



## 일제하 양배수장형 수리조합에서의 양수기술과 단위용·배수량의 변천 (리뷰 논문)

Transition of Pumping Technology, Irrigation Water Requirement, and Unit Area Drainage Discharge at Pumping Station-based Irrigation Associations in South Korea during Japanese Colonial Period (in Review)

김진수<sup>a, †</sup>

Kim, Jin Soo

### ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate transition of pumping technology, irrigation water requirement, and unit area drainage discharge at the Pumping station-based Irrigation Associations (PIAs) in South Korea during Japanese colonial period (1910-1945). The PIAs established pumping stations and embankments along rivers for the purpose of irrigation, drainage and flood prevention until the mid-1920s. From the late 1920s after major river improvement projects, newly established PIAs did not include the flood prevention in their purpose of establishment. The design criteria of the irrigation and drainage projects, such as irrigation water requirements, design rainfall, and allowable ponding duration were decided according to the circumstances of PIAs. The gross irrigation water requirement of paddy fields increased from the 1920s to the 1940s, and reached the level of 0.0020 m<sup>3</sup>/s/ha (19 mm/d) in the 1940s for the fairly good irrigation status in the drought. The great floods of 1930, 1933, and 1934 triggered the increase in drainage discharge in the late 1930s, leading to the unit area drainage discharge of 0.9-2.6 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> for natural drainage and 0.3-1.1 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> for pump drainage. Therefore, several PIAs near the major rivers could avoid repetitive floods damage.

**Keywords:** Japanese colonial period; pumping station-based irrigation association; irrigation water requirement; unit area drainage discharge

### 1. 서론

2019년 기준으로 우리나라에서 양수장 혹은 양배수장을 수원공(水源工)<sup>1)</sup>으로 하는 수리답 면적 (175천 ha)은 전 수리답 면적의 25%로 저수지 다음으로 큰 면적을 차지하고 있다 (MAFRA and KRC, 2019). 일제 시대 양수장 혹은 양배수장을 주 수원공으로 하는 수리조합 (이하 양배수장형 수리조합<sup>2)</sup>)의 수혜지역은 조합 설립 전에는 대부분 하천변의 범람원 (자연제방 및 배후습지)으로 일부 천수답과 밭이 산재하였고 저수지나 보 (洑)의 수혜구역에 비하여 생산력이 낮은 지역이었다. 양배수장의 핵심시설인 양수기<sup>3)</sup>는 1915년 경남 김해군 김해수리조합에 원심펌프의 일종인 터빈펌프 (구경 500 mm) 2대와 80마력 증기기관 원동기 1대가 설치되어 470정보(町步)<sup>4)</sup>의 농지에 용수를 공급한 것이 시초이다.<sup>5)</sup>

「조선산미증식계획」(朝鮮産米増殖計劃, 이하 산미증식계획이라고 함)은 일본 본국의 식량 문제의 해결책과 식민지 조선에 대한 유화책으로서 1920년부터 시작되어 (Kawai, 1986), 일본판 경제공황인 소와 (昭和)공황 (1930~1931년) 하에서 쌀값 폭락의 영향으로 1934년 중지되었다. 산미증식계획에서 수리조합사업은 근대적인 농업토목기술을 사용하여 수리시설을 건설하고 관개배수를 통하여 벼의 수확량을 증가시키는 사업이었다. 산미증식계획기는 「제1기계획기」(1920~1925년)와 「갱신계획기」(1926~1934년)로 구분되며 이 기간 다수의 양배수장형 수리조합이 탄생했다.

일제하 수리시설 및 토지개량사업의 현황은 조선총독부 (이하 총독부) 간행물인 「조선토지개량사업요람 (朝鮮土地改良事業要覽)」, 1940년 창설된 조선수리조합연합회가 발간한 회지 「토지개량 (土地改良)」 등을 통하여 개략적으로 파악할 수가 있다. 또한, 일제하 수리조합에 대해서는 이애숙 (Lee,

<sup>a</sup> Professor, Dept. of Agricultural & Rural Engineering, Chungbuk National University

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +81-043-261-2753, Fax: +81-043-271-5922

E-mail: jskim@cbnu.ac.kr

Received: December 21, 2020

Revised: April 13, 2021

Accepted: April 19, 2021

- 1) 농업용수 수원공은 2020년 현재 저수지, 양배수장, 보 등으로 분류하고 있으나, 일제 시대에는 저수지, 양수기, 보로 분류하였다.
- 2) 일부 연구자들은 일제 시대의 분류 방법에 따라 양수기형 수리조합으로도 부른다.
- 3) 일제 시대 양수기는 펌프 (唧筒)와 원동기 전체를 의미했다.
- 4) 1정보는 0.9917 ha로 약 1 ha
- 5) 김해수리조합 개량공사 계획서, 1933

1985), 마츠모토 (Matsumoto, 1991), 이영훈 등 (Lee et al., 1992a)의 연구가 있다.

일제하 양배수장형 수리조합은 수혜면적이 일반적으로 저수지형 조합보다는 작고 보(洑)형 조합보다는 커서 300~3,000정보의 조합이 차지하는 비율이 높았다. 양배수장형 조합은 대하천 하류역의 저생산 지대에 창설되었기 때문에 증산효과는 컸지만 재해복구에 다액의 비용이 소요되었다는 특징이 있다 (Lee et al., 1992a). 하지만 양배수장형 수리조합의 전개 과정에 대해서는 부평수리조합, 영일수리조합 등 일부의 수리조합에 대하여 단편적으로 알려져 있을 뿐이다 (Lee et al., 1992a; Son, 2017). 또한, 기존 논문에서는 주로 지주제, 조합비, 조합원의 인적 구성, 조합의 재정 등 인문·사회적인 측면에서의 연구가 수행되었으나, 수리기술 측면에서의 접근한 문헌 (Kim, 2009)은 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 일제하 창설된 양배수장형 수리조합의 전체 상황을 파악하고 수리조합에 존재했던 양수기술, 단위용수량 및 단위배수량의 변천 과정을 규명하고자 한다. 일제하 현 북한에도 양배수장형 조합은 존재하였으나, 위치 파악의 어려움을 고려하여 본 연구는 현 남한에 설립되었고 양배수장 수혜구역이 명확한 수리조합을 대상으로 하였다. 연구 방법으로는 조선토지개량사업요람을 통하여 양배수장형 수리조합을 선정하였고, 국가기록원에 보관되어 있는 양배수장형 수리조합의 사업계획서와 관련공사 문헌 등의 자료를 조사·분석하였다. 총독부 문헌과 수리조합 자료가 일치하지 않는 경우에는 수리조합 자료를 우선적으로 이용하였다.

## II. 양배수장형 수리조합의 현황 및 전개

### 1. 양배수장형 수리조합의 설립

1910년대에는 양배수장형 조합으로는 낙동강 하류에 김해(金海)와 대저(大渚) 수리조합이, 형산강 하류에 영일(迎日) 수리조합이 「조선수리조합령(朝鮮水利組合令)」(1917년) 제정 이전에 설립되었다 (Fig. 1).

산미증식계획에 의한 사업이 시작된 1920년부터 실제적으로 사업이 중지된 1931년까지는 다수의 양배수장형 수리조합이 설립되었다. 1920년대 초반에는 아직 하천 제방이 정비되지 않아, 한강과 낙동강의 대하천 주변에 관개 배수 및 홍수에 방(防水)을 목적으로 하는 수리조합이 집중적으로 탄생하였다. 수리조합은 초기에는 주로 하류에 설립되었으나, 점점 중류 및 지류로 확장되었다. 또한, 수혜면적 1,000정보 이상의 중대형 수리조합은 모두 한강변과 낙동강변에 제1기계획기가 끝난 1925년까지 설립되었다.

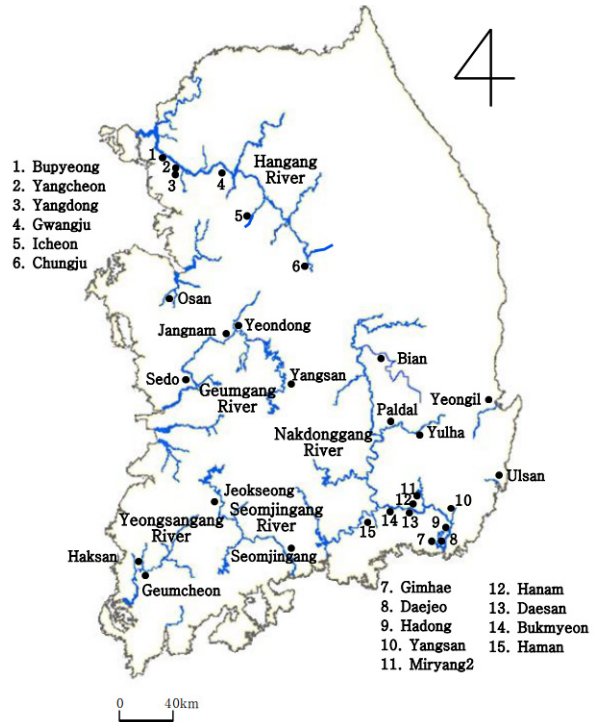


Fig. 1 Locations of Pumping station-based Irrigation Associations (PIAs) in South Korea in 1940

한강변에는 1921년 지류인 안양천에 양동(陽東) 수리조합을 필두로, 본류에 양천(陽川), 부평(富平), 광주(廣州)의 수리조합이 설립되었고 지류인 북하천에 이천(利川) 수리조합이 설립되었다. 충주(忠州) 수리조합은 1922년 저수지형 조합으로 출발했으나 1931년 지류 달천을 수원으로 하는 양수장 지구가 탄생하였다.<sup>6)</sup>

낙동강 본류에는 1920년 하동(下東) 수리조합을 시작으로 대산(大山), 북면(北面), 하남(下南) 수리조합이 설립되었고, 지류에는 남강변과 함안천변에 함안(咸安) 수리조합, 양산천변에 양산(梁山) 수리조합, 위천변에 비안(比安) 수리조합, 밀양강변에 제2밀양수리조합, 금호강변에 팔달(八達) 수리조합이 설립되었다.

