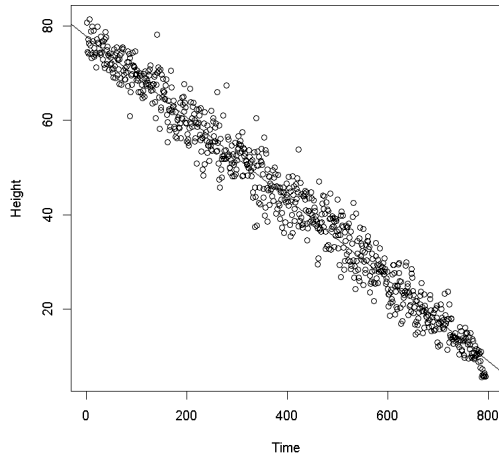
(f) Residual plot of 포장압력



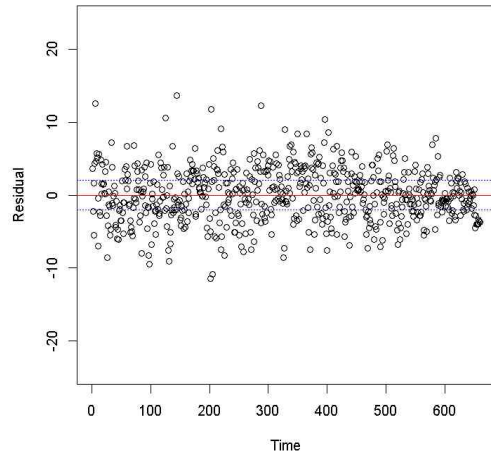
(g) Scatter plot of 포장제작



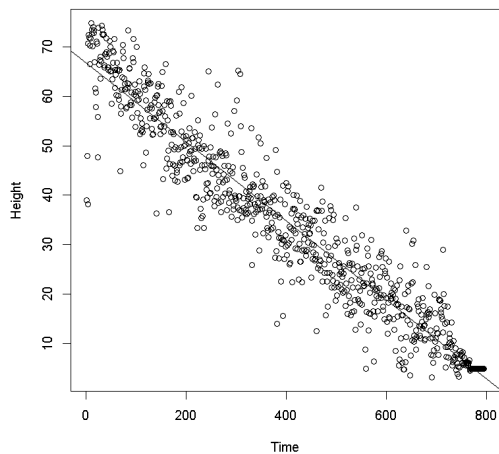
(h) Residual plot of 포장제작



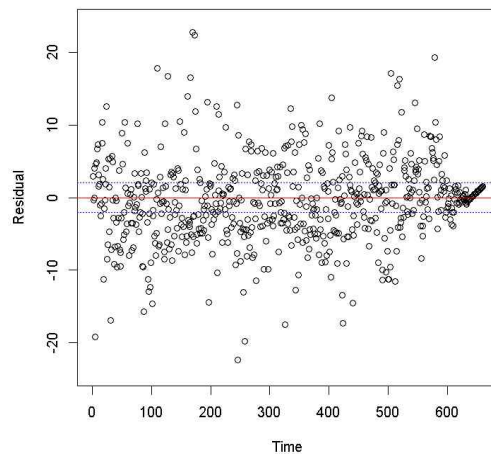
(i) Scatter plot of 비포장압력



(j) Residual plot of 비포장압력



(k) Scatter plot of 비포장제작



(l) Residual plot of 비포장제작

Figure 138 Scatter plot and residual plot of moved-state test.

**Red line : Mean of residual

**Dotted blue line : Tolerance ($\pm 2cm$)

Figure 137의 산점도를 봤을 때, 압력센서는 정지상태에서 20cm 이하, 70cm이상을 제외하고는 선형성을 보이고 회귀선에 거의 일치하고 있으며 잔차그래프를 봤을 때, 20cm 이하 점들을 제외하고는 허용오차범위 이내에서 잔차분포를 이루고 있다. 이는 탱크 속 물의 양이 적으면 그만큼 물의 진동이 크고 수위변화가 심하기 때문이다. 포장도로와 비포장도로를 달렸을 때, 정지상태에서보다 진동이 심해 회귀선에서 떨어진 점들이 많이 보이지만 전체적으로 봤을 때 회귀선을 따라 점들이 분포하고 있다. Table 56의 rmse 값을 통해 정밀도를 비교해보면, 이동상태에서는 정지상태에 비해 rmse가 2배가 되었다. Table 57는 허용오차범위를 벗어나는 관측점들의 비율을 나타낸 것이다. 압력센서의 오차 관측점 비율이 9.3%에서 54.9% 까지 늘어났다. 즉, 압력센서는 분사시간에 따라 선형적으로 수위가 줄어드는 모습을 보이기 때문에 이동상태에서 사용이 가능하지만 정확도가 떨어지기 때문에 이를 보완할 수 있는 하드웨어적인 접근과 데이터 보정이 필요하다.

제작센서의 경우, 압력센서와 마찬가지로 이동상태에서 크게 보면 회귀선을 따라 관측점들이 분포하는 경향을 보이며 잔차도를 봤을 때 일정한 패턴을 보이지 않고 평균을 중심으로 산만하게 퍼져있어 선형성을 보인다고 할 수 있지만 잔차가 매우 크다. 허용오차범위

를 벗어나는 점들도 각각 비포장도로 67%, 포장도로 72.7%이며 rmse도 정지상태 압력센서 rmse의 약 3.5배이다. 잔차들의 분포도 일정한 경향성을 보이지 않아 데이터보정이 어렵기 때문에 본 연구에서 제작한 Float-arm형 레벨센서를 이동상태의 방제차량에 장착하여 이용하는 것은 정확도가 매우 떨어질 가능성이 있다. 이를 보완하기 위해서는 전략적으로 방제차량을 운행하거나 다른 방식의 레벨 센서를 이용해야 한다.

부력식 센서로 실시간 혹은 특정 시간구간의 살포량을 측정하기는 어렵지만 분사 주행 전, 후의 수위를 측정하여 이동분사구간동안의 살포량을 측정할 수 있다. 즉, 이동분사 전의 수위, 이동분사 후 정차한 상태에서 양액탱크에 분사펌프에 의한 진동만 전해지는 상태에서 측정한 수위를 각각 기록하여 그 차이를 이용해 이동분사 살포량을 측정할 수 있다. 다른 방식의 센서를 이용할 경우, 본 연구에서 사용한 압력센서를 보완하여 이용하거나 양액의 전기전도도가 낮을 경우, 대형차량의 연료량을 측정하는 capacitive 형태의 센서를 이용할 수 있고 리드스위치 형태 레벨센서의 리드스위치 수를 1cm에 1개식으로 양을 늘려 이용할 수도 있다.

