

농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정

김경찬* · 김영화** · 송재도*** · 정상옥****

Revision of Agricultural Drainage Design Standards

Kim Kyoung Chan*, Kim Younghwa**, Song Jaedo***, Chung Sangok****

Abstract

In Korea, global warming caused by the climate changes impacted on weather system with increase in frequency and intensity of precipitation, and the rainfall pattern changes significantly by regional groups. Furthermore, it is expected that the regional and annual fluctuation ranges of the rainfall in the future would be more severe. Nowadays, agricultural drainage system designed by the existing standard of 20-year return period and 2 days of fixation time cannot deal with the increment rainfall such as localized heavy rain and local torrential rainfalls. Therefore, it is required to reinforce the standard of the drainage system in order to reduce the agricultural flood damage brought by unusual weather. In addition, it is needed to improve the standard of agricultural drainage design in order to cultivate farm products in paddy fields as facility vegetable cultivation and up-land field crop have been damaged by the moisture injury and flooding.

In order to prepare for the changes of rainfall pattern due to climate changes and improve the agricultural drainage design standards by the increase of cultivating farm products, the purpose of this study is to examine the impact of climate changes, the changes of relative design standard, and the analytic situation of agricultural flood damages, to consider the drainage design standard revision, and finally to prepare for enhanced agricultural drainage design standards.

Keywords: Design standards, Agricultural drainage, Revision

I. 서론

기후변화로 인한 지구온난화로 우리나라에서도 국지성 호우, 집중호우 등이 빈번히 발생하는 등 강우패턴이 크게 변화하고 있고, 지역적으로도 그 변동의 폭이 커지고 있다. 게다가 미래 강우량의 지역별, 연간 변동 폭도 더욱 극심해 질 것으로 예상되고 있다. 기존의 배수설계기준인 20년 빈도 고정시간 2일 강우량을 기준으로 설계된 논의 배

수체계로는 최근 기후변화에 의한 집중호우, 국지성 호우 등의 강우 증가분을 감당하지 못해 배수 용량 초과하는 사례가 잦아지고 있으며, 그로인한 침수피해가 실제로 자주 발생하고 있다. 따라서 기상이변에 따른 농경지 침수피해를 줄이기 위해 배수시설기준의 강화가 절실히 요구되고 있다. 또한 농경지 작부체계가 논농사 위주에서 원예·특용작물 등의 밭작물 중심으로 변화함에 따라, 집중 호우 시 침수피해 발생 가능성이 더욱 증가하였

* 한국농어촌공사 (Corresponding author chany0116@ekr.or.kr)

** 한국농어촌공사 (kimyh@ekr.or.kr)

*** 전북대학교 지역건설공학과 (song352@naver.com)

**** 경북대학교 농업생명과학대학 농업토목공학과 (sochung@knu.ac.kr)

Received March 27 2014; Revised May 7 2014; Accepted May 8 2014

Copyright ©2014, Korean National Committee on Irrigation and Drainage

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

고, 배수불량으로 인한 습해피해로 시설채소 재배 및 밭작물 생산피해가 증가하고 있어, 논에서의 밭작물 재배를 위한 농경지 배수 설계기준의 개선 필요성도 함께 대두되고 있다.

본 연구의 목적은 기후변화로 인한 강우패턴의 변화에 대비하고, 원예작물 등 밭작물 재배 증가에 따른 농경지 배수설계 기준 개선을 위해, 기후변화에 따른 영향 및 관련 설계기준 변화의 동향과 농경지 침수피해 분석상황을 살펴보고, 최종적으로 배수개선 설계기준 개정내용을 검토하여 강화된 농업생산기반계획설계기준(배수편)을 마련하는데 있다.

II. 기후변화 영향 및 설계기준 동향

1. 기후변화 영향

전국 61개 관측소를 대상으로 1991~2010년 사이 20년 동안 관측된 2일 최대강우량에 의한 확

률강우량이 1990년 배수개선 설계기준 강우량인 2일 확률강우량을 초과한 관측치를 조사하였다. 20년 빈도 기준 초과 관측우량은 96회, 30년 빈도 기준 초과 관측우량이 75회, 50년 빈도 기준 초과 관측우량은 46회로 나타났는데, 이는 강수량 증가에 따른 기존 배수시설 및 체계의 개선이 절실히 필요함을 단적으로 보여주고 있다(농식품부 한국농어촌공사, 2011b).

미래 21세기말의 기후변화에 대한 예측을 위해 기상청(2011)에서 RCP시나리오를 적용하여 1971~2000년 대비 2070~2099년의 기온과 강수량의 변화를 예측해 본 결과, 최악의 경우인 RCP8.5 시나리오 하에서는 21세기말(2070~2099년) 우리나라의 기온이 5.6℃, 강수량은 18.7% 증가하는 것으로 나타났다. 또한 미래에는 현재보다 집중호우 등의 이상기후 현상의 강도 증가와 발생빈도의 증가가 예상되어 기후변화에 의한 강수량 증가에 적극 대비하기 위한 농업용 배수시설의 기준강화

Table 1. Probable Rainfall Excess Observation Statistics in the Last 20 Years.

Standards	National Average Probable Rainfall(mm)	1991~2010(Year)	
		No. of Excess Observatory	Excess No. of Observation Rainfall
20Year Frequency	340.9	45	96
30Year Frequency	370.3	38	75
50Year Frequency	407.1	26	46

Source : Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Korea Rural Community Corporation, 2011b

Table 2. Projection of Climate Changes Using RCP Scenario.