금강 본류에는 1920년대 후반부터 장남(長南), 세도(世道), 양산(陽山)의 3개 수리조합이 설립되었다. 영산강변과 섬진강변에는 300정보 미만의 소규모 조합이 설립되었고, 영산강변에는 다른 하천에 비하여 늦게 학산(鶴山) 수리조합이 설립되었고, 섬진강변에서는 적성(赤城), 섬진강 수리조합이 설립되었다.

산미증식계획이 중지된 1934년 이후에는 소규모 조합이 설립되었다. 1937년부터 1940년 초반까지는 공려수리조합

6) 충주수리조합 보조수원공사 시행인가의 건, 1936

(公勵水利組合)<sup>7)</sup>이 창립되었는데, 낙동강 지류인 금호강에 율하(栗下) 공려수리조합이, 영산강에 금천(金川) 공려수리조합이 설립되었다. 「조선증미(增米)계획」이 시작된 1940년에는 삼교천 지류인 무한천에 오산(烏山) 수리조합과 금강

지천인 미호천에 연동(燕東) 수리조합이 설립되었다.

1940년도까지 설립된 양배수장형 수리조합의 설립연도, 위치, 수혜(몽리) 면적 및 설립 목적은 Table 1과 같다.

**Table 1** Outline of PIAs in 1940 (modified from Japanese Government General of Korea, Agriculture and Forestry Bureau, 1942)

River	Irrigation association	Establishment year	Location	Command area (ha)	Purpose of establishment*
Hangang	Yangdong	1921	Gimpo Bucheon	627	I, D, F
	Yangcheon	1923	Gimpo	590	I, D, F
	Bupyeong	1923	Gimpo Bucheon	4,086	I, D, F
	Icheon	1926	Icheon	53**	I, D, F
	Gwangju(廣州)	1927	Gwangju	471	I, D, F
	Chungju	1931***	Chungju	167**	I, D
Nakdonggang	Gimhae	1912	Gimhae	1,980	I, D, F
	Daejeo	1916	Gimhae	1,630	I, D, F
	Hadong	1920	Gimhae	545**	I, D, F
	Daesan	1920	Changwon	1,339	I, D, F
	Haman	1921	Haman	1,143	I, D, F
	Bukmyeon	1921	Changwon	304	I, D, F
	Yangsang(梁山)	1922	Yangsang	555**	I, D, F
	Hanam	1923	Miryang	1,862	I, D, F
	Bian	1928	Euseong	78	I, D
	Miryang 2	1931	Miryang	446	I, D
	Paldal	1931	Dalseong	50	I, D
	Yulha	1938	Dalseong	58	I, D
	Geumgang	Jangnam	1927	Yeongi	434
Sedo		1929	Buyeo	524	I, D
Yangsang(陽山)		1929	Yeongdong	94	I, D
Yeondong		1940	Yeongi	188	I, D
Yeongsangang	Haksan	1930	Naju	64	I, D
	Geumcheon	1938	Naju	189	I, D
Seomjingang	Jeokseong	1925	Sunchang	149	I, D
	Seomjingang	1926	Hadong	298	I, D, F
Taehwagang	Ulsan	1929	Ulsan	498**	I, D, F
Sapgyocheon	Osan	1940	Yesan	43	I, D
Hyeongsangang	Yeongil	1916	Yeongil	1,400	I, D

\* I indicates irrigation, D indicates drainage, F indicates flood prevention.

\*\* Indicates command area of pumping station.

\*\*\* Indicates the founding year of pumping station at mixed type irrigation association.

7) 공려수리조합은 수리불완전담의 한해대책으로서 국고보조 없이 조합의 기채(起債)만으로 설립된 200정보 이하의 소규모 수리조합으로 57개가 설립됨

## 2. 양배수장 지구 관개면적

수원공별 관개면적이 공식적으로 발표된 것은 1930년 이후이었는데, 1930~1940년 사이에 수리조합의 수원공별 관개면적의 변화는 Fig. 2와 같다. 1930년의 수리조합 수원공별 관개면적은 저수지 74,345정보(73,728 ha), 양배수장 19,903정보<sup>8)</sup>(19,738 ha), 보 10,109정보(10,025 ha)로 나타나, 양배수장 관개면적이 전체 관개면적 103,491 ha에서 차지하는 비율은 19%이었다. 1940년 수리조합 수원공별 관개면적은 저수지 84,549정보(83,847 ha), 양배수장 20,164정보(19,997 ha), 보 12,292정보(12,290 ha)로 나타나, 양배수장 관개면적이 전체 관개면적 116,034 ha에서 차지하는 비율은 17%이었다.

1930년대 양배수장형 수리조합의 관개면적은 정체하였는데, 이는 양배수장형 수리조합의 홍수에 대한 취약성, 높은 공사비와 조합비 때문이라고 생각된다. 1918~1926년 사이에 창설된 상위 5대 수리조합의 경우, 양배수장형 수리조합의 단보(段步)<sup>9)</sup> 당 설치공사비는 68.1엔(圓)으로 저수지형 조합(61.3엔)이나 보형 조합(27.3엔)에 비하여 높게 나타났다(Lee et al., 1992b). 또한, 상위 5대 양배수장형 수리조합의 단보당 평균 조합비는 12.2엔으로, 저수지형 조합의 6.2엔이나 보형 조합의 4.4엔에 비하여 높게 나타났다. 1940년도 수리조합의 수원공 전체 관개면적은 현 남한에 위치한 것이 119,005정보(49%), 현 북한에 위치한 것이 121,463정보(51%)로 비슷하였다. 하지만 양배수장 관개면적은 현 남한에 위치한 것이 20,164정보(68%)로 현 북한에 위치한 9,635정보(32%)의 2배 이상 값을 보여, 현 남한에서 양수 관개가 더 발달한 것을 알 수가 있다.

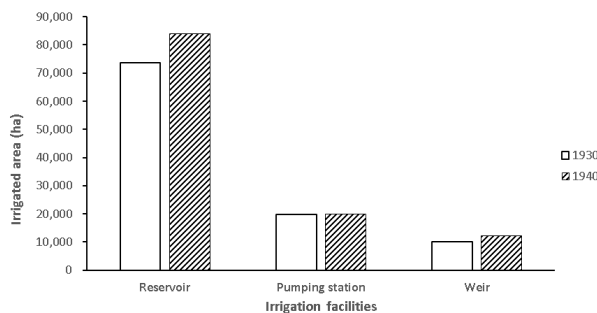


Fig. 2 Change in irrigated area of irrigation facilities of irrigation associations in South Korea between 1930 and 1940

8) 이 값은 소화5년(1930년) 조선토지개량요람 자료인 33,770정보에서 조합공사에 착수하지 못한 김포수리조합의 3,977정보와 1931년에 창설된 제2밀양수리조합의 450정보를 뺀 값임  
9) 1단보(段步)는 1반(反)이라고 하며 0.1정보로 약 10 a임

## 3. 양배수장형 수리조합의 설립목적

1910년대에서 1920년대까지 설립된 많은 양배수장형 조합의 목적은 관개배수뿐만 아니라 토목행정이 담당해야 할 홍수예방(防水)을 포함하여 국가가 부담할 하천제방 건설비용을 조합이 부담하였다. 당시 일본에서는 국가에 의한 하천개수사업의 진척을 계기로 수리사업이 진전을 이룬 데에 반하여, 조선에서는 치수사업비를 조합원인 사적 토지소유자(최종적으로는 경작자)에게 전가시켰다. 이것이 조선수리조합의 기술적·재정적 곤란의 요인이 되었다(Matsumoto, 1991). 미증유의 대홍수가 있던 1925년 「직할하천(直轄河川) 개수사업」이 다수의 수리조합이 설립되어 있던 만경강과 재령강을 중심으로 시작되었고, 1926년에는 전년도 2개 하천을 포함하여 한강, 낙동강, 대동강, 용흥강의 6개 하천에 대한 개수공사가 전개되었다(Japanese Government General of Korea, 1931). 하천개수의 주된 목적은 농지개발로서 1920년 후기 이후 창설된 많은 조합은 하천개수사업에 의해 제방이 완성되어 있거나 홍수피해가 적은 곳을 수혜구역으로 선정하여 조합설립 목적에 홍수예방은 포함되지 않았다.