Table 58 Result of regression analysis

	Equation	Mean of residual	rmse of residual	Range of residual	R-squared
정지압력	$h=-0.0764t+71.5933$	1.8914e-16	1.7075	-7.7177, 2.0377	0.9901
정지제작	$h=-0.0928t+73.1873$	1.2158e-16	3.0672	-6.100 8.0460	0.9708
포장압력	$h=-0.0820t+75.1326$	8.5684e-17	3.3869	-12.0700, 12.3400	0.9687
포장제작	$h=-0.0703t+64.9781$	2.1594e-16	5.6352	-18.4900, 20.9000	0.8911
비포장압력	$h=-0.0859t+77.7559$	-9.8996e-17	3.4732	-11.4300, 13.6300	0.9699
비포장제작	$h=-0.0799t+66.7522$	-1.6701e-16	5.9962	-28.3900, 22.7400	0.9033

**h = height, t = time

Table 59 Rate of out of tolerance

정지압력	정지제작	포장압력	포장제작	비포장압력	비포장제작
9.3%	55.15%	54.9%	72.7%	54.9%	67.4%

4. 결론

현재 정부에서는 보다 효율적이고 체계적인 방역작업과 관리를 위하여 국가동물방역통합 시스템을 개발하여 운영하고 있다. 그러나 시스템에 필요한 데이터를 수집하는 과정에서 데이터의 누락, 수작업에 의존한 수집 등의 원인으로 인하여 데이터의 정확성과 신뢰성이 떨어지는 문제가 발생하고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하고 효과적인 방역작업을 위하여 방역작업이력 측정 및 기록장치를 개발하였고 정확성을 평가하였다. 개발된

장치는 약제의 살포량을 측정하고 기록할 수 있으며 GPS를 이용해 위치정보를 저장할 수 있다. 데이터베이스에 저장된 정보들을 지도상에 표시할 수 있고 USB를 통해 관리자에게 전달할 수 있어서 손쉽고 정확하게 위치별 약제 살포량을 기록, 확인할 수 있다.

약제 살포량을 측정하기 위해서는 유량계를 이용하거나 유량센서를 이용할 수 있는데, 유량계의 경우, 가격이 비싸고 방역차량 내부의 구조를 고쳐야 하며 많은 공간이 필요하다는 단점이 있다. 이에 유량센서를 이용하되 현재 사용중인 리드스위치 방식의 센서는 선형적인 출력을 내지 않아 구체적인 약제 살포량을 측정할 수 없기 때문에 Float-arm형 레벨센서를 제작하여 이용하였고 보다 정확성이 높은 압력식 수위계를 같이 이용하여 실험하였다.

두 센서를 이용하여 정지, 이동분사 상황에서 실험을 진행하고 그 정확성을 평가한 결과, 분사로 인한 진동과 차량 이동으로 인한 진동 때문에 바로 정밀한 계측을 할 수는 없었다. 두 센서를 이용해서 정확한 살포량을 계산하기 위해서는 정확도를 높이기 위한 데이터 보정방법이나 하드웨어적인 개선이 필요하며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

GPS의 정확성은 고속도로, 산지도로, 도심속 일반도로에서 실험을 진행하였고 실제 지도상의 위도, 경도와 비교한 결과 오차범위가 4~6m로 나왔다. 아주 정밀한 위치정보를 수신할 수는 없으나 방역작업의 위치와 위치별 살포량을 기록하는데 있어서 적절하다는 결론을 얻었다.

본 연구에서 개발한 프로그램은 크게 두가지로 GPS를 통해 얻은 위치정보와 센서를 통해 측정한 살포량 정보를 측정, 변환, 데이터베이스로 저장하는 프로그램과 지도상에 표시하는 프로그램으로 구성된다. 데이터베이스는 유무선 통신을 통해 PC와 스마트폰에서 접속하여 저장된 정보들을 확인, 처리할 수 있으며 데이터베이스에 저장된 정보들을 이용하여 지도상에 차량운행경로와 이동분사 정보를 Infowindow로 표시할 수 있다.

또, 부력식 Float-arm형 제작센서와 압력식 수위레벨 측정 센서를 이용해 정지상태와 이동하는 차량에서의 정확성을 확인해보았다.

정지상태에서 실험했을 때, 압력센서와 제작센서 모두 진동이 없는 안정된 상황에서 구한 높이-전압 식을 진동이 있는 실제 분사상황에서도 사용할 수 있었다. 그러나 진동의 영향으로 인해 압력센서의 경우, 20cm 이하 수위가 낮은 구간에서 오차가 많이 발생하였고 제작센서는 그 구조적인 문제로 인하여 전체적으로 오차가 많이 발생하였다. 높이에 대한 정확한 계측은 어려웠으나 전체적으로 선형성을 보여 진동에 대한 데이터보정을 통해 정확성을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

이동상태에서는 정지상태에서보다 2배가량 큰 오차가 발생했고 허용오차범위를 넘어가는 관측점도 급격히 많아지며 정확도도 떨어지는 것을 확인했다. 제작한 센서의 경우, 가격이 저렴하고 구성이 단순하며 제작이 쉽다는 장점이 있으나 정확한 계측에 불리하였다. 압력식 센서의 경우, 가격이 매우 비싸고 구조가 복잡하여 고장이 나면 수리가 어렵다. 또한 이를 설치하기 위해 양액탱크에 개조가 필요하다. 그러나 압력식 레벨센서는 부력식 센서보다 정확한 계측에 유리하며 부력식 센서보다 진동에 의한 오차도 적다. 두 센서를 이용해서 정확한 살포량을 계산하기 위해서는 정확도를 높이기 위한 데이터 보정방법이나 하드웨어적인 개선이 필요하며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

		코드번호	D-06
4-1. 목표달성도			
○ 1차년도(2014.6.20. ~ 2015.6.19.)			
구분 (연도)	연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도
1차년도 (2014)	- 기존 방역장비의 평가와 개선점 분석	- 기존 소독시스템의 유형별 성능평가와 운영경험에 대한 종합적 평가 - 각 적용대상별 방역장비의 접근성 평가 - 축사인근 및 농장근처 도로 등 적용 대상에 따른 소독시스템 모델 개발(스펙의 설계와 개발, 참지, 분무 등을 고려)	100%
	- 신뢰성 있는 차단방역장비 개발 - 기동성 있는 광범위 방역장비 개발	- 트랙터 3점 히치에 장착할 수 있는 분무장치 연구 - 소독액주입이 가능한 고압세척노즐 조작장치 개발 - 방역시스템의 동결 방지 시스템 설계 ○ 동결방지를 위하여 엔진배기가스를 송풍기류에 포함시키기 위한 장치 개발 ○ 차량내 양액 회수장치 및 단열 및 보조난방 시스템에 대한 연구 - 기존 방역소독장비의 소음평가 실험 - 방역시스템의 소음 측정 및 최소화 방안 모색 - 송풍식과 총포형 노즐을 병용으로 갖는 방역시스템 연구 - 기동성있는 범용장비 개발과 개선 - 소음 감소를 위한 공진부 흡음포 설치 연구(선정과 사용효과 분석)	100%
	- 차량과 사람에 의한 유기물(분변)전과특성 분석 - 소독효과 보장을 위한 중점요소(critical point) 발굴 - 방역이력관리시스템 개발	- 차량과 사람에 의한 유기물(분변) 전과특성 분석 - 차량에 유기물이 부착하는 위치 분석 - 도로(국도, 고속도로) 차단방역 시 과속방지턱의 유기물 제거효과 연구 - 분사 탱크 양액 수위 자동 측정 모듈 개발 - GPS와 연동되어 시간, 위치, 분사량의 정보를 기록할 수 있는 마이크로보드 개발 - 소독효과 보장을 위한 중점요소(critical point) 발굴	90%
○ 2차년도(2015.6.20. ~ 2016.6.20.)			
구분 (연도)	연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도
2차년도 (2015)	<1세부> - 개발된 광범위 방역장비와 단방역장비 개선 및	<1세부> - 개발된 역장치의 현장 평가 및 보완점 도출	100%

