

일제수리사 (Ⅳ) - 수리기술 -

Irrigation History in Korea During the Japanese Colonial Period - Irrigation and Drainage Technology -

김진수*
Kim, Jin-Soo

1. 머리말

1920년대에는 토지개량을 주축으로 하여 쌀의 생산량을 높이려는 조선산미증식계획이 실시되었다. 이 때 일본에서는 제국대학이나 고등농림학교에 농업토목 관련 학과나 강좌가 개설되어 본격적으로 농업토목 기술자를 배출하기 시작하고, 농업토목학회가 설립되어 농업토목 기술이 확립되고 발전하는 시기였다. 조선 총독부는 메이지(明治) 유신 이후 일본에서 시험해 보았거나, 또는 아직 시험되지 않았어도 효율적이라고 생각되는 제도 및 기술을 식민지에 적용하려고 하였다(박섭, 1997). 농업토목 분야에서는 식민지 지주제 하에서 대규모 수리조합을 중심으로 대규모 관개시스템이 도입되었고, 여기에는 대규모 저수지의 축조, 간척, 대규모 경지정리 등 당시로서는 최신의 근대적 수리기술이 적용되었다. 본고에서는 일제하 수리기술의 변천을 저수지, 배수, 경지정리, 암거배수, 간척 등을 중심으로 살펴보고자 한다.

2. 저수지

가. 계획기준년 및 계획우량

일제 초기에는 계획기준년으로서 약 5년 빈도의 가뭄의 해를 채택하였고, 오늘날과 같이 10년 빈도의 가뭄의 해를 채택한 것은 1930년대 이후부터 이었다. 계획우량에 대해서는 1910~20년대에는 수년간의 평균우량을 채택하였으나(井村, 1920), 1930~40년대에는 10년간의 최소우량을 채택하였다(牧, 1943). 1920년대 초기 대아저수지의 설계 시에는 6년간(1913~18년) 중 강우가 많았던 1916년을 제외한 5년간의 평균우량이 채택되었다(전북농지개량조합, 1978).

나. 저수지 용량 결정

1) 연속 무강우 일수를 고려함

무강우 1일 최대필요수심을 10~15mm으로 간주하여, 연속 무강우일수를 20~30일 정도로 하여 결정하였다. 무강우 일수를 과거 10년간의 최대일수를 표준으로 하여(牧 1943), 1일 필요수심에 무강우일수와 관개면적을 곱한 값에

* 충북대학교 지역건설공학과 교수 (jskim@cbnu.ac.kr)

충분한 여유(저수 중의 손실, 도수 중의 손실)를 고려한 수량을 저수지의 용적으로 결정하였다. 전북 대아저수지의 저수용량은 20일간의 무강우에 견딜 수 있도록 설계되었다(전북농지개발조합, 1978). 저수지 용적은 연속 무강우 기간의 용수량에 저수지 및 도수로 내에서의 손실량을 더했고, 여기에 토사 등의 침전 등에 대하여 10%의 여유를 두었다.

2) 유입수량과 소비수량의 누계곡선을 이용함

10일 간격으로 유역으로부터의 유입수량의 누가곡선과 소비수량의 누가곡선을 비교하여 그 차이가 가장 큰 부분을 선정하여 여기에 손실수량 및 10%의 여유분을 더하여 저수지 용적을 결정하였다(그림 1). OX를 10일 간격으로 구분하고, OY를 수량으로 하여 OA에 비관개기 말에 저수지에 유입된 저수량을 표시한다.

저수중의 손실수량은 주로 증발과 침투로 보통 저수량의 6~10%로 간주하였다. 저수지 용적은 용수 보급의 경우에는 10a당 120~450 m³(120~450mm)를, 개간의 수원인 경우에는 10a당 900m³(900mm)를 채택하였다(牧, 1943).