1925, 1930, 1933 및 1934년의 홍수를 경험하면서 침수피해에 따른 벼의 수확량 감소와 재해복구사업에 따른 조합의 자부담 증가는 양배수장 수리조합의 재정을 악화시키는 요인이 되었다. 당시 토지개량사업 중 재해복구사업의 국고보조율은 측량설계비, 공사비 및 공사감독비의 50%이었다. 1934년 말, 다수의 양배수장형 조합이 재정적으로 불량조합<sup>10)</sup>에 속하게 되었다. 총독부는 70개의 재정이 불건전한 불량조합을 갑(甲), 을(乙), 병(丙)으로 분류하였다. 경영곤란의 정도가 심한 35개의 을조합에는 양동, 이천, 광주, 대산, 함안, 북면, 하남 및 양산(梁山) 수리조합이 속했고, 경영곤란의 정도가 을조합처럼 심하지 않은 30개의 병조합에는 양천과 부평수리조합이 속했다. 재정 불량조합에 속한 양배수장형 수리조합은 모두 1930년 이전에 설립되어 설립 목적에 홍수예방이 포함된 조합이었다.

1934년 말, 을조합의 정보당 평균 소요경비는 12.85엔, 부담능력은 7.20엔, 부족액은 5.65엔이었고, 병조합의 정보당 평균 소요경비는 7.72엔, 부담능력은 6.45엔, 부족액은 1.27엔이었다.<sup>11)</sup> 을조합에 대한 구제책으로서 국고에서 수리조합이사의 급료를 30년간 보조하고 보강공사비에 대한 보조금을 지급하였고, 차입금의 이자율을 삭감하고 상환기간을 30년으로 연장하였다. 한편, 병조합에 대한 구제책으로서 차입금의 상환기간을 30년으로 연장하였다.

10) 조선총독부, 1934, 경영이 곤란한 수리조합의 정리계획요강

11) 조선총독부 농림국, 1934, 경영곤란한 수리조합의 각 조합별 정리계획표

#### 4. 수원 및 인수 (引水)시기

수원은 일반적으로 하천 지표수이었으나, 대하천의 지류나 중소하천과 같이 갈수기에 지표수가 부족한 지역에서는 집수 암거를 통하여 집수한 복류수(伏流水)이었다. 복류수를 수원으로 하는 수리조합에는 금호강의 팔달수리조합, 미호천의 연동수리조합, 북하천의 이천수리조합, 무한천의 오산수리조합 등이 있었다. 복류수를 보조수원으로는 하는 조합으로 광주수리조합이 있었다.

관개를 위한 하천수의 인수(引水, 취수) 시기는 조합마다 약간 차이가 있었으나, 4월 중순부터 10월 중순까지로 나타났다. 전남 학산수리조합<sup>12)</sup>에서는 4월 15일부터 10월 15일까지, 세도<sup>13)</sup>와 대저수리조합<sup>4)</sup>에서는 4월 15일부터 9월 30일까지, 광주<sup>15)</sup>와 팔달수리조합<sup>6)</sup>에서는 5월 1일부터 9월 30일까지로 나타났다.

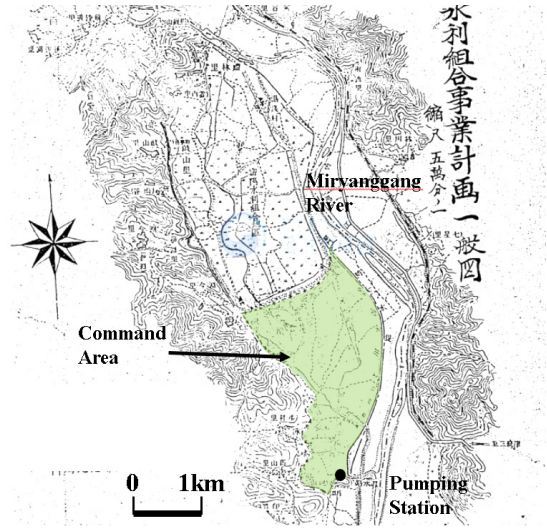


Fig. 3 Pumping station and command area of Miryang 2 Irrigation Association

### III. 관개배수 기술의 전개

#### 1. 제2밀양수리조합의 사례

제2밀양수리조합은 밀양강 우안을 수혜면적(450정보)으로 하여 1931년 3월 경남 밀양군 상남면에 설립되었다(Fig. 3). 수혜지역은 밀양강과 낙동강과의 합류점 근처로 북쪽으로는 1909년 설립된 밀양수리조합의 수혜지역과 인접하였다. 사업의 조사·설계는 토지개량사업 대행기관이었던 조선토지개량 주식회사가 담당하였다. 수원공 및 기계배수 시설로는 용배수 겸용 양수기와 배수기를 가진 양배수장, 수로로는 도수로(導水路) 1조, 간선용수로 1조, 지선용수로 8조, 배수로 3조, 승수로(承水路) 2조, 배수문으로는 중앙배수문 4련(連), 북배수문 2련, 서배수문 1련이 계획되었다.<sup>17)</sup> 조선직할하천공사연보(Japanese Government General of Korea, 1932)에 따르면 조합 창설시 이곳의 제방은 1929년 낙동강 개수공사의 일환으로 추진된 밀양강 축제(築堤)공사로 이미 준공되어 있었다.

이곳의 도작(稻作) 기간은 6월 11일부터 9월 8일까지의 90일간이었고 용수량이 가장 필요한 최대용수기간은 7월 19일부터 8월 9일까지의 20일간으로 계획되었다. 계획기준년으로는 1919년부터 1928년까지의 10년 중 강수량이 가장 적은 1923년을 선정하였다. 필지별 단위용수량(순용수량)은 계획

기준년 최대용수시기의 [증발산량(엽·수면증발량)+침투량]-[유효우량<sup>18)</sup>]으로 구하였다. 여기서, 증발산량은 증발계 증발량에 1.5를 곱하여 얻었고, 유효우량은 0으로 하였다. 순용수량에 1.15를 곱하여 지구전체의 단위용수량(조용수량) 0.0625정초입방척<sup>19)</sup>(0.0018 m<sup>3</sup>/s/ha)을 산정하였다. 계획양수량은 수혜면적에 조용수량을 곱하여 28초입방척<sup>20)</sup>(0.78 m<sup>3</sup>/s)로 나타났다.

배수면적은 1,051정보로 이 중 466.5정보의 지구 외 홍수유출수는 북승수로와 서승수를 통해 밀양강으로 방류되었고, 나머지 584.5정보의 지구내 평야부 홍수유출수는 배수로와 중앙배수문을 통해 방류되었다. 지구 내와 지구 외의 단위배수량은 각각 배수로와 승수로 단면 설계에 채택되었다. 지구내 평야부 단위배수량은 밀양의 과거 10년간의 최대일우량 176 mm의 80%를 1일 배제하여 0.582정초입방척(1.6 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)으로 계획되었다. 지구 외 산지에 대한 단위배수량은 시우량 20 mm의 전량을 1시간에 배제하여 2.0정초입방척(5.6 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)으로 계획되었다.

또한, 본 지구는 사업계획단계에서 기계배수가 계획되었는데, 배수시설의 경비를 줄이면서 배수효과를 높이려고 하였다. 기계배수는 경제적인 관점에서 1916년에서 1929년까지의 14년 중, 밀양에서의 외수 상승기 중의 제2위 일우량에 해당되는 90 mm를 2일간에 배수하도록 하여, 기계배수 단위배수량은 0.52 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>로 나타났다. 이때, 용배수겸용 양수기의 단위

12) 우수인용 및 공작물 설치의 건(학산수리조합), 1934  
 13) 우수인용 및 공작물 설치의 건(세도수리조합), 1932  
 14) 대저수리조합 구역확장공사, 개량공사 시행인가, 우수인용 및 공작물신설허가, 1933  
 15) 경기도 광주군 광주수리조합공사 변경 설계서, 1929  
 16) 우수인용 및 공작물 설치의 건(팔달수리조합), 1933  
 17) 제2밀양수리조합 사업설계서(경상남도 밀양군), 1931

18) 일제 시대에는 유용(有用)우량이라고 하였다.  
 19) 1정초입방척(町秒立方尺) ≃ 0.028 m<sup>3</sup>/s/ha  
 20) 1초입방척(秒立方尺) ≃ 0.0278m<sup>3</sup>/s

배수량은 0.14 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>, 배수기의 단위배수량은 0.38 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> 이었다.