보완	<ul style="list-style-type: none"> - 이물질 제거를 보조하기 위한 별도의 브러시와 스크레이퍼 장착형 모델 개발 - 농가주변차단방역용기계의 장착부 설계 개선 - 고성능 전방위 방역장치 수정품 제작 - 최적 작업능률 확보방안 도출 		
<1협동> - 방역대상별 소독효과 간접평가 - 방역대상별 기종별 최적방역기사용법개발	<1협동> <ul style="list-style-type: none"> - 방역작업 지침 개발 - 분뇨차량, 어리장차, 사료차량의 세척소독 메뉴얼 개발 - 중점요소(critical point)에 대한 평가 - 자동이력관리 시스템 트랙터 부착용 모듈 개발 및 현장 평가 		100%

4-2. 관련분야 기여도

○ 국가적 기여

- 본 연구과제를 통하여 개발한 방역장비를 활용하여 국가적으로 막대한 손해를 발생시키는 가축전염병의 확산을 방지할 수 있다. 이를 통하여 가축질병 청정국 지위를 확보하여 국가적 위상을 높일 수 있었다. 또, 해당 분야에 투입되어 있던 수많은 관계자들이 본래의 업무로 복귀할 수 있도록 도울 수 있었다.

○ 학술적 기여

- 축산방역기에 대한 국내외 연구가 부족한 상태에서 기존에 사용하고 있던 제품들의 개선을 위하여 학술적으로 접근하였다.

○ 경제적 기여

- 필요 이상으로 사용되던 소독약의 사용량을 줄이고 가축 폐사를 방지하여 농가에 직접적인 손해 감소를 이끌어냈다. 또, ‘가축질병 청정국’ 지위를 확보하게 되어 축산물 수출에 유리하게 작용할 수 있도록 하였다.

5. 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07
<p>본 연구 과제를 수행하면서 개발된 여러 가지 핵심 기술 중 차단방역장비와 광범위 방역장비의 경우 (주) 한성티앤아이에서 보완하여 상용화 할 예정이다. 현재 보완이 필요하다고 생각되는 부분은 제품의 경제성 부분이다. 이 부분에 대하여서는 파트별 옵션화 등을 통하여 해결하려는 방법을 모색하고 있다.</p> <p>방역이력관리 시스템의 경우 크게 두 가지 활용 방안이 있을 것으로 보인다. 첫 번째는 본 시스템을 보완하여 정부의 방역 이력관리 시스템에 통합하여 방역 이력관리로써 역할을 다하게 하는 것이고, 다른 하나로는, 농작업 기계들에 부착하여 개별 장비들의 작업 이력을 관리하게 하여 농촌의 IoT 접목화와 연계하여 FMIS 시스템 구축에 일환으로 연구를 진행하는 것이다.</p>	

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
------	------

1. 네덜란드 질병 방역 정책

네덜란드에서 지정한 중요 질병으로는 아래 열거한 바와 같다. 먼저 네덜란드는 세계에서 농산물의 수출이 두 번째로 많은 나라로서 정책도 대부분 이 수출에 기원하여 영향을 받는다. 또한 국가 면적이 작아 높은 동물 사육 밀도를 가지며, 인간 보건, 동물 보건 및 동물 복지에 대한 높은 인식과 정치적 관심을 가지고 있다.

네덜란드의 중요 질병	
아프리카 마역(African Horse Sickness)	림피스킨병(Lumpy Skin Disease)
아프리카돼지열병(African Swine Fever)	가성우역/양(Peste des Petits Ruminants)
구제역(Foot and Mouth Disease)	우역(Rinderpest)
블루팅병(Blue Tongue)	양두(Sheep & Goat Pox)
돼지열병(Classical Swine Fever)	돼지수포병(Swine Vesicular Disease)
사슴 유행성 출혈병(Epizootic Hemorrhagic Disease in deer)	수포성 구내염(Vesicular Stomatitis)
	광견병(Rabies)

질병 발생 경험으로는 1997년 돼지열병(Classical Swine Fever, CSF), 2001년 구제역(Foot and Mouth Disease, FMD), 2003년 고병원성조류인플루엔자(Highly Pathogenic Avian Influenza, HPAI), 2009년 Q열(Q-fever) 등이 있다.

Table 64 네덜란드 주요 가축점염병 발생결과

연도	발생 질병	살처분 두수	피해액(Euro)	비고
1997	돼지열병	1,130만 두	100억 만	
2001	구제역	38만 6,000두	3억 만	
2003	고병원성 조류인플루엔자	3,060만 두	3,060만	
2009	Q열	50만 두	5,300만	

Table 65 네덜란드의 주요 가축방역기관

역할	기관
가축방역 정책 수립	농업경제혁신부
가축방역 정책 수행기관 (질병관리의 국가적 통제 · 인증)	식품소비재안전청
가축방역 정책 수행기관 (유 · 육가공 국가적 조절 · 인증)	유가공기관, 육가공기관
국제적 표준실험실(reference lab)	중앙수의연구소, RIKILT, 공중보건환경국제기구(보건복지체육부 산하기관)

네덜란드의 주요 가축방역기관들의 역할은 상기 Table 63과 같다. 네덜란드는 EU(European Union)에 속해있는 국가로서 전체적인 질병에 관한 정책은 EU 규정의 영향 하에 있다. 따라서 이러한 규정 하에 중요한 질병들이 있으며, 정부는 이러한 질병의 효과

적인 통제를 위하여 여러 강제규정을 적용시키고 있다.

만약 상단에서 열거한 중요한 질병이 발생하게 되면 정부는 확산방지와 질병의 근절을 위하여 몇 가지 단계를 반드시 밟아야 한다.

농업경제혁신부는 질병을 통제하고 질병발생 중 취해야할 정책 수립에 관한 역할을 수행한다. 식품소비재안전청(nVWA)은 이러한 정책을 수행하고 통제하며 이를 인증해야할 책임이 있다.

또한 이러한 국가적 정책과 이를 운용하는 방안은 EU 질병관리 정책을 토대로 한다. 하지만 이러한 기본 정책만으로 운용의 어려움이 있을 경우 농업경제혁신부는 이에 따른 부가조치를 취해야만 한다.

세부적인 방역정책 수립을 위하여 농업경제혁신부는 바이러스나 역학, 수의학, 환경 등에 있어서의 전문가 그룹으로 구성된 기관과 수의국장(CVO)의 자문을 얻어야 한다.

가. 질병 발생 시 연락체계

축산 농장주나 수의사는 전염성 질환의 표지로 보이는 특징적인 임상증상이 관찰될 경우 즉시 정부에 그 사실을 알려야 할 의무가 있다.