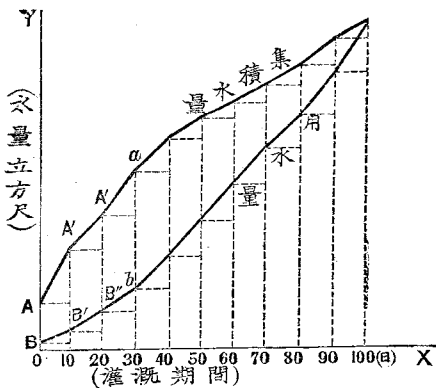


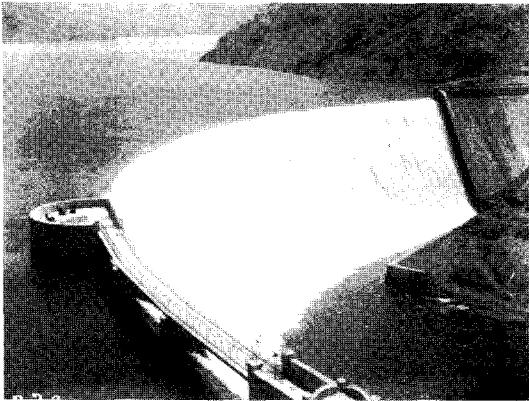
그림 1. 유입수량과 소비수량의 누계곡선에 의한 저수량 산정(井村, 1920)

다. 여수로 월류량

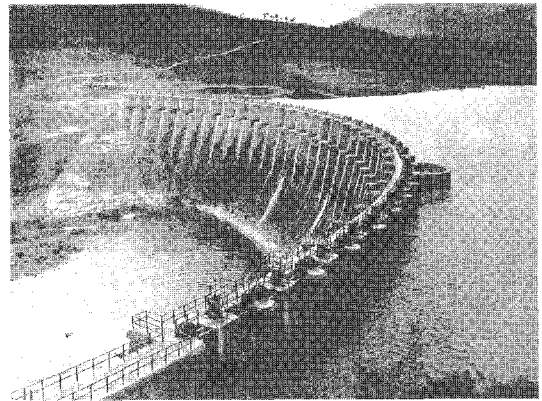
여수로의 단면 크기는 유역 최대일우량의 80% 혹은 전량을 8~12시간에 배제할 수 있도록 채택하였다. 안전을 위해서 최대시우량의 90% 혹은 전량을 1시간에 배제할 수 단면을 채택하였고, 1시간 기록이 없는 경우에는 최대 4시간우량의 90% 이상을 2시간에 배제할 수 있는 단면을 채택하였다. 이때 최대 4시간우량은 최대시우량의 1.5~2배로 간주하였다. 경천저수지의 경우, 최대유입량의 90% 이상을 배제하는 것으로 하여, 최대월류량은 644m³/s으로 채택했다.

라. 대규모 저수지의 설계 및 축조 기술

저수용량이 2천만m³ 이상인 대규모 농업용 저수지로는 익옥수리조합(전북)의 대아저수지, 대정수리조합(평북)의 대하저수지, 동진수리조합(전북)의 운암저수지, 황해수리조합(황해)의 구암저수지 등이 있었다. 이러한 대규모 저수용량을 갖는 저수지는 당시 일본에서는 찾아보기 어려웠다. 대아저수지는 1922년 선진적 기술진에 의해 건설된 조석(粗石) 혼입 콘크리트 아치댐이었다(그림 2a). 이것은 저수용량이 2,020만m³으로 미국인 Peterson과 일본 농업토목의 창시자라고 불리는 도쿄(東京)제국대학 우에노(上野英三郎) 교수의 자문 하에 건설되었다. 대하저수지는 1923년 완공된 콘크리트댐으로 처음에는 저수용량이 2,360만m³이었으나, 1930년 제체에 테인터게이트(tainter gate)를 설치하여 저수용량을 3,360만m³으로 증강시켰다(그림 2b). 운암저수지(6,940만m³)는 콘크리트댐으로 일본 토목계의 거두인 곤도(近藤仙太郎)가 설계하였으며 1928년 완공되었다. 구암



(a) 대아 저수지(전북)



(b) 대하 저수지(평북)

그림 2. 1920년대 건설된 대규모 농업용 저수지

저수지(9,040만 m^3)는 필담으로 조선토지개발주식회사가 설계하였으며 1934년 완공되었다.