1932년에는 밭과 잡종지 417정보에 대한 개답(開畓) 공사를 실시하였는데, 2단보(段步)를 표준구획으로 하였고, 61조의 용수지거가 설치되었다.<sup>21)</sup> 하지만 본 지구는 1933년과 1934년 연속적인 홍수에 의해 시설물과 침수의 피해를 입었다. 하천개수가 완성된 구역이라서 제방 붕괴에 따른 외수 침입은 없었으나 내수에 의한 피해가 있었다 (Japanese Government General of Korea, 1936). 하천 제방 1 km에 걸쳐 세굴에 따른 토사의 유출이 있었고, 저지대에는 담수가 1주일 정도 지속되었다. 1934년 12월부터 1935년 5월 사이에 도수로, 용수간선, 용수지선, 복승수로, 남승수로 및 중앙배수로에 대한 재해복구공사가 실시되었다.<sup>22)</sup> 1935년 이후 기계배수 단위배수량은 0.397정초입방척 (1.1 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)로 2배 이상 증가하였다.

## 2. 수혜면적과 양배수량의 변화

1927년과 1940년 사이의 양배수장형 조합의 수혜면적과

양배수량<sup>24)</sup>의 변화는 Table 2와 같다. 조합의 수혜면적 변화를 보면 구역확장공사에 의해 부평 및 하동수리조합은 증가했고, 대저수리조합은 하천개수사업에 따른 농지의 편입, 광주수리조합은 침투량이 큰 농지의 제외 등으로 감소했으나, 많은 수리조합에서는 변화가 없었다. 대부분의 양배수장 조합의 수혜면적이 거의 변화가 없는 것은 수혜지구가 방수제와 승수로(承水路)로 둘러싸여 있어 확장하기가 어려운 지리적 요인이 있었기 때문으로 생각된다.

양배수량의 변화를 보면, 양천, 부평, 김해, 대저 및 대산수리조합에서는 증가하였으나, 광주, 장남 및 적성수리조합에서는 변함이 없었다. 양배수량이 증가한 것은 수혜구역이 확대되고 용·배수가 강화되었기 때문으로 생각된다. 부평수리조합에서는 1929~1930년 제2구 구역확장공사<sup>25)</sup>를 진행하면서 2단 양수의 증리양수장을 설치하여 양수량이 31초입방척 (0.9 m<sup>3</sup>/s) 증가하였고 배수기 (배수전용 양수기) 1대가 용배수겸용 양수기로 바뀌었다. 1930년 김해수리조합<sup>26)</sup>에서는 개량공사로 양수관개 면적이 575정보에서 1,243정보로 증가

**Table 2** Change in command area and pump capacity at PIAs between 1927 and 1940 (modified from the Japanese Government General of Korea, Land Improvement Bureau, 1929b and Japanese Government General of Korea, Agriculture and Forestry Bureau, 1942)

River	Irrigation association	1927			1940		
		Command area (ha)	Pump capacity* (m <sup>3</sup> /s)		Command area (ha)	Pump capacity* (m <sup>3</sup> /s)	
			I	D		I	D
Hangang	Yangcheon	590	0.8	-	590	0.8	8.0
	Bupyeong	3,570	7.5	11.2	4,086	10.2	11.2
	Gwangju	680	1.3	-	471	1.3	-
Nakdonggang	Gimhae	1,980	0.8	-	1,980	3.0	-
	Daejeo	1,792	2.5	-	1,630 <sup>23)</sup>	4.6	-
	Hadong	692	0.9	-	706	0.9	-
	Daesan	1,339	2.2	-	1,339	2.2	1.7
	Haman	1,143	1.1	1.1	1,143	1.6	5.8
	Bukmyeon	304	0.6	-	304	0.6	2.1
	Hanam	1,862	3.8	3.8	1,862	4.0	10.4
Geumgang	Jangnam	434	0.8	-	434	0.8	-
Seomjingang	Jeokseong	149	0.3	-	149	0.3	-
	Seomjingang	305	0.5	-	298	0.5	-

\* I indicates irrigation pump and D indicates drainage pump.

21) 제2밀양수리조합 개답공사 시행인가의 건, 1932  
 22) 제2밀양수리조합 토지개량사업 보조의 건 (수해복구공사), 1935  
 23) 대저수리조합 한해대책 및 추가개량공사 시행인가의 건, 1940

24) 본 논문에서 언급하는 양수량은 계획 최대양수량, 배수량은 계획 최대배수량을 의미  
 25) 토지개량공사 보조의 건 (부평수리조합), 1929  
 26) 김해수리조합 개량공사 시행의 건 (김해수리조합), 1930

했고 양수기가 증설되어 양수량이 28.75초입방척 (0.8 m<sup>3</sup>/s)에서 71.75초입방척 (2.0 m<sup>3</sup>/s)으로 증가하였다. 또한, 1934년 개량공사<sup>27)</sup>로 만조시 하천수를 수문으로 취수하던 자연관개 지구가 양수관개 지구로 바뀌면서 양수량이 109초입방척 (3.0 m<sup>3</sup>/s)로 증가하였다. 한편, 양천수리조합<sup>28)</sup>에는 배수기가 설치되어 288초입방척 (8.0 m<sup>3</sup>/s)의 배수량이 확보되었고 하남과 함안수리조합에서는 배수량이 증가되었다.

### 3. 펌프의 종류와 전양정

양수기는 관개용 양수기가 먼저 설치되었고, 배수 문제가 있는 곳에 용배수겸용 양수기와 배수기가 설치되었다. 관개용 양수기를 가진 양수장은 1915년 김해수리조합에, 용배수겸용 양수기를 갖고 있는 양배수장은 1924년 양산 (梁山)수리조합,<sup>29)</sup> 1925년 함안, 하남수리조합에, 배수기만 있는 배수장은 1928년 양천수리조합,<sup>30)</sup> 1929년 함안수리조합<sup>31)</sup>에 설치되었다.

펌프는 초기에 와권 (渦卷) 펌프가 주류이었으나, 후에 축류 (軸流) 펌프가 도입되었다. 축류펌프는 저양정 대용량에 적합한 특성을 가졌는데, 일본에서는 1927년 니이카타현 (新潟縣)에 설치된 것이 최초였고 (JSIDRE, 1979c), 조선에는 1930년 울산수리조합<sup>32)</sup>의 관개용에 처음으로 도입되었다. 뒤를 이어 축류펌프는 1934년 김해수리조합<sup>33)</sup>의 관개용에, 1944년 양동수리조합<sup>34)</sup>의 배수용에 설치되었다.

1940년대 수리조합에서의 용배수용 펌프의 종류 및 전양정 (全揚程)은 Table 3과 같다. 양수기의 실양정 (實揚程)만 아는 경우 전양정은 [전양정]=1.2×[실양정]으로 추정하였다. 관개용 양수기의 전양정 범위는 약 2.5~14.0 m로 크고, 양산 (陽山),<sup>35)</sup> 광주,<sup>36)</sup> 오산<sup>37)</sup>의 수리조합에서는 10.0 m 이상이였다. 배수기의 전양정 범위는 약 3.0~8.0 m로 관개용 양수기보다 작았다. 용배수겸용 양수기의 전양정은 관개 시와 배수 시가 달라, 북면수리조합<sup>38)</sup>에서는 관개 시가 배수 시보다 높았

으나, 함안수리조합<sup>39)</sup>에서는 오히려 배수 시가 관개 시보다 높았다. 금천공려수리조합<sup>40)</sup>에서는 2단 양수기가 도입되어 비교적 고지대의 수혜구역이 가능하게 되었다.

펌프구경은 일반적으로 배수용, 용배수겸용, 관개용의 순으로 나타났고, 배수용에서 1,000 mm 넘는 경우가 많았고, 양천수리조합에서 1,320 mm로 가장 컸다. 1939년 일본 배수 펌프 기술에서 획기적이었다고 평가되는 오구라이케 (巨椋池) 간척지에 설치된 배수펌프의 구경은 1,320 mm이었다 (JSIDRE, 1979c). 조선인 중심형 조합<sup>41)</sup>이었던 양천수리조합이 1928년 양수장과 분리하여 전동기와 대형펌프로 구성된 배수장 설치 (Japanese Government General of Korea, Land Improvement Bureau, 1929a) 등의 새로운 수리기술을 도입한 것은 특이할 만하다.

### 4. 원동기의 종류 및 양배수량

원동기의 종류에는 증기기관, 디젤기관, 흡입가스기관, 전동기 등이 있었다. 1915년 김해수리조합에서 처음으로 증기기관이 설치되었으나, 1929년 전동기로 교체되었다.<sup>42)</sup> 일본에서는 1902년 처음으로 야마카타현 (山形縣) 양수장 조합에서 107 ha의 수혜지역을 대상으로 전동기 양수기가 설치되었다 (Mori, 1959). 흡입가스기관은 1917년 설치공사가 준공된 대저수리조합을 시초로 하동, 함안, 북면 및 양천수리조합에 도입되었으나, 후에 전동기나 디젤기관으로 교체되었다. 디젤기관은 1918년 설치공사가 준공된 영일수리조합을 시초로 하남, 장남수리조합 등에 도입되었다. 전동기가 도입된 것은 1925년 부평수리조합으로 광주수리조합이 뒤를 이었다.