중앙수의연구소(CVI)는 동물 질병에 관련된 국제적인 표준실험실(reference lab)이며 이곳이 질병의 확진 기관이다. 중앙수의연구소의 시험에 따라 질병 발생이 공식화 되면, 정부는 유럽협회와 OIE에 이러한 사실을 알려야 한다. 세부적인 절차는 다음과 같다. 먼저 동물이 중요 질병과 관련된 임상 증상을 보일 시 농장주, 수의사 혹은 실험실 관련자는 식품소비재안전청(nVWA)에 있는 국가동물질병관리전화로 전화해야 하며 이 전화는 24시간 운영된다. 또한 이러한 사항은 우리나라 농림축산식품부 및 농림축산검역본부에서 운영하는 가축질병 발생 전화(2588-9060, 24시간 운영)와도 유사하다. 이러한 신고가 접수되면 식품소비재 안전청은 그 지역에서 가장 가까이 위치한 전문가팀을 우선 파견한다.

이 전문가 팀은 주로 본래 진료수의사, 식품소비재안전청에서 파견되는 해당 질병의 전문가. 그리고 필요하다면 동물보건협회(AHS)에서 파견되는 수의사 전문가로 구성된다. 이 팀은 신고지역의 상황 및 임상증상을 관찰하고, 정밀검사가 필요할 경우 농장주에게 해당사항을 알리고 통제를 실시한다.

나. 질병 통제 세부정책

네덜란드는 대부분 EU의 규정을 적용시켜 질병을 통제하고 있다. 또한 국제수역사무국(OIE) 동물 질병 리스트를 중요 질병으로 삼고 있다. 질병의 통제는 국제수역사무국(OIE) 가이드라인을 기초로 하여 전 EU의 협력 하에 관리하고 있다. 이 중요 질병으로 분류된 질병들은 전파속도가 엄청나게 빠르고 사회적 또는 경제적으로 심각한 영향을 미치며, 공공 건강에도 위협을 중 수 있는 것들로 분류되어 있다.

만약 중요 질병으로 분류된 질병의 발생시 다음과 같은 과정에 의하여 질병의 관리가 이루어진다.

스탠드스틸)과 이력추적 : 최소 72시간동안 모든 이동수단을 제한한다. 감염된 농장, 기구 등과 접촉한 모든 연락처를 확인하여 감염경로를 확인한다.

소독 방법 : 농장 및 시설의 감염상태에 기초하여 전문가들이 소독방법을 결정한다.

농장 및 시설의 차단방역 : 차단방역이 이루어진다는 편지가 식품소비재안전청으로부터 감염 농장으로 송부되며, 그 지역의 방역관계관에게 편지의 사본이 송부된다. 농장 내 모든 동물 및 그 생산품은 이동이 제한되며 농장 내외로 반입·반출될 수 없다.

살처분 후 소독법 : 감염농가의 소독 및 살처분이 이루어진 다음 농가의 소독이 이루어진다.

사용되는 소독제 : 중앙수의연구소(CVI)에서 결정

보호지역 : 발생농장의 3km 이내, 예찰지역: 발생농장 10km 이내로 결정. 보호지역의 농장은 병원체의 존재여부에 대한 정밀검사를 실시한다. 임상검사가 행해지고 필요시 혈액을 채취하여 검사한다. 또한 이 두 지역 모두 동물 및 동물생산물의 이동이 제한된다.

이렇게 72시간의 스탠드스틸 이후 추가적으로 강력한 통제가 필요한 지역은 네덜란드의 구역화(regionalization)를 통한 통제가 이루어진다. 네덜란드는 통제가 가능하고 각각 고립이 가능한 지역을 20개의 지역으로 구분해 놓았다. 질병 발생 위치, 질병의 확산 정도에 따라 이 20개의 지역에서 질병 통제가 이루어진다.

다. 네덜란드의 구역화

네덜란드는 기본적으로 20개의 ‘휴면지역(Sleeping region)’으로 이루어져 있다. 이 20개의 지역은 지면의 크기, 축사 수 및 밀도에 기초하며, 경계부분은 고속도로나 수로, 또는 질병통제를 위한 자연적 경계들로 구분되어 있다. 이러한 경계는 고정되어 있거나 규정에 의해서 미세하게 변경된다. 이 지역은 특정 질병 분야에서의 질병상태로 분류되어 있기도 한다. 네덜란드의 특징상 수출 즉 국제적 교역을 목적으로 함으로써 필수 예찰, 질병 통제 및 방역 안전도 등으로 평가하기도 한다.

질병 발생 시에 72시간 스탠드스틸이 효과를 발휘한다. 휴면지역(Sleeping region)이 합쳐지기 시작하며 활성지역(Working region)으로 형성된다. 각 지역의 크기, 숫자나 모양은 질병이 발생한 장소에 기인하여 만들어지고, 각 지역들을 형성하기 위해 필요한 정보는 즉시 수립된다.

네덜란드와 EU는 질병 발생 기간 동안 다양한 방법을 통해 질병을 통제하게 되며, 특히 이 때 EU는 발생지역의 보호구역 및 예찰구역을 설정한다.

이렇게 구역화된 지역은 청정(free)지역과 오염(Infected)지역으로 나뉜다. 스탠드스틸기간 동안 구역은 5~6개의 주의지역으로 고정된다. 질병 발생 농장의 주변지역이나 주의가 필요한 지역은 완충지역으로 지정되며, 오염지역과 완충지역을 제외한 지역은 청정지역으로 변하게 된다. 이렇게 지역화 하는 목적은 전 지역을 구역화하여 바이러스의 전파 가능성을 줄이는 것이다. 모든 질병 시작에서 구역화 방법은 똑같지만, 청정지역의 이동 관련 규정은 쉽게 풀릴 수 있는 장점이 있다.

- 1) 스탠드스틸 : 가축전염병의 확산을 막기 위해 일정 지역 내 축산물 및 가금(家禽)류, 관련 축산업 종사자 및 차량의 이동을 제한하는 조치.
- 2) 예를 들어 고병원성 조류인플루엔자 발생 시 우유, 구제역 발생 시 계란의 운반 등은 허용 가능.
- 3) 능동예찰 : 직접적인 시료채취 및 검사를 통한 질병의 발생 확인.
- 4) 수동예찰 : 농장주의 임상증상에 따른 신고, 폐사축, 폐사율 확인 등을 통한 질병의 발생 확인.

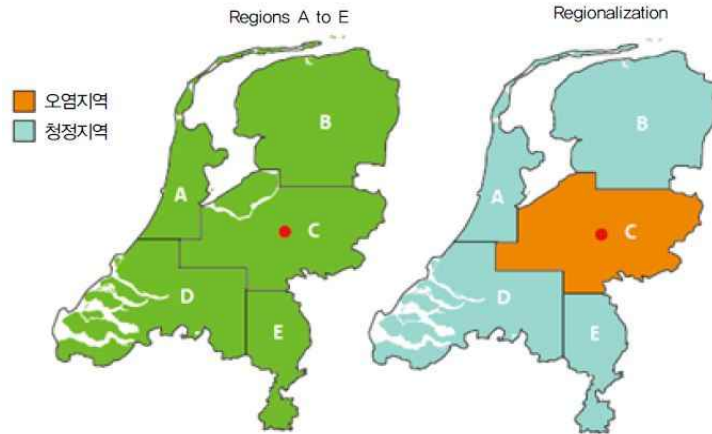


Figure 139 영역화의 실례 (Fact Sheet in Netherlands(2013).)