3. 배수

가. 개거배수

이상적 배수법으로서는 평균 최대일우량을 1일 중으로 배제하는 것이었으나, 일배제 기준으로는 계획배수량이 과대하게 되므로 보통 논에서는 출수기 이전에는 3~5일간에 걸쳐 배제하였다.

$$Q = \frac{R \times 1,000}{(3 \text{ 혹은 } 5) \times 86,400} \quad (m^3/s/km^2)$$

여기서 R 은 평균최대일우량(mm)으로 10년 혹은 20년간의 최대일우량을 조사하여 그 최대와 최소의 값을 제외한 나머지의 평균값.

그러나, 출수기 전후는 수도작에 있어서 가장 중요한 시기이므로 반일 혹은 1일간에 배제토록 하는 계획을 세웠다.

비교적 건조한 토지에서 여름철 지하수를 배제하는 경우에는 일최대우량의 40%를 7일간에 배제하는 것으로 하였다.

$$Q = \frac{R \times 0.4 \times 1,000}{7 \times 86,400} \quad (m^3/s/km^2)$$

개거배수의 경우는 강우에서 논둑에서 저류할 수 있는 수량을 빼어 최대일우량을 3~5일간에 배제하는 것으로 하였다.

$$Q = \frac{(R-T+t) \times 10}{D \times 86,400} \quad (m^3/s/km^2)$$

여기서 R 은 평년최대일우량, T 는 논둑에 의해 저류할 수 있는 담수깊이(mm), t 는 평상시 관개수의 수심(mm), D 는 담수일수이다.

1930년대 후반 경지정리된 논에서의 단위배수량은 0.75~2.75 $m^3/s/km^2$ 으로서 이는 최대일우량 혹은 제2 최대일우량의 전량 혹은 80%를 1~3일에 배제토록한것이다. 이는 당시 일본에서의 지표단위배수량 0.3~0.4 $m^3/s/km^2$ 보다 훨씬 큰 값에 해당된다.

나. 기계배수

기계배수량은 평년 최대일우량을 7일간에 배수하는 방식을 채택한 적도 있으나, 이 방식은 양수기의 설치비가 과다하게 되므로 이익이 없다고 판단하였다. 따라서 기계배수의 배수량은 월최대우량(R)에서 월 최소증발량(E)의 1/2을 뺀 값을 2주간 배제하는 방식을 채택했다(兼松, 1929).

$$Q = \frac{(R-0.5E) \times 1,000}{14 \times 86,400} \quad (m^3/s/km^2)$$

1930년대 이후로는 기계배수의 배수량은 배수일수가 단축되어 다음과 같은 방식으로 산정되었다(牧, 1943).

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

여기서 R 은 최대일우량 혹은 연속최대우량, D 는 배수일수로 3일 내외(千種, 1937), 일우량의 경우에는 2~3일, 연속우량인 경우에는 4~7일을 채택했다(牧, 1943). 일반적으로 배수개량 사업지에서는 0.2~0.8 $m^3/s/km^2$ 의 단위배수량 값을 보였다.

4. 경지정리

가. 개요

경지정리의 목적은 수로조직의 정비에 따라 용수의 배분 및 과잉수의 배제를 원활히 하고, 지저 용배수로를 완비하여 이모작을 용이하게 하고 녹비를 재배하여 토성을 개선하는 것이었다. 또한, 월류관개에 따른 비료유실을 방지하고 시비효과를 높이려고 하였다.