	RCPScenario	2.6	4.5	6.0	8.5
Temperature (°C)	The Globe	1.4	2.4	2.9	4.7
	The Korean Peninsula	-	3.4	-	6.0
	Rainfall (%)	The Globe	3.0	4.6	5.0
	The Korean Peninsula	-	17.3	-	20.4

Source : Korea Meteorological Administration, 2011

가 필요한 것으로 판단되었다.

2. 설계기준 동향

일본의 배수설계기준은 2004년도 『토지개발사업계획설계기준』에 새로운 유출해석법이 추가되면서 배수설계기준이 “20년 빈도 1~3일 연속강우량”으로 상향조정되었다. 강우자료의 사용기간은 한국은 최근 30년 강우자료를 기본으로 사용하고 있지만, 일본의 경우에는 최근 30~50년 강우자료를 사용하도록 하고 있다. 한국은 “20년 빈도 2일 연속강우량”을 설계기준으로 채택하고 있는 반면, 일본은 “20년 빈도 3일 연속강우량”을 기준으로 하되, 지형특성, 기상조건 등의 지구여건을 고려하여 최대 “50년 빈도 3일 연속강우량”까지도 사용하고 있다.

우리나라 하천설계기준과 하수도시설기준도 기후변화로 인한 집중호우 등의 재해에 대비하여 기준을 강화하기 위한 개정을 실시하였다. 2009년도에 개정된 하천설계기준은 설계수문량 산정에서 국내개발 홍수모형을 추가하여 보다 현실적인 설계홍수량 산정을 도모하고자 하였으며, 2011년도에 개정된 하수도시설기준에서는 기후변화로 빈발하고 있는 집중호우로 인한 침수피해를 최소화하기 위해 하수관거의 계획확률년수를 기존 5~10년에서 10~30년으로 강화하였고, 빗물펌프장의 계획확률년수도 30~50년으로 신설하였다.

우리나라 농업용 배수시설의 설계기준은 1970년도에 『농지개발사업계획설계기준(배수편)』으로 처음 제정된 후 1983년도에 1차 개정되었으며, 2001년도에 『농업생산기반정비사업계획설계기준(배수편)』으로 2차 개정되었다. 그 이후 기후변화, 국지성 호우, 집중호우 등 강우패턴이 변화하고 논에서 발작물 재배면적이 증가하면서부터 농경지 배수 설계기준 강화의 필요성이 제기되어 왔다. 또한 국지성 호우, 낙뢰 등으로 배수장 가동중단을 대비한 비상전원 확보 및 낙뢰보호 시스템

기준 마련과 배수장으로 유입되는 쓰레기 등의 협잡물 제거를 위한 제진기 설치기준 강화 등의 필요성도 강조되어왔다. 이에 따라 2003년도에 농업기반시설의 재난대응 능력에 대한 실태조사를 수행하고 이상강우에 따른 저수지와 배수장의 설계기준을 강화하는 『재해대비 수리시설 설계기준』 수립이 추진되었다. 또한 2004년도에는 『재해대비 설계기준 개정 적용 요령』이 제시되었으며, 2010년도에는 간척지 받기반 조성에 필요한 설계, 시공, 유지관리를 위한 기준 마련을 위해 『간척지 받기반 조성을 위한 계획설계 요령』이 제시되었으며, 영농패턴 변화에 따른 배수개선 사업 방향의 정립을 위해 배수개선사업 추진실태 분석 및 개선방안 수립에 대한 연구(한국농어촌공사, 2010)가 진행되었다. 그리고 최근 2012년 3월에는 농경지 침수피해를 예방하기 위한 『기후변화에 대응한 배수개선 설계기준』이 수립되는데 이르렀다.

이처럼 최근까지 우리나라 농업용 배수시설 설계기준은 여러 차례 개정되어 왔는데, 그 이유는 지역별 특이성을 가진 강우와 이상호우, 집중호우에 대처할 수 있는 배수시설의 능력에 한계가 있어 기존의 배수시설 설계기준의 재검토가 절실히 필요하였기 때문이다.

Ⅲ. 농경지 침수피해 분석

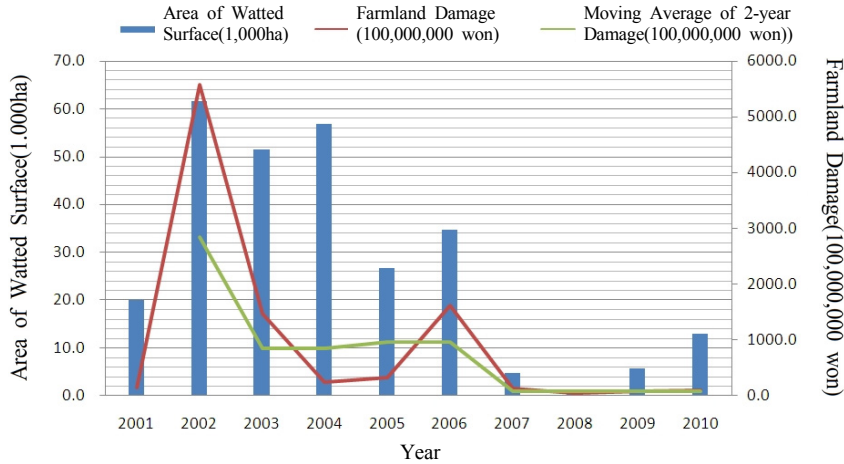
1. 농경지 침수피해 추이

기후변화로 인한 국지성 호우, 돌발홍수 등이 빈발하여 우리나라 국토 전반에 많은 피해를 초래하였다. 특히 기존 농경지 배수시설은 현행 설계기준의 강우보다 더 많은 강우량이 발생하고 있어 침수 및 배수불량 등으로 인한 농경지 침수피해가 더욱 자주 발생하고 있다.