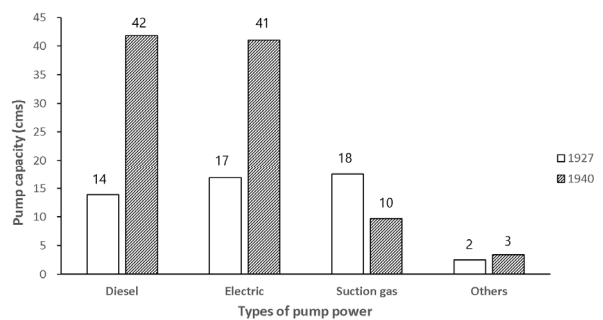


Fig. 4 Change in pump capacity by types of pump power in South Korea between 1927 and 1940

- 27) 김해수리조합 개량공사 시행인가 및 하천령에 의한 허가의 건, 1934
- 28) 조선총독부 토지개발부, 1929, 조선의 수리조합
- 29) 소화9년도 재해복구공사 설계서 (양산수리조합), 1935
- 30) 양천수리조합 개량공사 준공도, 1928
- 31) 경남 함안군 함안수리조합 개선공사 계획서, 1929
- 32) 울산수리조합공사변경설계서, 1930
- 33) 김해수리조합 개량공사 계획서, 1934
- 34) 양동수리조합 미국생산 증강시설 토지개발사업 시행인가의 건, 1944
- 35) 충청북도 영동군 양산면 양산수리조합사업계획서, 1929
- 36) 경기도 광주군 광주수리조합공사 변경 설계서, 1929
- 37) 오산수리조합 사업계획서, 1940
- 38) 북면수리조합 개량공사 계획 및 설계서, 1932

- 39) 함안수리조합 미국 생산증강시설사업 시행인가의 건, 1944
- 40) 나주군 금천면 사업계획서 (금천공려수리조합), 1938
- 41) 조선인 중심형 조합은 조선인의 소유면적 합계가 총면적의 2/3 이상을 점하는 수리조합을 말하며, 1931년도 양천수리조합에서 조선인의 소유면적은 총면적의 82%를 차지
- 42) 경상남도 김해군 김해수리조합 개량공사 계획서, 1934

**Table 3** Pump type and total pump head at PIAs in the 1940s (modified from the Japanese Government General of Korea, Agriculture and Forestry Bureau, 1942)

River	Irrigation association	Use	Pump type	Total pump head(m)	Diameter of pump (mm)
Hangang	Yangdong <sup>43)</sup>	Irrigation	Volute	N/A*	760
		Drainage	Axial flow	4.1	1,090
	Yangcheon	Irrigation	Volute	6.5	550
		Drainage	Volute	3.0	1,320
	Bupyeong	Irrigation & drainage	Volute	8.7**	970
	Icheon	Irrigation	Volute	N/A*	230, 300
	Gwangju	Irrigation	Volute	14.0	550
Chungju	Irrigation	Volute	8.8 <sup>44)</sup>	550	
Nakdonggang	Gimhae <sup>45)</sup>	Irrigation	Volute	3.3	750
			Axial flow	2.6	700
			Axial flow	2.5	800
	Daejeo <sup>46)</sup>	Irrigation	Volute	3.9	710, 860
				3.9	710, 860
				2.6	660
	Daesan	Irrigation	N/A*	N/A*	560
				Drainage	N/A*
	Haman	Irrigation & drainage	Volute	6.4 <sup>***</sup> (I <sup>***</sup> )	760, 560
				9.5 <sup>***</sup> (D <sup>***</sup> )	
		Drainage	Volute	8.0**	1,070
	Bukmyeon	Irrigation & drainage	Volute	8.2(I <sup>***</sup> )	580
				5.0(D <sup>***</sup> )	
Hanam	Irrigation & drainage	Volute	9.0	810	
			Drainage	N/A*	1,220
Miryang <sup>247)</sup>	Irrigation & drainage	Volute	6.1	660	
			Drainage	Volute	5.9
Paldal	Irrigation	Volute	6.7 <sup>48)</sup>	230	
Yulha	Irrigation	Volute	5.7 <sup>49)</sup>	300	
Geumgang	Jangnam	Irrigation	Volute	9.6 <sup>50)</sup>	450
	Sedo	Irrigation	Volute	7.6 <sup>51)</sup>	550
	Yangsang	Irrigation	Volute	12.4	300
	Yeondong	Irrigation	Volute	7.7 <sup>52)</sup>	550
Yeongsangang	Geumcheon	Irrigation	Volute	7.9	400
			Volute	7.0	300
Haksan	Irrigation	Volute	6.1 <sup>53)</sup>	370	
Seomjingang	Seomjingang	Irrigation	Volute	5.2 <sup>54)</sup>	530
Taehwagang	Ulsan	Irrigation	Axial flow	N/A*	760
Sapgyocheon	Osan	Irrigation	Volute	12.3	250

\*Indicates not available.

\*\*Indicates the value estimated from actual pump head.

\*\*\*I indicates irrigation pump and D indicates drainage pump.



1927년과 1940년의 현 남한에 위치한 수리조합의 원동기별 양배수량은 Fig. 4와 같다. 1927년 총양배수량은 51 m<sup>3</sup>/s로 이 중 디젤기관이 14 m<sup>3</sup>/s (27%), 전동기가 17 m<sup>3</sup>/s (33%), 흡입가스기관이 18 m<sup>3</sup>/s (35%), 기타가 2 m<sup>3</sup>/s (5%)이었다. 한편, 1940년 총양수량은 96 m<sup>3</sup>/s로, 이 중 디젤기관이 42 m<sup>3</sup>/s (44%), 전동기가 41 m<sup>3</sup>/s (43%), 흡입가스기관이 10 m<sup>3</sup>/s (10%), 기타가 3 m<sup>3</sup>/s (3%)를 나타냈다. 이와 같이 조선에서는 총양배수량 중 디젤기관이 큰 비중을 차지했다. 이에 반하여 1928년도 일본에서는 원동기 중 전동기가 총양배수량의 가장 큰 비중 (68%)을 차지했고, 다음으로 석유기관이 11%를 차지했고, 디젤기관은 5%에 불과하였다 (Mori, 1959).

1927년부터 1940년까지 13년간 양배수량은 1.9배 증가하였다. 디젤기관과 전동기 양수기에 의한 양배수량은 각각 3.0, 2.4배 증가한 반면 흡입가스기관 양수기에 의한 양배수량은 크게 감소하였다. 전동기 양수기에 의한 양배수량이 크게 증가한 이유는 1930년대 전력 개발에 의하여 전기 보급이 확대되었기 때문으로 생각된다. 또한, 1940년 미국에 의한 석유제품에 대한 대일경제제재가 단행된 이후 원동기의 전동기화는 가속되었다. 1941년 이후 세도, 충주, 섬진강 및 울산수리조합에서는 원동기의 전력화가 추진되었다.

### 5. 단위용수량

양배수장형 조합에서 필지의 단위용수량 (순용수량)과 지구 전체에 대한 단위용수량 (조용수량)은 각각 식 (1) 및 (2)와 같이 산정되었다.

$$[\text{순용수량}] = \text{최대용수시기의} \{ [\text{증발산량}] + [\text{침투량}] - [\text{유효우량}] \} \quad (1)$$

$$[\text{조용수량}] = [\text{순용수량}] \times [1 + \text{수로손실률}] \quad (2)$$

- 43) 양동수리조합 미국생산 증강시설 토지개량사업 시행인가의 건, 1944
- 44) 충주수리조합개량공사 시행인가의 건, 1942
- 45) 김해수리조합 개량공사 계획서, 1934
- 46) 대저수리조합 한해대책 및 추가개량공사 시행인가의 건, 1940
- 47) 제2밀양수리조합 사업설계서, 1931
- 48) 우수인용 및 하천부근에 따른 공작물 설치의 건 (팔달수리조합), 1933
- 49) 경산군 안심면 율하공려수리조합 계획서, 1937
- 50) 연기·공주군 장남수리조합 사업계획서, 1927
- 51) 세도수리조합 양수기 개량공사 시행인가의 건, 1942
- 52) 토지개량사업 인가보고의 건 (연동수리조합), 1940
- 53) 우수인용 및 공작물 설치의 건 (학산수리조합), 1934
- 54) 섬진강수리조합 미국생산증가시설 추가개량공사 시행인가의 건, 1944

여기서, 최대용수시기는 7~8월의 10일간 혹은 20일간, 유효우량은 0으로 하는 경우가 많았고, 수로손실률은 0.0~0.2이었다.