1927년 조선토지개량령의 공포에 따라 경지정리도 토지개량사업으로 인정되어 보조를 받게 되었다. 전북에서 농사개량에 관심이 있는 수리조합구역 내의 농장들을 중심으로 계획이 추진되어 1933년까지 경지정리가 끝난 논 면적은 3,600정보가 되었다. 1926년 익옥수리조합은 목천토지개량계를 조직하여 400정보의 경지정리를 실시하였다. 1930년 팔목(八木)농장은 5단보의 정사각형 구획으로, 1933년 옥구군 옥산면의 웅본(熊本)농장은 4단보의 직사각형, 도곡(鳴谷)농장은 3단보, 불이흥업주식회사는 5단보, 동진수리조합은 40a, 임익수리조합은 4단보의 구획으로 경지정리를 실시했다(申村, 1940).

경지정리의 설계 및 완료사무는 도농회(道農會)가 수행하였는데, 1938년 5월에 조선토지개량협회가 설립되어 이를 인계하였다. 증미계획기인 1942~44년에는 영광, 삼교천, 고부, 황해, 영남, 동진수리조합 등 여러 수리조합 구역 내에서 경지정리사업이 실시되었다.

나. 사업 조성방법 및 효과

1937년부터 매년 1,500정보씩 20년간 3만 정보를 시행하며, 우선 수리조합구역내에서 실시하였다. 단보 당 공사비는 15원으로 간주하고, 20%를 보조하였다. 수량의 증가는 대략 단보 당 벼 5두(78kg) 정도가 될 것으로 예상되었다. 경기도 부평수리조합지구 24지구의 경지정리사업계획서에 의한 시행 후의 수량은 시행 전에 비하여 벼 4두 8승(74kg)의 증수를 보였다. 수원에 위치한 총독부 농사시험장의 조사에 의하면, 경지정리에 따른 단보당 소요노력비는 공사 전 11원에서 공사 후 9원 1전으로 되어 9%(1원 9전)가 절약되었다. 단보 당 소요 비료

값은 공사 전 7월 59전에서 공사 후 6월 60전 이 되어 15%(99전)가 절약되었다.

다. 구획의 형상과 크기

구획의 형상은 직사각형을 채택하였다. 익옥 수리조합 불이흥업주식회사의 농장은 1구획의 크기가 5단보로 장변 75간(136.5m), 단변 20간(36.4m)으로 되어 있었다. 4단보의 구획은 장변 60간(108.2m), 단변 20간(36.4m), 2단보의 구획은 장변 40간(72.8m), 단변 15간(27.3m)으로 하는 것을 원칙으로 하였다. 4단보 중 예외적으로 전북 이엽사(二葉社) 농장은 장변 120간(218.4m), 단변 10간(18.2m)의 좁고 긴 형상이었는데, 벼의 수확과 건조 시에 편리하였다. 경사가 급한 곳은 3단보 혹은 2단보의 구획을 채택하였다.

4~5단보의 구획은 당시 일본에서 시행되었던 대표적인 구획인 1단보(장변 30간, 단변 10간), 혹은 10a(50m × 20m)보다 훨씬 큰 것으로, 도쿄제국대학의 우에노(上野英三郎) 교수가 주창한 평탄지 5단보의 구획을 구현화한 것이었다.

용배수로의 간지선은 기존의 것을 이용하고 지저는 용배수 분리 혹은 용배수 겸용으로 간지선 수로에 직각으로 설치하였다.

라. 단위용수량

식부용수(이양용수)로서는 3촌(91mm)을 3일 간에 공급하며, 일반적으로 단위용수량은 0.125 정초입방척($0.35\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)을 채택하였는데, 이는 일본에서의 단위용수량 $0.2\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 보다 큰 값에 해당된다.

5. 암거배수

암거배수는 지하수위를 저하시켜 배수를 배제함으로써 추락(秋落) 현상을 방지하고 토양의 이화학적 성질을 개량시켜 농작물의 증수를 목적으로 실시되었다.