Fig. 1은 최근 10년간 집중호우로 인한 침수면적, 농경지 피해액을 나타내며, Table 3은 최근 5년간의 농경지 피해면적과 피해액을 나타내고 있

다. 2002년 태풍 루사와 2003년 태풍 매미, 2004년 태풍 메기 등으로 피해가 상당히 컸으며, 이후 감소추세에 있다가 다시 2009년부터 피해규모가

증가하는 양상을 보이고 있다. Fig. 1에는 표현되지 않았지만 이후 2011년은 집중호우에 의한 피해가 매우 컸던 해였으며, 2005년 이후 가장 많은



Source : Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Korea Rural Community Corporation, 2011b

Fig. 1. Agricultural Watted Area and Damage in the Last 10 Years.

Table 3. Agricultural Damage Scale in the Last 5 Years.

Classification	Total	2007	2008	2009	2010	2011	
Area(ha)	53,566	4,858	590	5,331	7,364	35,423	
Amount of Damage (1 million won)	Conversion Price Criteria of 2011	50,627	13,094	4,213	8,409	9,507	15,404
	Price Criteria of the Year	46,809	10,971	3,834	7,638	8,962	15,404

Source : National Emergency Management, 2011

Table 4. Agricultural Flooding Damage Scale in Localized Heavy Rain in July 2011.

Classification	Total			Under Investigation (60 Districts)			Operational Facilities (156 Districts)			In Operation (41 Districts)		
	Total	Rice	Hortic ulture	Total	Rice	Hortic ulture	Subtotal	Rice	Hortic ulture	Subtotal	Rice	Hortic ulture
Area of Watted Surface (ha)	21,438	20,513	928	4,444	3,942	505	11,824	11,521	303	5,170	5,050	120

Source : Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Korea Rural Community Corporation, 2011b

침수피해가 발생한 것으로 조사되었다.

Table 4는 농림수산식품부와 한국농어촌공사(2011b)에서 2011년 7월 집중호우 시 발생했던 침수피해사례를 조사한 내용인데, 기본조사 및 세부설계 중인 조사설계지구와 배수시설이 준공되어 운영 중인 지구, 그리고 배수개선 사업이 착공되어 사업이 진행 중인 지구로 구분하여 조사하였다. 2011년 7월 집중호우 시 발생했던 벼와 원예작물경지의 침수피해는 벼 재배지의 경우 20,513ha, 원예작물재배지의 경우 928ha로 총 21,438ha 규모의 침수피해를 유발했다. 이는 집중호우 등 이상기후에 의한 강우량 증가가 현행 배수시설의 설

계기준을 초과함을 여실히 보여주는 사례로서, 결론적으로 강우강도의 증가와 함께 집중호우의 빈도가 높아질 것이라는 미래 기후전망에 대비하여 배수시설 설계기준 강화 등 기후변화에 대응할 개선책 수립이 반드시 필요함을 보여주고 있다.

2. 농경지 침수 피해사례 및 원인 분석

Table 5는 최근 강우량 증가에 의한 농경지 침수피해 사례를 조사한 내용이며, Table 6과 Table 7은 과거에 배수개선사업이 시행되었지만 2011년에 침수피해가 발생한 지구의 침수원인, 그리고 침수지역에 배수개선사업이 실시된 연도기준 확

Table 5. Agricultural Flooding Damage Cases.

Flooded Districts	Type of Rainfall	Cause of Flooding
Jeongyeon District (Rice 340,0ha)	2010. 8. 14~15 Severe Rain Storm 272mm	Irrigation and Drainage Canal Main and Branch Line of Earth and Sand Inflow Deposition
Yaksan District (Rice 158,6ha)	2010. 8. 11 DIANMU One-day Rainfall 111mm, Wind Speed 14,2m/s	Breaking of Water Pumping and Reservoir System's Bridge Aqueduct
Gogok District (Rice 108,0ha)	2010. 7. 11 Severe Rain Storm	Loss of Catch Canal
Bangye District (Rice 174,7ha)	2010. 10. 19 Severe Rain Storm 213mm Maximum Hourly Rainfall 75,5mm	Excess of Drainage Pump Capacity
Garyeo District (Rice 90,0ha)	2011. 7. 10 Severe Rain Storm 168mm	Stoppage of Drain Facility with Damaged Dust Separator
Samyong District (Rice 25,0ha)	2010. 7. 10 ~ 11 Severe Rain Storm 324,3mm	Stoppage of Drain Facility with Damaged Dust Separator
Hwasang District (Rice: 100ha, Horticulture: 90ha)	2011. 7. 10 Severe Rain Storm 341mm	Ascending External Water Level, Lack Facility Capacity
Hongjeong District (Horticulture 15ha)	2011. 7. 9 Severe Rain Storm 361mm	Lack Capacity of Existing Drain Facility, Lack Drain Sides
Kyeongpo District (Rice: 50ha, Horticulture: 10ha)	2011. 6. 25 Abnormal Rainfall 165mm	Lack Drain Sides
Danmok District (Horticulture 40ha)	2011. 7. 9 Severe Rain Storm 361mm	Lack Facility Capacity

Source : Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Korea Rural Community Corporation, 2011b

를강우량과 2011년 기준확률강우량을 비교한 내용을 각각 보여주고 있다.