수리조합의 사업계획서에 나타난 연도별 순용수량과 조용수량의 변화는 Table 4와 같다. 조용수량은 조합별 차이가 있으나, 일반적으로 시간이 지나면서 증가하는 것으로 나타났다. 1920년대 초반에 0.0015 m<sup>3</sup>/s/ha이었으나, 1920년대 후반과 1930년대에는 0.0017 m<sup>3</sup>/s/ha, 1940년대에는 여러 곳에서 0.0020 m<sup>3</sup>/s/ha 이상의 값을 보였다. 조용수량이 증가한 것은 오랜 관개 경험에 의하여 이수안전도를 높은 계획기준년을 채택했기 때문으로 생각된다. 최대용수시기의 증발산량으로서 1920년대에는 과거 수년간의 평균값을 사용하였으나, 1930년 초반에는 제2밀양수리조합의 사례와 같이 약 10년 빈도 갈수년에 해당되는 값을 사용하기 시작했다. 1940년에 설립된 연동수리조합<sup>55)</sup>과 오산수리조합<sup>56)</sup>에서는 각각 약 20년, 약 10년 빈도의 갈수년을 대상으로 용수량을 산정하였다.

더욱이 1930년대 후반부터 본격화된 경지정리사업에서 용수지거에서의 단위용수량은 이양용수 3촌 (寸)<sup>57)</sup> (91 mm)을 3일간 안에 공급하는 것을 원칙으로 하여 0.125정초입방척 (0.0035 m<sup>3</sup>/s/ha)으로 크게 증가하였다.<sup>58)</sup> 경지정리가 시행된 1940년대 충주수리조합<sup>59)</sup> 양수장 지구에서의 조용수량은 0.092정초입방척 (0.0026 m<sup>3</sup>/s/ha)로 월류관개의 저수지 지구의 조용수량 0.053정초입방척 (0.0015 m<sup>3</sup>/s/ha)의 1.7배나 되었다. 이와 같이 경지정리사업에 의한 용배수 분리는 조용수량을 증가시킨 요인이 되었다.

### 6. 양수량 및 단위양수량

1920년대 후반 이후 양배수장의 양수량은 식 (3)과 같이 산정되었다.

$$[\text{양수량}] = [\text{단위용수량}(\text{조용수량})] \times [\text{관개면적}] \times 24 / [\text{양수기 계획운전시간}] + [\text{여유수량}] \quad (3)$$

농업생산기반정비사업 조사·설계 실무요령 (KRC, 2011a)에 의하면, 현재의 양수량은 단위용수량 (계획용수량)과 펌프 운전시간에 따라 결정되고 있어 일제시대의 양수량 결정 방법인 식 (3)과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 단 10년 빈도의 값을 확률빈도 처리에 의하여 정하고 단위용수량은 이양

- 55) 토지개량사업 소지구 관개개선 인가보고의 건 (연동수리조합), 1940
- 56) 오산수리조합 사업계획서, 1940
- 57) 1촌 (寸) = 0.1척 (尺) ≒ 30.3 mm
- 58) 토지개량 사업설계서 및 도면 송부의 건 (김해수리조합), 1937
- 59) 충주수리조합 토지개량사업 보조의 건 (경지정리공사), 1943

**Table 4** Change in irrigation water requirements at PIAs

Irrigation association	Irrigated area (ha)	Reference year	Net irrigation water requirement (m <sup>3</sup> /s/ha)	Loss rate	Gross irrigation water requirement	
					m <sup>3</sup> /s/ha	mm/d
Haman <sup>60)</sup>	963	1921	0.0012	0.20	0.0014	12
Bukmyeon <sup>61)</sup>	279	1921	0.0013	0.15	0.0015	13
Hanam <sup>62)</sup>	1,633	1922	0.0015	0.20	0.0018	16
Jangnam <sup>63)</sup>	434	1927	0.0015	0.15	0.0017	15
Gwangju	698	1927	0.0014	0.20	0.0017	15
Bian <sup>64)</sup>	80	1930	0.0017	0.20	0.0020	17
Miryang 2	446	1931	0.0016	0.15	0.0018	16
Paldal <sup>65)</sup>	50	1933	0.0015	0.10	0.0016	14
Gimhae <sup>66)</sup>	1,828	1934	N/A*	N/A*	0.0017	15
Geumcheon <sup>67)</sup>	189	1938	N/A*	N/A*	0.0012	10
Yeondong	188	1940	0.0017	0.15	0.0020	17
Osan	43	1940	0.0017	0.10	0.0019	16
Chungju	167**	1943	N/A*	N/A*	0.0026	22
Daejeo <sup>68)</sup>	1,547	1943	N/A*	N/A*	0.0035	30

\*Indicates not available.

\*\*Indicates the area of farmland consolidation.

**Table 5** Design and actual pump operation hours per day at PIAs

Irrigation association	Design pump operation hours per day (h)	Actual pump operation hours per day (h)
Sedo	16-17	N/A*
Yangsan	20	N/A*
Daejeo <sup>69)</sup>	20	12-14
Bian	18	N/A*
Bukmyeon	18	N/A*
Yeondong <sup>70)</sup>	18	N/A*
Geumcheon	16	N/A*
Bupyeong <sup>71)</sup>	14	N/A*

\*Indicates not available.

기의 이양용수량과 증발산량이 가장 많은 시기 (7, 8월)의 순별 소비수량을 비교하여 더 많은 쪽의 수량으로 정하고 있다. 일제시대의 단위용수량은 월류관개 지구에 대해서는 증발산

량이 가장 많은 시기의 소비수량으로 정했으나, 1930년대 후반부터 본격화된 경지정리사업 지구에 대해서는 이양용수량으로 정했다.

양수량 결정에 계획운전시간을 고려하기 시작한 것은 1920년대 후반부터로 1929년 설립된 양산(陽山),<sup>72)</sup> 세도<sup>73)</sup> 수리

60) 함안수리조합 창립인가신청첨부서, 1921

61) 경상남도 창원군 북면수리조합사업계획서, 1921

62) 하남수리조합 사업계획서, 1922

63) 연기·공주군 장남수리조합 사업계획서, 1927

64) 의성군 비안면 비안수리조합 설계서, 1930

65) 유수인용 및 하천부근지에 공작물 설치의 건 (팔달수리조합), 1933

66) 김해수리조합 개량공사 계획서, 1934

67) 나주군 금천면 사업계획서 (금천공려수리조합), 1938

68) 대저수리조합 경지정리공사 시행인가의 건, 1943

69) 경남 김해군 대저수리조합 재해복구공사 설계서, 1935

70) 토지개량사업 소지구 관개개선 인가보고의 건 (연동수리조합), 1940

71) 부평수리조합 미곡 생산 증강시설 토지개량사업 시행인가의 건, 1944

72) 충청북도 영동군 양산면 양산수리조합사업계획서, 1929

73) 세도수리조합 양수기 개량공사 시행인가의 건, 1942

**Table 6** Unit area pump capacity at PIAs in 1940 (modified from Japanese Government General of Korea, Agriculture and Forestry Bureau, 1942)

River	Irrigation association	Irrigated area (ha)	Pump capacity (m <sup>3</sup> /s)	Unit area pumping capacity		
				m <sup>3</sup> /s/ha	mm/d	
Hangang	Yangdong	593	1.11	0.0019	16	
	Yangcheon <sup>76)</sup>	524	0.81	0.0015	13	
	Bupyeong	3,645	7.45	0.0020	18	
	Icheon	53	0.11	0.0021	18	
	Gwangju	471	1.33	0.0028	24	
Nakdonggang	Gimhae <sup>77)</sup>	1,828*	3.03	0.0017	14	
	Daejeo <sup>78)</sup>	1,547	4.61	0.0030	26	
	Hadong <sup>79)</sup>	545	0.95	0.0017	15	
	Daesan	1,210	2.22	0.0018	16	
	Haman <sup>80)</sup>	788	1.61	0.0020	18	
	Bukmyeon <sup>81)</sup>	293	0.62	0.0021	18	
	Hanam	1,835	3.98	0.0022	19	
	Miryang2	446	0.86	0.0019	17	
	Bian	78	0.22	0.0028	25	
	Paldal	50	0.08	0.0017	15	
	Yulha <sup>82)</sup>	58	0.14	0.0024	21	
	Geumgang	Jangnam	434	0.75	0.0017	15
		Sedo	524	1.17	0.0022	19
Yangsan		94	0.19	0.0021	18	
Yeondong		188	0.53	0.0028	24	
Yeongsangang	Haksan <sup>83)</sup>	64	0.19	0.0030	26	
	Geumcheon	189	0.33	0.0018	16	
Seomjingang	Jeokseong	149	0.33	0.0022	19	
	Seomjingang	298	0.53	0.0018	16	
Taehwagang	Ulsan	498	1.06	0.0021	18	
Sapgyocheon	Osan	43	0.11	0.0026	23	
Average	-	-	-	0.0021	19	

\*Indicates area of paddy fields.

조합의 사업계획서에서 발견된다. 계획운전시간은 1930년대 비안,<sup>74)</sup> 북면<sup>75)</sup>의 수리조합에서 고려되었으나, 제2밀양수리조합에서는 고려되지 않았다. 그러나 1930년대에는 많은 조합에서 양수량 결정에 계획 운전시간을 고려하는 것이 정착되었다.