암거배수는 1934년부터 전북 익옥수리조합 몽리지역 내의 간척지 불이흥업주식회사 옥구 농장에서 시험적으로 실시되었다. 5단보(약 50a)의

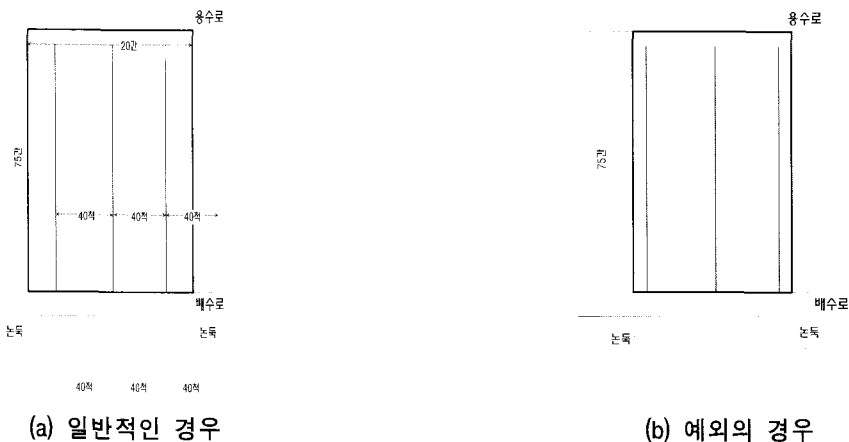


그림 3. 5단보 구획에서의 암거의 배치

구획에 3개의 흡수거를 집수거에 대하여 직각으로 설치하였다(中村, 1939). 만경강 및 동진강 연안의 대농장은 경쟁적으로 암거배수를 경지 정리사업과 함께 실시하였다. 1938년 동진수리조합 내에서 1400정보의 간척답을 가진 동진농업주식회사에서도 염해를 입은 농지의 단보당 수량이 벼 1석 2두(186kg)이었는데, 암거배수 공사 후에는 3석(465kg)으로 2.5배 증가하였다.

1937년도부터 조선총독부 농사시험장 남선지장(전북 익산)에서는 불이흥업주식회사의 위탁을 받아 암거배수의 시험을 개시하였고, 1939년부터는 더욱 규모를 확대하여 공사시행지구에 적당한 경종법에 대하여 시험을 계획하였으며, 김제 간척출장소에서는 암거배수와 제염과의 관계를 연구하였다.

불이흥업주식회사 옥구농장의 1구획 당의 크기는 장변 75간(136.5m) 단변 20간(36.4m)의 5단보로서 장변에 평행하게 3개의 흡수거를 매설하였다(그림 3). 필지의 중앙에 흡수거 1개를, 좌우 40척(12.1m)에 각각 흡수거를 설치하였다. 단 좌우에 높은 논이 있는 경우에는 고지의 정도와 염분 농도를 참작하여 흡수거의 설치 위치를 높은 논이 있는 쪽으로 이동시켰다.

암거배수의 재료로는 자갈, 대나무, 솔잎, 통나무 등으로 그 지역에 가장 적합한 재료를 선택하였다. 공사비는 사용하는 재료나 공법에 따라 다르지만, 1940년대 당시 개략 단보당 30~50원 정도이었다.