농경지 침수의 원인은 주로 집중호우 등의 이상 강우로 외수위 상승에 의한 자연배수가 불가능했던 점과 시설 배수장의 용량부족으로 인한 배수능

력 저하, 배수로 단면 부족, 배수구조물의 불합리한 설치, 토사퇴적 및 수초발생에 의한 지구 내 홍수량 배제시간 지연, 협잡물 과다 및 이에 따른 배수장 가동 중단과 그로인한 범람 등이 주원인으로 나타나고 있다. 배수개선이 실시된 연도의 확률강

Table 6. Agricultural Flooding Damage Scale in Localized Heavy Rain in July 2011.

Classification	Flooded Districts	Cause of Flooding
Causespecific Flooding	Sanseo District(Rice Cropping 153,3ha)	Ascending External Water Level
	Moryeong District(Rice Cropping 147,3ha)	Ascending External Water Level, Earth and Sand Deposition and Vegetation
	Hagi District(Rice Cropping 68,6ha)	Decline in Drainage Capacity of Drain Facility
Agricultural Conditions	Susan District(Rice Cropping 400,0ha)	Ascending External Water Level
	Deokgok District(Rice Cropping 11,4ha+Horticultural Crop 64,3ha)	Ascending Water Level of Drain Main River
	Danmok District(Horticultural Crop 40ha)	Lack Facility Capacity

Source : Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Korea Rural Community Corporation, 2011b

Table 7. Comparing Probable Rainfalls in Flooded Area.

District	Si/Gun	Probable Rainfall in Case of Drainage Improvement			Probable Rainfall of This Time			Business Year of Drainage Improvement
		Observatory	20 years	30 years	Observatory	20 years	30 years	
Sanseo	Haman	Jinju	286,2	307,1	Masan	333,3 (16,5% increase)	356,5 (16,1% increase)	1992년
Moryeong	Jangheung	Mokpo	271,9	294,6	Jangheung	437,4 (60,9% increase)	476,7 (61,8% increase)	1995년
Hagi	Haman	Jinju	286,0	307,0	Jinju	331,5 (15,9% increase)	355,6 (15,8% increase)	1988년
Susan	Gunsan	Gunsan	262,5	286,5	Gunsan	324,0 (23,4% increase)	355,7 (24,2% increase)	1987년
Average			276,7	298,8		356,6 (28,9% increase)	386,1 (29,2% increase)	

Source : Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Korea Rural Community Corporation, 2011b

우량을 침수가 발생된 2011년 확률강우량과 비교 검토한 결과, 2011년 확률강우량이 20년 빈도 기준 15.9~60.9%가 증가한 것으로 나타났으며, 30년 빈도 기준 15.8~61.8%가 증가한 것으로 나타났다. 따라서 기후변화로 인한 집중호우 등 강수량 증가는 기존의 배수설계기준이 적용된 지역의 침수피해를 야기할 가능성이 존재함으로 설계기준 개선을 통한 근본적인 대책마련이 필요하다 할 수 있다.

한편 새만금 간척지구에 밭작물, 시설농업, 축산단지를 조성하기 위해 간척농지에 대한 수리수문학적 특성 분석과 침수지역 분석을 토대로 침수 안전지역을 설정하기 위한 연구가 진행되었다(농식품부, 한국농어촌공사 2011a). 이 연구에서 진행된 대상 간척지구별 여건조사, 간척농지 침하 및 배수로의 수준측량을 위한 지형측량 결과, 당초 준공당시 계획표고보다(+0.1~(-)0.2cm)의 차이를 보여, 시설원에 및 농산업단지 등의 배수원활을 위해 적정 계획기준 내수위 이상의 여유고가 필요한 것으로 조사되었다. 그리고 침수분석결과를 토대로 살펴본 총 면적 6,657ha중 빈도별 침수 면적은 20년 빈도 2,942ha(44.2%), 30년 빈도 3,280ha(49.3%), 50년 빈도 3,564ha(53.5%), 80년 빈도 3,806ha(57.2%), 100년 빈도 3,995ha(60.0%)로 분석되었다. 또한, 원예작물의 경우에는 침수피해가 수도작보다 크기 때문에 2011년 기준 침수피해 현황자료를 검토한 바, 30년 빈도의 침수에 안전한 지역은 1,788ha(27%), 50년 빈도에 안전지역은 1,642ha(25%)로 조사되었다. 그리고 간척농지에 밭작물, 시설농업, 축산단지 등을 조성하기 위해서는 밭 및 농산업기반 조성 전에 제염 촉진과 재염화 방지대책의 수립이 필요하며, 현지 여건에 맞는 배수관리계획을 수립한 후 기계배제, 배수시설 확장, 복토 등의 기반조성이 이루어져야 하는 것으로 나타났다.