구역화가 되고 나면 구역 간 이동이나 특정 농장의 사람의 활동이 제한될 수 있다. 이렇게 통제되는 사람이나 대상들은 수의사, 인공수정사, 구조대원, 식용란·원유·분변·사료 운반자, 살처분 사체 운반자, 농장지역으로 진입하는 모든 기계공·공급원·농업관계자, 백신이나 축산 컨설팅을 위해 회사에서 제공되는 근무자 들을 모두 포함된다. 또한 영역내부에서 외부로, 외부에서 내부로 동물의 직접 운송은 모두 금지되며, 이는 동물의 생산물에 대해서도 마찬가지이지만 몇 가지의 예외사항을 적용시킬 수 있다.

첫째는 구역 밖에 위치해 있는 우유 가공장으로의 원유의 이동(직접적으로 이루어질 경우로 한정시킴), 둘째는 구역 내의 사체의 수집 또는 구역 내부에서 외부로 사체 폐기시설로의 직접적인 이동, 셋째는 구역 밖에 있는 사료 공급회사가 구역 내에 위치한 농장 및 시설에 사료를 공급해 주고자 사료를 수집하기 위한 이동과 마지막으로 분변의 이동 예를 들면 구역 외부의 분뇨처리장에 사전 허가를 득할 시 이동 가능한 경우 등이 그 예외가 될 수 있다. 또한 역학적 문제가 없을 경우에 한하여 구역 외부의 도축장에 도축을 위한 동물의 이동이 허용된다. 이 경우 구역 내에 도축시설이 없거나 부족하다는 사실을 반드시 농장주 등이 증명하여야 하며 이동 방법에서도 나라에서 정한 규정을 반드시 지켜야만 한다.

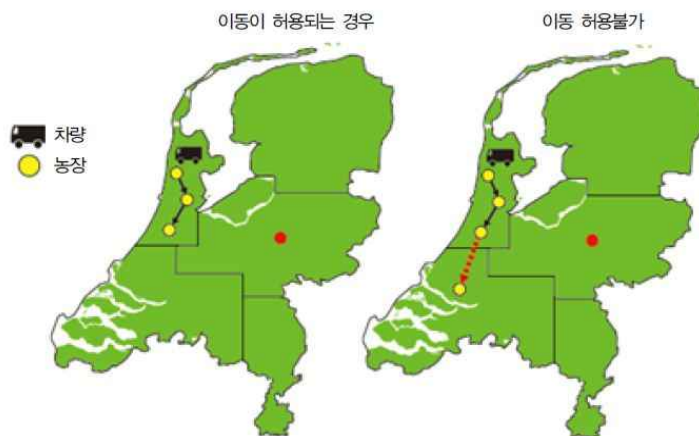


Figure 140 영역화시 지역 내 이동 (Fact Sheet in Netherlands(2013).)

구역화가 이루어지고 시행될 때에 이동차량은 차량의 인증 상세 사항이 적힌 인증 스티커를 배부 받아 차량 앞면 유리에 부착하고 운행하여야 한다. 각각의 지역은 지역별로 색깔과 코드가 달라 이러한 이동통제가 효과적으로 이루어지고 있는지 눈으로 손쉽게 확인되어 예찰과 통제가 가능하다. 다른 지역을 위한 스티커는 차량이 인증 받고, 정해진 소독 시설에서 깨끗이 세척하고 소독을 마친 뒤에만 새로 발급받을 수 있으며 이러한 모든 과정은 식품소비재안전청(nVWA)에서 통제한다. 구역 내에서 구역 외로 이동하는 등 구역 간 움직임이 있을 경우 차량은 24시간 동안 사용되지 않은 상태로 있어야만 한다.

라. 네덜란드의 스탠드스틸(Standstill)

네덜란드 전역의 ‘freeze(일시 멈춤)’ 상태에 사용하는 용어로 역학조사(추적 조사 및 이력, 검사 등을 위함), 위기대응반 구성, 제한 구역 내에 필요한 모든 조치 등을 수행하기 위하여 운영된다. 스탠드스틸은 경제농업혁신부 장관이 결정하여 발의한다.

발령 대상이 되는 질병은 국제수역사무국(OIE) list A 질병에 대하여 발령한다. 대상지역이 질병별로 달라지는 것이 아니라 스탠드스틸 발령과 동시에 전국이 스탠드스틸을 실시한다. 이 스탠드스틸은 앞서 언급한 구역화 및 지역화에 따라 설정이 되고 실시된다. 발령 대상은 모든 동물이며(조류와 가축으로 규정되어 있지 않은 것도 포함된다), 스탠드스틸 대상인 동물 생산물 및 분변과 다른 동물 중간생산물, 그리고 이러한 물건을 운송하였거나 운송할 가능성이 있거나 또는 운송되어 왔던 차량이 그 대상이 된다. 다만 일부 질병에서 우유와 식용란의 경우 감수성 질병에서 발생하지 않은 질병이고, 추가적 위험성이 없다고 판단될 경우 예외적인 이동이 허용이 된다.²⁾

발령 절차에서 발령 전 사전 준비에서 특이 사항은 없으며, 공식적인 발령 방법은 공식 홈페이지에 게시하고 모든 공공수익자에게 알린다. 네덜란드는 작은 국가이고 농산물이 수출 세계 2위를 차지하는 만큼 모든 국민이 농축산업에 관심이 많다. 따라서 공식 홈페이지에 게시되어도 주요 뉴스로 전국에 방송되며 모든 이들의 관심사가 된다. 공식적인 발령 방법으로 SMS나 twitter 등 SNS 홍보를 이용하고 있지는 않다.

이동통제 주체는 이동통제 실시대상이 되는 자가 자발적으로 실시한다. 이동통제를 실시할 경우 경찰이나 군에서 농장주 등 위반자에게 해당사항을 알리고 제자리에 돌아갈 것을 명하는 경우도 있으나 이는 일부 홍보가 누락된 경우 이루어지는 사항으로 일반적인 사항은 아니다. 또한 위반 시 조치사항은 규정상으로는 재판이 이루어져 벌금형에 처해지나, 현재까지 스탠드스틸을 어기거나 일부러 위반한 경우는 없었다.

연장조치가 필요할 때 기준과 절차는 72시간의 스탠드스틸 발령 후 각 분야의 전문가 집단과의 협의하여 장관이 재발령하며, 마찬가지로 홈페이지로 공고하고 연장기간은 각 질병 및 그 질병의 발생 상황에 따라 다르다. 연장조치가 필요하지 않은 경우 질병 발생 상태에 따라 구역화된 20개 지역이 5~6개 지역으로 지역화가 이루어지며, 질병이 발생한 지역은 오염지역, 비발생지역은 청정지역으로 구분되어 질병 통제가 가능한 때까지 각 지역 내에서만 이동하게 된다.