표 1. 방조제 평균값

총면적	실경지 면적	비율	평균제고	10a당 길이	10a당 공사비
1,242ha	894ha	0.72	4.25m	0.60m	53.50원

표 2. 배수갑문의 평균값

실경지면적	집수면적 평균	배수문 평균 단면적	유역 (100ha당)	단면 1m ² 당 공사비	실경지면적 10a당 공사비
894ha	5,246ha	40m ²	0.77m ²	95.40원	4.70원

6. 간척

가. 개요

일제 하 당시 조선의 간척지는 육지부로 깊게 만입(灣入)하는 경우가 많아 방조제가 상대적으로 짧은 장점을 갖고 있었다. 일본에서는 실경지면적 10a당 방조제 길이가 1.8~2.7m인데 반하여 조선에서는 1.8m 이하이었다(井浦, 1930; 牧, 1941). 조선에서의 간척사업은 대면적을 1지구로 체절한 곳이 많고, 가장 큰 곳은 5000정보에 달해 영농 상 편리하였다. 1927년 현재 1지구 200 ha 이상의 것은 20지구로 합계 17,833 ha이었으며, 1지구 평균 실경지면적은 894 ha로 방조제 및 배수갑문의 평균값은 각각 표 1, 표 2와 같다.

저수지 집수면적은 지구 내 실 경지면적의 4배가 되고, 지구 내 총경지면적의 3배에 달했다. 배수갑문을 포함한 방조제 공사비는 지구 총사업비의 45%를 차지하였다. 공사비는 일본에 비하여 저렴하고, 최종체절은 용이하나, 강우량이 적어 공사 완료 후 제염에 다량의 용수가 필요하므로 개답 후 숙답하는 데에 오랜 시간이 걸리는 단점을 갖고 있었다. 1939년 현재 간척답의 면적은 약 3만 4천 ha에 달했다.

나. 제염법

간척사업에서 가장 문제가 되었던 것은 제염

작업이었다. 간석지에서는 염분이 0.2% 이상이면 벼의 생육이 불가능하였는데, 당시에는 확실한 제염법이 없었다. 제염은 용수를 유입하여 염분을 낮추는 것으로 1927년부터 일반적으로 다음 4가지 제염 방법이 사용되었다(李圭洙, 1995).

- ① 담수법: 단지 경지면 위에 물을 담수시켜 상당 기간 두어 토양 속의 염분을 용해시킨 후 배수하는 방법.
- ② 우경법: 경지에 물을 담수시켜 우경(牛耕)하여 상당 기간 후에 배수하는 방법.
- ③ 중경기 교반법: 경지에 물을 담수시켜 중경기(中耕機)를 소가 끌게 하여 교반(攪拌)시켜 배수하는 방법.
- ④ 명거(明渠)법: 깊이 1척(30cm) 정도의 배수로를 일정한 간격으로 파서 논바닥에 용수를 부어 토양 중의 염분을 용해시킨 후, 수일 후 그 배수로를 일시적으로 배수로로 배제한 후, 담수를 공급하는 것을 반복하는 방법.

이 중 제염의 성적과 경비는 담수법이 가장 우수하였는데, 이 방법은 이양기에 실시할 필요가

있었다. 제염 방법은 처음에는 담수법을 사용했지만 제염의 성적이 불량하여 1935년도부터는 새로운 방법인 암거배수 시설을 설치하여 제염 작업을 하였다. 토관 등의 재료로 만들어진 암거를 설치하고 저수지부터 용수를 흘려 제염 성과를 높일 수 있게 되었다.

7. 기타

이 외의 일제시대의 대표적 수리기술로는 함경남도 성천강에 설치된 취입보가 있다(그림 4). 취입보에는 고정보 위에 13개의 스톤니(Stoney) 게이트를 설치하여 급경사 하천에서 홍수시 발생된 다량의 토사가 취입구로 유입하는 것을 방지할 수 있었다. 만경강 지류인 탐천 하류에 설치된 입석갑문 그림 5은 상류지역의 잉여수를 이용하여 만경강 저평지에 관개하고, 조류의 역류를 방지하고, 홍수를 배제할 목적으로 설치되었는데, 현재의 하구둑의 원조에 해당된다. 북하천 유역의 집수암거는 여름철 지표수는 적고 복류수로 흐르는 경우가 많은 하천 유역에 도입된 용수원 개발이었다. 또한, 배수,