IV. 설계기준 배수편 개정의 추진과정

최근 기후변화로 인해 국지성·돌발성 집중호우가 빈발하는 등 강우패턴이 변화하였고, 강력한 태풍이 발생함으로써 농어업시설 및 농작물의 피해가 증가하고 있다. 1일 최대 강우량의 경우 1970년대 407mm이었던 것이 2000년대에는 870mm로 2배 이상 증가하였다. 최근 피해사례로는 2010년 태풍 곤파스에 의해서 농작물 28천ha, 시설 1.7천ha 등에 침수피해 등이 발생하여 2.7천억 원의 복구비가 소요되기도 하였다. 따라서 기존의 농어업 시설이나 방재기준으로는 강력해진 재해발생 요인을 막기에는 역부족이라는 의견이 제기되었다. 사실 저수지, 배수장 등 수리시설 69천개 소 중 30년 이상 경과된 노후시설이 38천개소로 전체의 56%에 달하고 있는 실정이며, 이러한 이유와 함께 기존 배수설계기준을 상회하는 집중호우가 빈번히 발생하고 있고, 또한 논에 원예작물 재배가 증가하고 있어 침수피해가 더욱 급증하는 추세이다.

이러한 상황과 맞물려 2011년 8월 국무회의시에 기후변화에 대비한 기준 재설정 등 제도개선을 추진하고, 각 부처별 선진일류국가 수준의 안전시스템을 구축하라는 대통령의 지시 아래 국무총리실 주관의 재난관리 T/F Team이 구성·운영되었다. 그리고 농업토목분야와 관련해서는 농림수산식품부와 한국농어촌공사가 합동으로 실무 T/F Team을 구성하여 실태조사 및 기준 재정립 계획을 수립하기에 이르렀다. 이후 T/F Team과 함께 농어촌연구원에서 “배수체계 개선 연구”를 추진하였고, 2011년 9월부터 농업기반시설 피해관련 실태조사를 실시하였다. 실태조사의 대상은 100만㎡이상의 저수지 460개소, 농경지침수피해지역 973지구 총 195천ha(준공지구 : 148천ha, 시행중지구 : 26천ha, 조사설계완료지구 : 20천ha), 국가 및 지방관리 방조제 1,596개소이며, 각 시설의 피해현황에 대하여 1차 행정조사 및 2차 현지조사가

이루어졌다. 그리고 조사된 데이터를 바탕으로 자문회의와 기술심의를 거쳐 2012년 4월 설계기준 개정이 최종 승인되었고, 이후 2012년 9월부터 12월 까지 약 3.5개월간 개정내용에 대한 추가검토 및 기존 기준서의 수정과정을 통해 최종적으로 농업생산기반계획설계기준 배수편 개정편이 발간되었다.

V. 배수편 설계기준 주요 개정내용

기후변화에 대처하고 논에서 밭작물 재배면적의 증가에 따른 배수체계개선 및 배수시설물 보강을 위해 기존의 설계기준을 다음과 같이 보완하였다. 먼저 관련법령의 제개정에 따른 농지배수 관련 설계기준을 현행 법령체계와 일치시켰다. 그리고 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법을 강화하였으며, 논밭 혼용지대에서의 배수대책에 대한 내용을 추가하였다. 그리고 친환경적 배수개선 설계 및 시공사

례를 수록하여 배수개선사업의 추진에 효율적으로 활용할 수 있도록 하였으며, 배수장 양정결정시 하천등급별 계획기준홍수위를 수정하였다. 유수지 설계기법에 대한 내용도 추가하였으며, 하천 제방 횡단구조물(토출암거) 설치에 대한 내용도 추가하였다. 그 이외에도 배수장 제진기 설치기준, 배수장 비상전원 확보기준, 배수장 펌프형식 개선과 게이트 펌프에 대하여도 추가하였으며, 배수장 대피시설 및 장비에 대하여 보완하였다. 그리고 마지막으로 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등을 수정하였다. 주요 개정 및 수정내용은 Table 8과 같다.

VI. 결론

기후변화에 따른 아열대성 기후현상과 집중호우, 태풍의 빈번한 발생 등으로 기존 농경지 배수시설의 침수피해가 매우 잦아지게 되었다. 또한

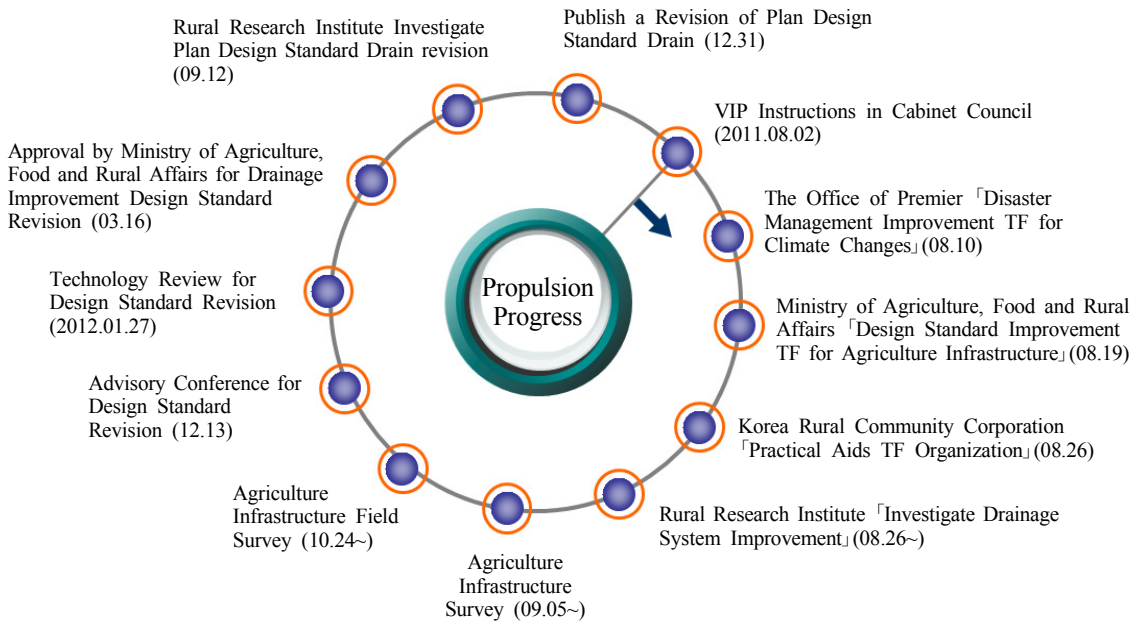


Fig. 2. Drainage Standard Revision Promotion Process.