또한 스탠드스틸 시 농장에서 발생하는 손해와 관련하여 보상관련 규정은 따로 존재하지 않는다 질병의 특성상 조기에 조치를 실시하여 더 큰 피해를 막는 것이 스탠드스틸의 가장 큰 목적이기 때문이다. 이러한 사실 때문에 모든 축산관련 관계자들도 이러한 사항을

이해하고 있다.

마. 네덜란드의 조류인플루엔자 방역대책

네덜란드의 가금산업은 대형 산업이 주를 이루며 EU와 제3국으로의 수출이 대부분을 차지한다. 네덜란드의 고병원성 조류인플루엔자는 2003년 발생으로 241개 농가가 감염되어 3,000만 수를 살처분하였으며 2억 7,000만유로의 정부 손해액과 5억 유로의 산업 손해액이 발생하였다. 산란계는 실내사육이거나 자유방목의 형태를 띠며, 종계(부화란)와 육계는 반드시 실내에서 키우도록 규정하고 있다. 단 10개 농장 가량의 농장만이 자유방목으로 육계 농장을 하고 있다.

조류인플루엔자 관련 예찰프로그램으로는 능동예찰³⁾과 수동예찰⁴⁾의 두 가지 시스템이 있다. 능동예찰은 교역 시 수입되는 위험 분석을 통하여 실시하며 필요할 경우 가금 및 조류를 포획하여 검사한다. 또한 혈청예찰도 동시에 실시하고 있다. 수동예찰은 야생동물예찰원(General wildlife surveillance, dwhc)에서 담당하고 있다.

또한 질병의 조기 검색을 위해 두 가지 경보시스템을 활용하고 있다. AI 사전경보(pre-warning)와 AI 조기경보(early warning)가 그것이다. AI 사전경보의 목적은 외국이나 야생조류로부터 가금 산업에 위협이 될 수 있는 신호나 인자들을 알아내는 것으로서 교역을 통한 축산물 등의 위험분석을 통하여 필요시 가금 및 포획 조류검사를 실시하는 것이다. 중앙수의연구소에서 주관하며, 야생조류의 수동 및 능동예찰을 실시하고 있다. 또 다른 경보시스템인 AI 조기경보(early warning)는 저병원성 조류인플루엔자 감염의 빠른 검출을 주요 목적으로 한다. 농장주의 신고로서 이루어지는데, 가금류 농장주는 매일 임상관찰을 하고 다음의 폐사율을 보일 경우 반드시 정부 기관에 신고하여야 한다. 수의사는 사체나 질병에 걸렸다고 의심되는 가금의 샘플을 AI 연구기관에 송부해야 하며 PCR 검사비용은 무료이다.

- 산란계, 종계, 10일 이상의 육계 : 2일 연속 1일당 0.5% 이상의 폐사율
- 칠면조 : 2일 연속 1일당 1% 이상의 폐사율
- 기타 가금류 : 1일당 3% 이상의 폐사율

또한 농장주는 다음의 증상이 확인되면 수의사와 상의해야 한다.

- 2일 연속 1일당 5% 이상의 물·사료 섭취량의 감소
- 2일 연속 1일당 5% 이상의 달걀생산량 감소
- 특별한 이유 없이 임상증상을 보일 경우

혈청학적 능동 예찰은 저병원성 H5나 H7의 검색에 의하여 실시하며, 규정상 의무적으로 모든 산업 양계농가는 적어도 1년에 1회 이상 예찰을 실시해야 한다. 위험 가능성이 높은 곳은 더 자주 실시하게 되는데, 자유방목 가금의 경우 1년에 4회를 실시하며 칠면조는 모든 무리를 1년에 3회 이상 실시한다. 또한 가금 농장 간 동물이 이동할 경우에는 의무적으로 실시해야 한다.

조류인플루엔자 발생 시 방역대책은 저병원성 조류인플루엔자 발생 시와 고병원성 조류

인플루엔자 발생 시로 나뉘어져 있다. 저병원성 조류인플루엔자 발생 시에는 1km 또는 3km의 제한구역을 설정하여 제한구역 내 모든 산업 가금농가는 실내에서 키우도록 조치되며, 산업 가금농가에 외부인의 접근을 차단한다. 또한 가금, 가금생산물, 분변, 포유류 등 EU 규정에 의해 규정되어진 것의 이동이 제한된다. 유럽연합, 국제수역사무국과 무역 교류국과의 방역대책 관련 협의를 실시하며, 감염농가의 살처분을 실시하고 세척과 소독이 이루어진다. 역학조사를 위해 감염농가로부터 운반된 동물과 동물생산물의 최근 이동경로를 추적하며, 전염가능 농가 및 제한 구역 내 전 농가의 정밀검사를 실시하고, 원인에 대한 역학조사와 분석이 이루어진다.

고병원성 조류인플루엔자 발생 시 방역 대책은 이하의 3단계로 이루어진다.

(1) 1단계 : 스탠드스틸

첫 번째 단계는 스탠드스틸로서 전국적 방역 통제가 이루어진다. 야생조류의 사냥·사격이 금지되고 가금농장으로의 방문을 금지한다. 또한 모든 가금이 실내에서 키워지도록 조치된다.⁵⁾ 지역 전문가와 유럽연합, 국제수역사무국과 무역 교류국과 방역대책 관련 협회가 이루어지고, 감염농가의 살처분 실시 및 세척 소독을 실시하며 역학조사가 시작된다.

(2) 2단계 : 스탠드스틸 기간 중

두 번째 단계는 스탠드스틸 기간 중 실시되며, 이 기간 동안 위기 대응반을 구성하고 제한 구역을 설정한다.

제한 구역 중 3km는 예방구역(protection zone)으로, 10km는 예찰구역(surveillance zone)으로, 감염이 의심되는 구역은 완충구역으로 설정하게 된다. 또한 인접농가에 대해 정밀검사를 실시하고, 예찰 구역(10km)내 정밀검사를 실시한다. 또한 인접농가의 예방적 살처분을 실시한다.

(3) 3단계 : 스탠드스틸 이후

구역화(regionalization)에 따른 구역 내의 이동이 이루어지며, 구역 분리에 따른 질병 통제가 완료되면 청정지역으로 분류된다. 감염농가 주변의 지속적인 검사 및 예방적 살처분을 실시하고, 상황이 통제 하에 들어오면 청정지역과 완충지역의 이동제한을 줄여주고 유럽연합의 규정에 의해 예방구역 및 예찰 구역을 점차 감소시켜 나가게 된다.

2. 덴마크의 방역체계

가. 덴마크 농축산업의 특징

덴마크의 농축산업 중에서도 가장 경쟁력을 보유하고 있는 산업은 돈육산업이다. 덴마크의 돼지 사육두수는 2,500만 마리(2013년도 기준)로써 덴마크 인구 1인당 평균 돼지 보유수가 5마리에 달한다.