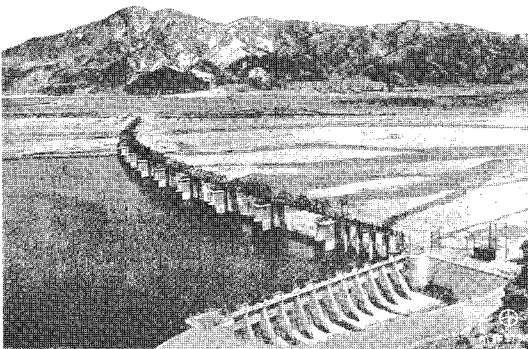


그림 4. 함흥수리조합의 취입보

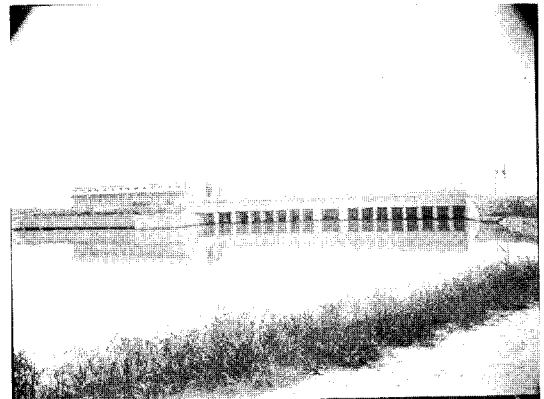


그림 5. 익옥수리조합의 입석갑문

누수방지 및 토양개량을 목적으로 객토법(客土法) 등이 실시되었다.

8. 맺음말

일제시대에 도입된 근대적 수리기술은 해방 후 일부는 존속되었고, 일부는 단절되었다. 한 동안 단절된 기술은 대규모 댐의 설계기술, 암거배수, 대구획 경지정리 등이었다. 이는 총독부의 기술 관료와 고급 농업토목 기술자는 대부분 일본인으로 당시 조선에서의 농업토목 인력 양성이 활발하게 이루어지지 않아 조선인 고급 기술인력이 적었기 때문이었다. 농업토목의 고등교육으로는 1926년 수원고등농업학교에 창설된 농학과 토지개량전공이 유일한 것이었으며, 1943년 전시체제 하에서 농업토목과가 창설되었을 뿐이었다.

해방 후 일제잔재 청산의 분위기 속에서 아무도 일제의 근대적 수리기술에 관심을 기울려고 하지 않았다. 동아시아 최초의 대규모 아치댐으로서 학술적, 문화재적 가치가 높은 대아댐의 수몰은 수리기술의 단절이 초래한 대표적인 사례이다. 1930년대에 실시되었던 40~50a의 대구획 경지정리가 1990년대 이후에 새롭게 등장한 것은 수리사의 아이러니를 보여준다.

참고문헌

1. 박섭, 1997, 조선근대의 농업변동, 일조각, p.157.
2. 전북농지개발조합, 1978, 전북농조70년사.
3. 李圭洙, 1995, 植民地朝鮮における集團農業移民の展開過程, 不二農村を中心に, 朝鮮史研究會論文集, pp.203~227.
4. 井村實, 1920, 農業土木工學, 裳華房.
5. 兼松義隆, 1929, 農業水利學, 成美堂.
6. 牧隆泰, 1941, 農業水利造工學, 丸善株式會社.
7. 牧隆泰, 1943, 農業工學, 丸善株式會社.
8. 千種虎正, 1937, 農業土木下卷, 明文堂.
9. 井浦彌三, 1930, 朝鮮の干拓に就いて, 農業土木研究, 2(2), p.218.
10. 中村總七郎, 1939, 朝鮮における暗渠排水事業と其の試總に就て, 農業土木研究 11(4), pp.1~13.
11. 中村總七郎, 1940, 朝鮮の耕地整理事業, 農業土木研究, 12(1), pp.10~21.