Table 8. Before and After Rating Table of Agricultural Drainage Design Standard Revision.

구 분	개정 전(2001)	개정 후(2012)
기상자료 수	<ul style="list-style-type: none"> · 계획대상지구의 기상조사는 계획지구가 포함된 지배구역(Thiessen 망으로 결정)내에 있는 기상대 및 건교부 산하의 기상관측자료를 수집한다. · 기상자료는 사업계획지구의 기상개요를 판단하기 위한 일반기상과 유출량계산 등 배수계획 수립에 필요한 특수기상으로 구분하여 조사해야 하며, 이 경우 계획지구를 중심으로 주위의 모든 기상관측소를 대상으로 연 최고치 계열의 강우 자료를 수집하고 빈도분석을 하여 최대값을 가지는 관측소의 강우량을 선택한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 지배관측소 결정은 대상지구에서 지형상으로 가장 근접하고 수문학적으로 대표값을 나타내는 관측소를 선택하여야 한다. · 수문통계적 자료를 사용하므로 30년 이상의 재현기간을 갖는 관측소를 선정하되 자료의 정확성과 일관성 등을 고려하여 최근 30개년 이상의 자료에서 결측치가 발생하지 않고 관측소의 위치변경으로 이전 자료가 일관성이 없어지는 일이 없도록 면밀히 검토하여야 한다. · 관측소는 기상청, 국토해양부, 각 지방자치단체 및 연구소 등에서 운영하는 관측소 등 사업지구 주위 관측소를 모두 조사하여 가장 적합한 관측소를 선정한다.
설계강우량	<p>벼 · 20년 빈도 고정시간 2일 강우량</p> <p>밭, 원예 · 20년 빈도 고정시간 2일 강우량</p>	<p>벼 · 20년 빈도 이상 임의지속 48시간 강우량</p> <p>밭, 원예 · 재배작물 유형, 침수피해정도 및 경제성 등을 종합 분석평가하여 필요시 30년 빈도 임의지속 48시간 강우량</p>
계획기준 외수위		<ul style="list-style-type: none"> · 배수펌프장의 계획기준외수위는 배수본천의 하천등급별 계획홍수위를 기준으로 한다. · 현행 하천등급별 계획홍수위는 국가하천 : 100~200년 빈도, 지방하천 : 50~100년 빈도, 소하천 : 30년 빈도를 사용하고 있다.
계획배수량	<ul style="list-style-type: none"> · 배수문이나 배수펌프장 설치가 필요한 경우 · 수혜구역내 배수시설의 용량은 침수분석 결과 결정된 계획배수량의 1.5배로 결정하고, 지류는 비유량(比流量)으로 하며, 수혜구역 외는 경지에 저류현상을 고려하는 계획배수량과 비교하여 이중 큰 값을 채택하여 사용한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 배수문이나 배수펌프장 설치가 필요한 경우, 수혜구역 내 배수시설의 용량은 침수분석 결과 결정된 계획배수량의 1.5배로 결정하고, 지류는 비유량(比流量)으로 하며, 수혜구역 외는 경지에 저류현상을 고려하는 계획배수량과 비교하여 이중 큰 값을 채택하여 사용한다.
논밭 혼용지구에서의 배수대책	-	<ul style="list-style-type: none"> · 논에서의 밭작물 재배 및 논밭 순환경지 증가로 인한 영농여건 변화에 대응하여 수혜구역내 밭작물을 많이 재배하는 지구에 대하여는 홍수시 밭작물 침수피해를 최소화하기 위한 배수대책을 수립한다.
친환경 배수로	-	<ul style="list-style-type: none"> · 친환경 배수로 계획은 기능 및 경제적 측면, 인문사회적 측면, 주변의 자연생태계 등을 종합적으로 고려하고, 특히 지역의 전통문화, 관광, 친수성, 생태계 보전, 경관, 수질정화 등을 고려하여야 한다.

Table 8. Continued.