여러 조합에서의 양배수장 계획운전시간과 실적운전시간

은 Table 5와 같다. 당시 양배수장의 계획운전시간은 14~20시간이었는데, 2020년의 계획운전시간은 20시간을 원칙으로 하고 있다. 실적 운전시간은 12~14시간으로 계획운전시간의 60~70%이었는데, 이것은 양배수장의 운전시간을 최대한 감축함으로써 양배수장 운영비를 줄이려고 했기 때문으로 생각된다.

1930년대에는 용수부족을 경험하면서 계획기준년을 높인

74) 의성군 비안면 비안수리조합 설계서, 1930

75) 북면수리조합 개량공사 시행의 건, 1932

76) 조선농회보, 1925, 20 (11), p. 102

77) 김해수리조합 개량공사 계획서, 1934

78) 대저수리조합 한해대책 및 추가개량공사 시행인가의 건, 1940

79) 하동수리조합 개량공사 시행 인가의 건, 1935

80) 함안수리조합 미국 생산증강시설사업 시행인가의 건, 1944

81) 북면수리조합 개량공사 시행인가의 건, 1942

82) 경산군 안심면 율하공려수리조합 계획서, 1937

83) 유수인용 및 공작물 설치의 건 (학산수리조합), 1934

조용수량을 채택했고, 양배수장 계획운전시간이 고려되었으 며, 경지정리사업으로 조용수량이 증가하였는데, 이것이 양 수량을 증가시킨 요인이 되었다. 양수량의 증가로 1930년대 후반 이후 여러 수리조합에서의 관계상황은 비교적 양호한 것으로 나타났다.<sup>84) 85)</sup>

단위양수량은 양수량을 관개면적으로 나눈 값으로, 1940년 도 양배수장형 수리조합의 단위양수량은 Table 6과 같다. 단 위양수량은 0.0015~0.0030 m<sup>3</sup>/s/ha의 범위를 보였고, 평균값 은 0.0021 m<sup>3</sup>/s/ha로 나타났다.

2020년도 하동수리조합이 위치했던 월당양수장 지구 (475 ha)의 단위양수량 (0.0022 m<sup>3</sup>/s/ha)은 1940년의 단위양수량 (0.0017 m<sup>3</sup>/s/ha)보다 30% 증가한 것으로 나타났다. 현재 비해 작은 단위양수량으로도 당시의 관계 상황이 양호했던 것은 용수 부족시 조합에서 엄격한 간단(間斷)관개 (Nakamura, 1940)가 실시되었기 때문으로 생각된다.

## 7. 단위배수량

1920년대 중반에 부평, 양산(梁山), 하남의 수리조합에 용 배수겸용 양수기 및 배수기가 설치되어 기계배수가 실시되었 다. 1925년 홍수 시 다수의 양배수장형 수리조합에서 제방이 결괴하고 배수능력의 부족으로 침수 피해가 발생했다. 1920 년대 중반 양배수장의 배수량은 용수량의 1~1.5배로 작았는 데, 이는 양배수장의 설치비와 운영비를 고려하여 설계시 상 당량의 담수를 허용했기 때문이다. 1920년대 후반부터 배수 시설의 불완전성이 지적되어 펌프의 배수능력을 증강시키는 개량사업이 시행되었다<sup>86) 87)</sup>. 낙동강변 수리조합에서는 1933 년, 1934년의 홍수를 경험하면서 배수기준이 한층 강화되어 설계배수량이 증가하였다. 1935년 배수량은 대산, 하남, 제2 밀양수리조합에서 크게 증가하였다 (Japanese Government General of Korea, Agriculture and Forestry Bureau, 1937).

기계배수량이 작은 부평수리조합은 수해에 취약하였는데, 수해에 따른 조합비 감면율은 1925년 100%, 1926년 41%, 1930년 31%, 1940년 73% 등으로 나타났다 (Lee et al., 1992b). 함안수리조합<sup>88)</sup>에서는 1936, 1937, 1941년에도 수해를 입어 벼의 평균수량은 감소하였는데, 수해년의 단모당 평균 수량은 2.2섬<sup>89)</sup>으로 평년 혹은 한해년 (3.3섬)의 67%로 나타났다.

단위배수량은 시대와 조합에 따라 달리하였는데, 식 (4)와

같은 방법으로 산정되었다.

$$q = \frac{R \times f \times 1,000}{D \times 86,400} \quad (\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2) \quad (4)$$

여기서,  $q$ 는 단위배수량,  $R$ 은 설계강우량 (최대일우량 혹은 연속최대우량),  $f$ 는 유출계수 (0.8~1),  $D$ 는 배수일수를 의 미한다.

1930년대와 1940년대 각 수리조합에서의 설계강우량, 배 수일수 및 자연배수 단위배수량은 Table 7과 같다. 1937년 하 남수리조합<sup>90)</sup>에서는 1922년 계획된 자연배수 단위배수량을 그대로 사용하였는데, 이때 설계강우량 355.3 mm은 1905년 에서 1921년까지의 17년 중 2일 연속 최대우량이었다.

자연배수 단위배수량의 산정에 최대일우량의 전량 혹은 80%를 1일 배제하는 방식은 1930년대 초기에 제2밀양수리조 합에서 나타나기 시작하여 후기에는 경지정리사업 지구에, 1940년대에는 지구 전체에 적용되었다. 이러한 단위배수량법 은 2020년에도 농경지내 담수를 허용하는 논벼 단작의 경우 지선 및 지거배수로의 설계유량 산정 시 사용되고 있다 (KRC, 2011b).

당시 수리조합의 자연배수 단위배수량의 범위는 0.9~2.6 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>를 나타냈다. 특히 1930년대 후반부터 자연배수 단위 배수량은 2.0 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>를 넘었는데, 이는 같은 시기의 일본에서 의 표준적인 자연배수 단위배수량 0.3~0.4 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> (JSIDRE, 1979a)를 훨씬 능가하는 것이었다. 이는 일본보다 앞서 자연 배수 단위배수량의 추정에 최대일우량의 전량 혹은 80%를 1일 배제하는 방식이 정착되었기 때문으로 생각된다.

1940년대 각 수리조합에서의 설계강우량, 배수일수 및 기 계배수의 단위배수량은 Table 8과 같다. 기계배수는 자연배수 가 안되는 시기의 1일 강우량 혹은 수일 연속강우량을 3~4일 간에 배제하는 방식이었다. 북면수리조합에서 기계배수량은 배수문 폐쇄기간 동안 3일 연속최대우량의 2위에 해당되는 159 mm 중 지구내 40정보의 저위부에 평균 5촌 (152 mm)의 담수를 허용하고 나머지 수량을 3일간에 배제하는 것으로 계 획되었다.

당시 수리조합의 기계배수 단위배수량 범위는 0.3~1.1 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>를 보였는데, 이는 일본에서의 1930년대 후반 기계배 수 단위배수량 (0.3 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)보다 크고 1950~70년대의 단위 배수량 (0.7~1.0 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>) (JSIDRE, 1979b)과 비슷한 값에 해당된다. 특히, 양동, 양천, 제2밀양수리조합에서의 기계배 수 단위배수량은 약 1.0~1.1m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>로 다른 조합의 단위배 수량보다 훨씬 크게 나타났다. 1940년대 단위배수량이 낮은

84) 토지개량 사업설계서 및 도면 송부의 건 (김해수리조합), 1937  
 85) 토지개량 사업설계서 및 도면 송부의 건 (하남수리조합), 1937  
 86) 경남 함안군 함안수리조합 개선공사 계획서, 1929  
 87) 북면수리조합 개량공사계획 및 설계서, 1932  
 88) 함안수리조합 미곡 생산증강시설사업 시행인가의 건, 1944  
 89) 1섬 (石) = 144kg

90) 토지개량 사업설계서 및 도면 송부의 건 (하남수리조합), 1937

**Table 7** Unit area drainage discharge for natural drainage at PIAs in the 1930s and 1940s

Irrigation association	Drainage area (ha)	Reference year	Design rainfall (mm)	Runoff coefficient	Drainage time (day)	Unit area drainage discharge for natural drainage (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )
Hanam	1,862	1922	355.3	0.8	2	1.6
Miryang 2 <sup>91)</sup>	662	1931	176.0	0.8	1	1.6
Bukmyeon <sup>92)</sup>	354	1932	161.4	0.8	1	1.5
Daejeo	496	1934	306.3	0.8	3	0.9
Hadong <sup>93)</sup>	706	1935	365.4	1.0	3	1.4
Gimhae <sup>94)</sup>	234*	1937	212.8	0.8	1	2.0
Chungju <sup>95)</sup>	167*	1943	193.0	1.0	1	2.2
Haman <sup>96)</sup>	1,244	1944	278.0	0.8	1	2.6
Yangdong <sup>97)</sup>	1,529	1944	280.0	0.8	1	2.6

\*Indicates the area of farmland consolidation.