돼지고기 생산량의 80%가 협동조합공장에서 주로 베이컨으로 가공되고, 협동조합은 이들 축산물의 가공과 함께 판매·수출도 담당한다. 순수한 돈육(신선육, 냉장육, 냉동육 등) 수출은 덴마크 크로네 239억(약 40억 달러)에 달해 덴마크 전체 수출의 4.7%를 차지할 정도로 돈육사업의 비중이 높은 상황이다.

나. 덴마크 방역 조직

덴마크에서 가축 방역을 담당하는 부처는 농수산식품부(Ministry of Food, Agriculture and Fisheries)로서 약 2,000여명의 직원이 근무하고 있다. 축산·농업·수산과 관련된 정책을 담당하고 있으며, 영양, 식품과 수의 검사 등을 주관하고 동물의 건강과 복지에 관해서도 주관하고 있다.

농수산식품부 산하 덴마크 수의식품청(Danish Veterinary and Food Administration)이 정책과 관련된 수행기관이다. 약 1,600명의 직원이 근무하고 있으며 수의부, 식품안전부, 육류검사부의 3부로 구성되어 있다. 수의부는 동물건강과 동물복지, 동물약품과 관련된 업무를 담당하고 있으며, 식품안전부는 식품 및 사료 안전, 식품품질 영양 및 식품에 관한 T/F 팀을 구성하여 식품과 관련된 범죄에 관하여 조사한다.

육류검사부는 큰 규모의 29개 도축장과 작은 규모의 90여개 도축장 관련한 육류검사를 실시한다. 또한 만일의 사태를 위한 계획이나 대응매뉴얼(SOP)이 보유되어 있으며 질병에 관한 표준 실험실로 국립수의원(National Veterinary Institute)이 있다.

다. 덴마크 주요가축전염병 발생현황

덴마크의 주요 가축전염병 발생 현황은 Table 64와 같다. 국제수역사무국 주요 질병 목록 별로 덴마크에서 가축전염병이 발생한 연도를 살펴보면, 수포성 구내염, 돼지 수포성질병, 우폐역, 럼피스킨병, 리프트밸리열, 아프리카말병, 아프리카 돼지열병은 발생기록이 없었다. 구제역의 발생은 1893년 발생하였고, 고병원성 조류인플루엔자는 2006년에 발생하였다.

Table 66 국제수역사무국(OIE) 주요 질병 리스트

질병명	발생년도
구제역	1983
수포성구내염	발생 기록 없음
돼지 수포성 질병	발생 기록 없음
우역	1782
우폐역	발생 기록 없음
전염성 소 흉막폐렴	1886
럼피스킨병	발생 기록 없음
리프트밸리열	발생 기록 없음
블루팅병	2008(BTV 8)
양두	1879
아프리카말병	발생 기록 없음
아프리카 돼지열병	발생 기록 없음
돼지열병	1933
고병원성 조류인플루엔자	2006
저병원성 조류인플루엔자	2013
뉴캐슬병	2005

라. 덴마크 가축방역 정책

(1) 가축 방역 정책의 기본 원칙

덴마크의 가축방역 정책은 기본 원칙을 두고 그에 따라 세부원칙을 세워 운용하고 있다. 이 기본 원칙은 모든 질병에 동일하게 적용되므로, 덴마크 방역 정책을 살펴보고자 할 때

이 기본원칙을 기초로 방역정책을 확인하면 큰 도움이 될 것이다. 우선, 유럽연합 규정의 가축방역 규정과 조화를 이루어야 한다. 의심 질병이 있는 동물을 격리·통제하며, 감염농장은 살처분을 원칙으로 한다. 접촉 농가를 추적하여 의심 농가를 격리하고 검사 후 소독을 실시하며 살아 있는 동물에 대한 국가적 스탠드스틸 실시 후 세척·소독의 절차를 걸친다. 유의할 점은 덴마크의 스탠드스틸은 돼지와 소에만 적용하고 있으며 가금류는 적용시키고 있지 않다는 점이다. 또한 감수성 종의 살아있는 동물의 수출을 금하고 있으며, 방역 지역으로 예방구역(3km) 및 예찰구역(10km)을 설정한다. 질병 통제가 어려울 경우 백신 접종 정책으로 변경할 가능성이 있으며, 국가 정책에 의한 살처분 시 보상정책을 시행하고 있다.

(2) 조류인플루엔자 질병관리 정책

가금 농가는 우선 다음의 규정을 지켜 질병 발생이 최소화 되도록 하여야 한다. 오리과 거위류는 반드시 다음 가금류와 분리되어 사육되어야 한다. 또한 사육 오리·거위는 반드시 강·바다 등에 접근을 금지시켜 철새와의 접촉을 피해야 한다. 음수와 사료 급여는 반드시 실내 혹은 지붕 아래서 실시하여야 하며, 가금 및 새의 음수는 연못, 강, 빗물로 공급할 수 없다(수돗물 공급만 가능). 가금과 조류에 공급되는 음수 급여대는 야생조류가 접근할 수 없도록 반드시 차단하여 설치하도록 되어 있으며, 잔반 사료의 급여(給餌)가 금지되어 있다. 상기 준수사항을 보면 덴마크에서는 가금과 야생조류의 접촉을 철저하게 막기 위하여 많은 노력을 하는 것으로 보인다.

이러한 노력에도 불구하고 임상증상이 있는 농가의 신고가 들어오면 국가기관 소속의 지방 수의관이 4시간 이내에 파견되어 검사를 실시하며, 검사결과에 따라 질병발생농가는 24시간 이내 살처분을 실시하고, 발생 주변농가는 48시간 이내에 살처분을 실시한다. 살처분 후 선제적 세척 및 소독은 2~8일 이내에 반드시 완료되어야 한다. 덴마크 방역 정책 중 특이한 점은 바로 덴마크 GIS 시스템으로 모든 농장의 지리적 지도와 구역, 분석 자료에 대한 정보를 보유한 시스템이 있어 이를 방역정책에 필요한 정보로 활용할 수 있다.

가금 살처분작업은 경찰과 민간의 보건대표가 주관하며, 덴마크 위기관리본부(Danish Emergency Management Agency)가 격리와 세척을 담당한다. 또한 발생농장의 격리·통제 조치에 반드시 경찰이 협조하도록 법으로 제정되어 있어, 살처분 시 반드시 경찰이 협조를 해야 하는 특이성이 있다. 살처분과 관련된 평가는 가금 전문가들이 실시하며, 살처분 팀이 투입되어 살처분이 시작되고 바비츄레이트 제제나 이산화탄소를 사용하여 살처분을 실시한다.

네덜란드와 마찬가지로 덴마크도 AI 예찰을 수동예찰과 능동예찰로 나누어 실시하고 있다. 수동예찰의 경우 농장주는 사육 가축의 상태를 반드시 매일 확인(취미용·산업용 모두)하고 AI 관련 특이 증상이 확인되면 덴마크 수의식품청에 보고해야만 하고 조기경보 사인이 확인되면 역시 수의식품청에 보고하도록 되어 있다. 능동예찰은 유럽연합에서 정해진 양에 따른 협조된 예찰 검사를 실시하며, 산업용 생산 중 각각의 종에 대한 위험분석을 기초로 하여 실시한다.