구 분	개정 전(2001)	개정 후(2012)
배수(갑)문		<ul style="list-style-type: none"> 배수본천이 하천법의 적용을 받는 경우에는 배수문 설치에 하천관리청의 하천점용허가를 받아야 한다.
펌프의 선정		<ul style="list-style-type: none"> 기설배수장 보강시 침수시에도 배수기능을 유지할 수 있는 펌프형식으로 검토·적용하여야 한다. 게이트 펌프 추가 : 게이트 펌프의 그림 및 내용 추가 홍수시 내수위의 증가로 인하여 펌프와 원동기가 침수되어 가동중단이 발생하지 않도록 입축형 펌프나 수중 펌프를 설치하고, 원동기를 최대홍수위 이상에 설치하여 침수에 의한 배수중단 상태가 일어나지 않도록 하여야 한다.
펌프의 설치높이와 회전수 관계	<ul style="list-style-type: none"> 배전반실과 변전소는 침수가 되지 않도록 계획제방고 이상으로 하되 국가하천은 100년 빈도홍수위 이상으로 하여야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 배전반실과 변전소는 침수되면 시설전체를 교체해야 하므로 어떤 경우라도 전기시설이 침수가 되지 않도록 계획제방고 이상으로 하되 하천등급별 계획홍수위 이상으로 하여야 한다.
부속설비	<ul style="list-style-type: none"> 흡입수조와 흡수관 배출수조 스크린과 제진기 	<p>〈각각을 절로 분리〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 4.4.8 흡입수조와 흡수관 절을 신설하고 내용 보완수정 4.4.9 배출수조와 배출관 절을 신설하고 내용 보완수정 4.4.10 스크린과 제진기 절을 신설하고 내용 보완수정
스크린과 제진기	<ul style="list-style-type: none"> 제진기 설치기준 <ul style="list-style-type: none"> 배제량 5m³/s미만 : 수동식 스크린 배제량 5m³/s~10m³/s : 특수한경우 자동제진기 배제량 10m³/s이상 : 자동제진기 	<ul style="list-style-type: none"> 농촌지역의 복합영농증가, 도시화, 산업화에 따른 비닐, 수초, 생활 및 산업폐기물, 쓰레기 등 협잡물 유입으로 인해 스크린 파손, 펌프고장 및 가동장애가 발생하지 않도록 배수장으로 유입되는 협잡물 제거를 위한 대책(스크린 및 제진기 설치 등)을 마련하여야 한다. 협잡물량 계산식 4.37, 4.38 추가 제진기의 종류와 장단점 추가
유수지	-	<ul style="list-style-type: none"> 유수지는 일반적으로 배수장에 유입되는 침투홍수량을 감소시키고 배수로의 통수능력과 펌프용량 사이의 불균형을 완화시키기 위하여 배수로 말단 및 배수장 내측에 설치하며, 그 크기는 배수로의 통수능력, 펌프용량 등에 의해 결정된다. 특히 농지배수를 위한 유수지는 배수로로부터 펌핑에 필요한 홍수유입이 충분하지 않아 배수장 가동이 단속(斷續)되는 것을 방지하기 위해 필요하다.

Table 8. Continued.

구 분	개정 전(2001)	개정 후(2012)
침사지	· 체류시간은 30~60분을 표준으로 한다.	· 체류시간은 30~60초를 표준으로 한다. 침사지 설계에 대한 자세한 내용은 “하수도 시설기준 (한국상하수도협회, 2011)” 및 농업생산기반 정비사업계획설계기준 취입보편(농림부, 1996)을 참고한다.
하천제방 횡단구조물 (토출암거) 설치	-	· 토공으로 된 하천제방을 횡단하여 설치되는 배수장 토출암거는 하천수위 상승시 안정성 확보를 위하여 제체의 누수방지 대책, 토출암거 주변 및 토출암거 내부에 대한 누수방지와 기초지반을 통한 누수 및 침하 등의 발생을 방지하기 위한 대책을 수립하여야 한다.
배수장 비상전원 확보	-	· 기상이변에 따른 집중호우 및 낙뢰시에도 배수장의 안정적인 가동을 위하여 비상전원을 확보해야 한다.
배수장 낙뢰보호시스템	-	· 낙뢰시에도 배수장의 안정적인 가동을 위하여 피뢰침, 등전위 본딩, 서지보호장치(SPD) 등의 낙뢰보호시스템이 설치되어야 한다.
배수장 대피 시설 및 장비	-	· 배수장 가동 중 갑작스런 수위상승에 대비하여 운전원들의 안전한 대피를 위한 시설과 장비를 확보하여야 한다.
배수시설 제어시스템 적용	-	· 배수시설물 계획시 배수시설 제어시스템을 적용하여 단위 시설물에 연계된 일정량의 설비를 통합제어함으로써 평상시에는 관리자의 시설 사용능력을 배가시키고, 배수장 가동시에는 사고예방 및 위기대처 능력을 제공하여야 한다.
배수개선사업의 효과	· 배수개선사업은 지표배수와 지하배수로 구분하며, 이에 대한 사업의 효과를 열거하면 다음과 같다. (1) 작물의 감수방지 및 증수 (2) 입지조건의 개선 (가) 농경지의 건토화 (나) 지내력의 증진 (다) 제염효과의 증대 (라) 토지이용률의 확대(범용화)	· 배수개선사업은 지표배수와 지하배수로 구분하며, 이에 대한 사업의 효과를 열거하면 다음과 같다. (1) 파괴적 피해 및 침수피해 방지 (2) 작물의 감수방지 및 증수 (3) 제염효과의 증대 (4) 건토효과 (가) 지력증대 (나) 지내력의 증진 (다) 토양 물리성 개량 (라) 토지이용도 증대(범용화)
사업비와 투자수익		· 배수개선사업의 경제성 분석을 위한 편익과 비용 산정방법을 개선할 필요가 있다. 특히 편익은 농산물 증산, 작부체계개선, 노동력 절감, 자재 투입물량 감소 등의 직접적인 편익뿐만 아니라 대기중 산소의 증가, 대기정화효과, 및 식량안보 효과 등 간접편익도 고려되어야 할 것이다. 그러나 간접편익에 대한 산정 방법이 명확하게 확립되어 있지 않으므로 앞으로 연구를 통하여 확립하여야 할 것이다.