**Table 8** Unit area drainage discharges for pump at PIAs in the 1940s

Irrigation association	Drainage area (ha)	Design rainfall (mm)	Runoff coefficient	Drainage time (day)	Allowable ponding volume (m <sup>3</sup> )	Drainage discharge for pump (m <sup>3</sup> /s)	Unit area drainage discharge for pump (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )
Hanam	1,862	-	-	-	-	10.4*	0.56 (0.20**)
Miryang 2	662	-	-	-	-	7.3*	1.10
Bukmyeon	354	159.0	1.00	3	60,097	-	0.55
Yangcheon	765	-	-	-	-	8.0*	1.05
Bupyeong	4,086	-	-	-	-	11.2*	0.27
Haman	1,244	150.0	0.80	3	-	-	0.46
Yangdong	1,529	377.0	0.87	4	-	-	0.95 (0.37***)

\*Indicates the data adopted from Japanese Government General of Korea, Agriculture and Forestry Bureau, 1942.

\*\*Indicates the unit area drainage discharge in 1922.

\*\*\*Indicates the unit area drainage discharge prior to improvement work in 1944.

일부 수리조합은 여전히 내수침수에 취약함을 드러냈으나, 낙동강변에 위치한 다수의 양배수장형 수리조합은 배수기준을 강화함으로써 상습적인 수해에서 벗어날 수가 있었다 (Korean Union of Irrigation Associations, 1941).

2020년 기준으로 양배수장의 설계배수량은 20년 빈도 임의시간 48시간 강우량을 설계강우량으로 하여 발생한 시간별

홍수량에 대하여 침수분석을 하여 결정되고 있다 (KRC, 2011b). 2020년도 제2밀양수리조합이 위치했던 밀성 양배수장의 기계배수 단위배수량은 1.72 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>로 1940년대의 단위배수량 1.10 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> 보다 60% 증가한 것으로 나타났다.

- 91) 제2밀양수리조합 사업설계서 (경상남도 밀양군), 1931
- 92) 북면수리조합 개량공사 계획 및 설계서, 1932
- 93) 하동수리조합 개량공사 시행인가의 건, 1935
- 94) 토지개량 사업설계서 및 도면 송부의 건 (김해수리조합), 1937
- 95) 충주수리조합 토지개량사업 보조의 건, 1943
- 96) 함안수리조합 미곡생산 증강시설사업 시행인가의 건, 1944
- 97) 양동수리조합 미곡생산 증강시설 토지개량사업 시행인가의 건, 1944

#### IV. 결론

본 논문에서는 일제하 현 남한에 설립된 양배수장형 수리조합의 전체 상황을 파악하고 양수기술 및 단위용·배수량을 중심으로 수리 기술의 변천을 검토하였다.

다수의 양배수장형 수리조합이 5대강의 하천변에 설립되어 대하천 저평지에 대한 농지개발이 본격화되었으나, 홍수에 취약한 구조의 해결이 관건이었다. 1910년대에서 1920년대 초기에 설립된 대부분의 조합은 설립 목적에 관개배수뿐만 아니라 본래 토목행정이 담당해야 할 홍수예방(防水)을 포함하여 하천제방 설치비용을 부담하였고, 홍수 시 심각한 피해를 입었다. 하지만 1920년대 후기 이후 창설된 조합은 직할하천 하천개수사업에 의해 제방이 완성되어 있거나 홍수피해가 적을 곳을 대상으로 하여 홍수피해는 1920년대 초기까지 설립된 조합에 비하여 크지 않았다.

관개계획 계획기준년은 총독부 차원에서는 제시되어 있지 않았고, 시대별로 조합마다 달리 나타났다. 용수량 결정에서 1920년대까지는 과거 수년간의 최대용수시기 증발산량의 평균값을 사용하였으나, 1930년대 초반부터 과거 10년 중 최대갈수년(약 10년 빈도)의 최대용수시기 증발산량을 사용하여 이수안전도를 높이는 것이 나타났다. 전체지구에 대한 단위용수량(조용수량)은 1920년대 초반에는 0.0015 m<sup>3</sup>/s/ha이었으나, 1920년대 후반과 1930년대에는 0.0017 m<sup>3</sup>/s/ha, 1940년대에는 0.0020 m<sup>3</sup>/s/ha 이상으로 점점 증가하였다. 한해(旱害) 시 용수부족의 경험과 경지정리사업에 의한 용배수 분리는 단위용수량(조용수량)과 단위양수량의 증가를 촉진하는 요인이 되어, 1940년도 단위양수량의 평균값은 0.0021 m<sup>3</sup>/s/ha를 보였고, 다수의 수리조합에서 관개 상황은 비교적 양호한 것으로 나타났다.

배수기준의 핵심인 설계강우량과 배수일수는 시대별로 조합마다 달랐다. 1920년대에는 낮은 배수기준으로 홍수 시 침수피해를 입었고, 1930년대에는 수차례의 홍수를 경험하면서 강화된 배수기준으로 설계배수량이 함께 증가하였다. 1930년대 후반에는 자연배수량의 산정에 최대일우량을 1일 배제하는 방식이, 기계배수량 산정에 자연배수가 안되는 시기의 1일 강우량 혹은 수일 연속강우량을 3~4일간에 배제하는 방식이 정착하게 되었다. 이에 1940년대 단위배수량이 낮은 일부 수리조합은 여전히 내수침수에 취약함을 드러냈으나, 대하천변에 위치한 다수의 조합은 상습적인 홍수 범람에서 벗어날 수 있었다.

#### REFERENCES

1. Japanese Government General of Korea, 1931. 1928 Booklet of Direct Control River Work in Korea 1: 6-44 (in Japanese).
2. Japanese Government General of Korea, 1932. 1929 Booklet of Direct Control River Work in Korea 2: 49-50 (In Japanese).
3. Japanese Government General of Korea, 1936. Floods in Southern Korea: 31-32 (in Japanese).
4. Japanese Government General of Korea, Agriculture and Forestry Bureau, 1937. 1935 Booklet of Irrigation and Drainage in Korea: 30-33 (in Japanese).
5. Japanese Government General of Korea, Agriculture and Forestry Bureau, 1942. 1940 Booklet of Irrigation and Drainage in Korea: 34-57 (in Japanese).
6. Japanese Government General of Korea, Land Improvement Bureau, 1929a. Irrigation Association in Korea (in Japanese).
7. Japanese Government General of Korea, Land Improvement Bureau, 1929b. 1927 Booklet of Irrigation and Drainage in Korea: 22-32 (in Japanese).
8. Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering (JSIDRE), 1979a. History of Irrigation and Drainage in Japan: 296 (in Japanese).
9. Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering (JSIDRE), 1979b. History of Irrigation and Drainage in Japan: 865 (in Japanese).
10. Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering (JSIDRE), 1979c. History of Irrigation and Drainage in Japan: 959-960 (in Japanese).
11. Kawai, K., 1986. Rice Production Project in Korea under Japanese Colonial Rule, Tokyo: Miraisha (in Japanese).
12. Kim, J. S., 2009. Irrigation history in Korea during Japanese colonial period - Irrigation and drainage technology -, Journal of Korean Irrigation and Drainage 16(2): 43-50 (in Korean).
13. Korea Rural Community Corporation (KRC), 2011a. A Practical Guide to Survey and Design for Agricultural Water: 311 (in Korean).
14. Korea Rural Community Corporation (KRC), 2011b. A Practical Guide to Survey and Design for Drainage Improvement: 100-146 (in Korean).
15. Korean Union of Irrigation Association, 1941. Farmland Improvement 7: 3-4 (in Japanese).

16. Lee, A. S., 1985. Establishment and management of Korean irrigation association during Japanese colonial period, *Korean Historical Studies* 50-51: 319-362 (in Korean).
17. Lee, Y. H., S. W. Jang, H. Miyajima, and T. Matsumoto, 1992a. *The Study on Irrigation Associations in Korea under Japanese Colonial Rule*, Seoul: Iljogak (in Korean).
18. Lee, Y. H., S. W. Jang, H. Miyajima, and T. Matsumoto, 1992b. *The Study on Irrigation Associations in Korea under Japanese Colonial Rule: 205-228*, Seoul: Iljogak (in Korean).
19. Maki, T., 1959. Paddy irrigation, *Journal of the Agricultural Engineering Society, Japan* 27(5): 59-63 (in Japanese).
20. Matsumoto, T., 1991, *Irrigation Association Projects in Korea under Japanese Colonial Rule*, Tokyo: Miraisha (in Japanese).
21. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), and Korea Rural Community Corporation (KRC), 2019. *2019 Statistical Yearbook of Land and Water Development for Agriculture* (in Korean).
22. Mori, S., 1959. Pump, *Journal of the Agricultural Engineering Society, Japan* 27(5): 331-335 (in Japanese).
23. Nakamura, S., 1940. Farmland consolidation projects in Korea, *Journal of the Agricultural Engineering Society, Japan* 12(1): 10-21 (in Japanese).
24. Son, K. H., 2017. The establishment and management of Youngil Irrigation Association during Japanese colonial era, *History and the Boundaries* 102: 147-182 (in Korean).