산업적 사육농가의 기준인 100수 이상 사육 시 능동예찰의 대상이 되며 각 종별로 다양한 횟수의 검사로 능동예찰을 실시한다. 가금류 모든 종의 종계농장의 경우 연 1회 검사를

실시하며, 산란계는 산란 시작 전 검사를 실시한다. 실외에서 사육하는 산란계의 경우 연 4회 실시하며, 실외 사육하는 육계의 경우 도계 전 검사를, 칠면조도 도계전 검사를 실시한다. 지형적으로 물에서 3km 이내에 위치한 농가의 경우 종계농장은 1회 추가 검사를 실시하며, 실내 사육하는 산란계는 연 2회 검사를 실시한다. 또한 사냥을 위해 키우는 가축과 그 새끼는 사냥 시즌인 2월~8월간 4회 시료 채취 및 검사를 실시한다. 이렇게 검사가 완료된 가금과 사냥조류에 대하여 건강증명서를 발급해 준다. 능동예찰을 담당하는 덴마크 농업식품협의회(the Danish Agriculture and Food council)는 축주에게 샘플요청서와 샘플채취 계획서 알림이 등을 홍보하고, 이 능동예찰의 검사 결과는 덴마크 농업식품협의회의 데이터베이스에 보관되며, 이 데이터는 덴마크 수의식품청(DVFA)만 접근이 가능하다. 또한 양성 확인 시 실험실에서는 바로 덴마크 수의식품청으로 그 결과를 전송한다.

덴마크는 수동예찰의 보조 역할 수행을 위하여 2007년부터 조기경보 시스템을 운영하고 있다. 따라서 축주는 다음의 증상을 보일 때 덴마크 수의식품청에 보고하여야 한다

- 24시간 이내 사료 및 음수 섭취량이 20%이상 감소 시
- 2일 연속 계란 생산량이 5%이상 감소 시
- 3일 동안 폐사율이 평균 수준보다 3%이상 증가 시

채취된 샘플은 조류인플루엔자 바이러스 PCR 검사를 시행하며 뉴캐슬병도 병행하여 검사를 실시하게 된다.

이러한 절차를 거쳐 조류인플루엔자 의심농가가 발생하면 의심농가는 공공기관의 통제를 받게 되며, 임상검사 및 정밀검사를 위한 샘플채취 및 의심농장·의심농장과 접촉가능성이 있는 농가의 이동제한을 실시한다.

야생조류 예찰 프로그램은 EU와 협약하여 2002년부터 야생조류에 대한 검사를 실시하였으며, 2011년부터 아프거나 죽은 야생조류의 고병원성 조류인플루엔자 감염여부를 검사하는 수동예찰을 실시하여, 시민들이 죽은 조류를 확인하면 자발적으로 보고토록 하였다. 국가적 능동예찰 프로그램은 저병원성 조류인플루엔자 검출을 위해 야생조류를 예찰하며 2013년도 현재 1,200마리를 예정하였으며, 예산 범위 내에서 예찰 수를 결정한다.

덴마크의 주요 야생조류종은 야생오리와 갈매기이며, 시베리아나 스칸디나비아 반도에서 온 야생조류가 많이 월동하며, 유럽에서 지리적으로 물새가 휴식을 청하는 매우 중요한 위치에 입지해 있다. 야생 조류 포획 방법은 포획 전문가나 환경청 사람들이 총으로 쏘거나 네트로 잡아서 검사를 실시한다. 야생조류에서 조류인플루엔자 검사에서 2006년 고병원성 H5N1이 검출된 적이 있는데 그 해 봄 발틱 해(Baltic Sea) 해안가에서 야생조류 44수의 폐사체가 발견되었는데 야생오리(60%), 백조(16%), 맹금류(18%), 까마귀(2%), 기타 물새(4%) 순으로 발생되었으며, 그 후 현재까지 고병원성 조류인플루엔자는 검출되지 않고 있다. 저병원성 조류인플루엔자는 물갈퀴 있는 야생조류 특히 오리류에서 계속 순환하고 있다는 사실을 확인할 수 있다.

5) 이때 일부 취미로 키우는 종들은 극히 제한적인 예외로 들 수 있음.

7. 연구개발결과의 보안등급

	코드번호	D-09
○ 해당사항 없음		

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

					코드번호		D-10	
구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	코드번호	D-11
<p>가. 연구 활동 종사자 환경안전교육 실시</p> <p>(1) 연구실 입학 당시 의무적으로 환전안전교육 실시</p> <p>나. 실험실 안전점검</p> <p>1) 실험 특성에 따라 유형별로 분류하여 일상점검, 정기점검, 특별안전점검, 정밀안전진단 실시</p> <p>2) 실험실 분류기준:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A형 : 미생물 및 동물(LMO), 방사성동위원소 물질 등을 사용하는 실험실 - B형 : 화학약품 등을 사용하는 실험실 - C형 : 기계·전기 설비 등을 사용하는 실험실 - D형 : 실험·실습을 수행하지 않는 설계·컴퓨터 관련 등의 실험실 <p>다. 실험실 통합관리 프로그램 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 관악/연건 1,500여개 실험실 대상 기관별, 건물별, 층별, 실험실별로 위험요소 및 안전관리 현황을 파악하여 실험실 안전사고를 예방하고, 쾌적한 실험실 환경을 조성 		

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문 /특허 /기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	학술 대회	차량형 방역장비 주행 중 분사노즐 동결 분석	서울대학 교	제1저 자	한국농업기계학회 학술발표논문집		2015.04.29.	단독사사	
2	특허	방제차용 동파 방지장치	한성티앤 아이	발명자	대한민국		2015.07.28.		

11. 기타사항

코드번호		D-13
○ 해당사항 없음		

12. 참고문헌

코드번호		D-14
<p>Shim, Joonhwan. 2013. Liquid level measurement system using capacitive sensor and optical sensor. Journal of the Korean Society of Marine Engineering 37(7): 778-783.</p> <p>Mehmet, E. E. G. Dogan. 2011. Liquid Level Sensor in Automotive Design. SENSORCOMM 2011 : The Fifth International Conference on Sensor Technologies and Applications : 166-171</p> <p>금기정. 1996. 과속방지턱의 설치효과 분석 및 수직가속도에 의한 개발 연구. 대한교통학회지. 14(4): 77-89</p> <p>남이, 용석호, 송경규. 2010. 우리나라 퇴비의 축종별 성분함량 실태 평가. 한국토양비료학회지. 43(5): 644-649</p> <p>농림축산식품부. 2015. 구제역 긴급행동지침[SOP]</p> <p>안지현, 송인홍, 강문성. 2013. 축분종류에 따른 가축분퇴비의 화학성분 특성분석. 한국농공학회지. 55(2):37-45</p> <p>정창주, 류관희, 김경욱. 1992. 농업동력학. 문운당</p> <p>질병관리본부. 방역 지리정보시스템 개발 및 활용</p> <p>水町 浩. 2001. 점착(粘着)의 기초(1). 포장계. 98: 146-151</p>		

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.