수도작 위주에서 수익성이 높은 밭작물 중심으로 작부체계가 변화함에 따라 적절한 배수체계 개선 방안 마련의 필요성이 더욱 제기되었다. 본 연구에서는 기후변화로 인한 강우패턴의 변화와 원예작물 등 밭작물 재배 증가에 따른 농경지 배수설계 기준 개선을 위해 기후변화의 영향을 살펴보고, 농경지 침수피해분석의 검토, 설계기준 동향 분석 검토 등과 함께 배수개선 설계기준 개정내용을 검토하여, 최종적으로 기후변화에 대비할 수 있는 강화된 계획설계기준 배수편을 제시하였다.

우리나라 농업용 배수설계기준은 1970년도에 처음 개정된 이래 최근까지 몇 차례 강화되어 왔지만, 지역별 특이성을 가진 강우와 이상호우, 집중호우에 대처할 수 있는 배수시설의 능력에는 한계가 있어 배수시설 설계기준 재검토의 필요성이 다시금 제기되었다. 먼저 기후변화로 인한 집중호우로 강우량이 증가하여 야기된 농경지 침수피해에 대해서 조사한 결과를 검토해 보면, 주원인은 집중호우로 외수위 상승에 의한 자연배수가 불가능했던 점과 기설배수장 용량부족으로 배수능력 저하 및 배수로 단면의 부족한 점, 배수구조물의 불합리한 설치, 토사퇴적 및 수초발생으로 인한 지구 내 홍수량 배제시간 지연되는 점, 협잡물과 다르로 인한 배수장 가동 중단 및 이에 따른 범람이 발생하는 등의 이유로 조사되었다. 그리고 침수가 발생된 2011년 확률강우량이 배수개선 실시연도의 확률강우량 보다 20년 빈도 기준으로 15.9~60.9% 증가하였으며, 30년 빈도 기준으로 15.8~61.8% 증가함을 보이고 있어 기존 배수설계기준의 조정이 절실히 필요한 것으로 나타났다.

결론적으로 기준의 강화를 위해 배수개선 설계기준 개정내용을 검토하고 수정·보완하여, 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 2012년 개정편을 편찬하였다. 주요 개정내용은 관련법령의 재개정에 따른 농지배수 관련 설계기준과 현행 법령체계 일치, 이상 기후로 인한 국지성 호우에

대응할 수 있도록 설계강우량 결정방법 강화, 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용의 추가와 함께 친환경적 배수개선 설계 및 시공사례 수록, 배수장 양정결정시 하천등급별 계획기준홍수위 수정, 우수지 설계기법 추가, 하천제방 횡단구조물(토출암거) 설치내용 추가, 배수장 제진기 설치기준 추가, 배수장 비상전원 확보기준 추가, 배수장 펌프 형식 개선과 게이트 펌프 추가, 배수장 대피시설 및 대피용 장비 보완, 배수시설 제어시스템 적용에 대한 내용 등이 추가되었으며, 전문용어 통일, 오자 및 문맥상의 오류 등의 수정도 실시하였다. 이번에 제시한 농업생산기반계획설계기준 배수편 2012년 개정편이 향후 농업수리시설물 보강을 위한 배수개선사업의 추진과 재해취약지역의 재해 예방 사전계획수립, 기후변화 대비 농업기반시설 관리대책 수립 및 시설물 유지관리 방안 마련을 위해 유용하게 활용될 수 있기를 기대한다.

사사

본 논문은 농림수산식품부 농촌개발시험연구(2012)인 「농업생산기반정비사업 계획설계기준(배수편) 연구」 과제의 일환으로 수행되었습니다.

References

1. Chung, S.O., 2010. Simulating Evapotranspiration and Yield Responses of Rice to Climate Change using FAO-AquaCrop, KSAE, 52(3), pp.57-64.
2. Korea Meteorological Administration, 2011. Understanding climate change scenario and Casebook of Practical Use.
3. Korea Rural community Corporation, 2004. Application Method of Design Standards Revision for Disaster Preparedness.

4. Korea Rural community Corporation, 2010. Analysis of Drainage Improvement Project implementation and Study on Improvement Plan.
5. Korea Rural community Corporation, 2011. Practical Methods for Agricultural Infrastructure Project Research Design.
6. Korea Water and Wastewater Works Association, 2011. Sewerage Facilities Standards.
7. Korea Water Resources Association, 2009. River Design Standard and Commentary.
8. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, 2012. Revision of Agricultural Drainage Design Standards for Climate Changes.
9. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Korea Rural community Corporation, 2011a. A study on the flooding analysis for multi-utilization of reclaimed tidelands.
10. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Korea Rural community Corporation, 2011b. A Study on the Improvement of Rural Drainage System to cope with Climate Change.
11. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 1996. Agricultural Design Standards(diversion weir).
12. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2003. Revision of Agricultural Drainage Design Standards.
13. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2005. Agricultural Design Standards(A Water Pumping and Distribution System).
14. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Korea Rural community Corporation, 2005. Design Standard (Proposal) for Drainage Improvement of Horticultural Crops.
15. National Emergency Management Agency, 2011. Annual Disaster Report.
16. Park, K.W., Kim, J.T., Ju, U.J. and Lee, Y.J., 2006. Application of Drought Indices for Agricultural Drought Evaluation. KCID, 13(1), pp.72-81.
17. Yun, D.K., 2010. Climate Change Impacts on Paddy Water Requirement, Kyungpook National University.