

P. V. C管을 利用한 低濕畝의 二毛作에 關한 研究

A Study on the Underdrainage of wet paddy fields by using P. V. C Pipe

周 載 洪* · 黃 · 龍 鎮** · 이 유 근***
Jea Hong Joo. Young Gin Whang. Yoo Keon Lee

Summary

The study on the drainage has been performed for long time in Korea. The 4th attempt of study on under-drainage by use of P. V. C suction pipe were made in 1971.

Drainage method, soil temperature, growth of crop and yield were observed and compared with the 3 drained Plots and at the 3 undrained ones.

Obtained results were as follows:

1. The soil temperatures in the drained plots were 1.8°C higher than that in the undrained ones during the irrigation period.
2. 20% of increased yield were resulted from practicing of P. V. C suction pipe drainage.
3. The annual net income per 1ha of paddy rice field with P. V. C suction pipe drainage was 82,900 won.

I. 서 론

식량의 부족은 인구의 증가에 따라 격심해 왔다. 우리나라는 이 식량 부족을 충당하기 위하여 외미를 도입하는데 막대한 외화를 지출하고 있으며 특히 1972년도에는 2억 5천만불 1973년도에는 4억 5천만불을 소비하고 있음에 비추어 식량의 자급자족은 기필코 해결 되어야 할 민족지상의 과제이다. 우리나라의 논면적 130만ha중 1모작 면적은 50만ha이고 또한 이중에서 저습담으로 추정되는 면적은 25만ha이

* 晋州農專

** "

*** "

다. 특히 영호남지방의 1모작 면적은 대부분이 기후적 조건에서 보다 지하수위가 높고 배수불량으로 인하여 수도의 감수 및 맥류재배의 불가능 등이 문제가 되어있다. 본 시험은 이 저습지에 대한 수도의 증수와 담리작을 해결해서 토지 이용도를 높이는 데 그 목적이 있다. 그 방법으로는 암거배수를 하되 그 재료로 토관이나 사력 같은것을 사용하지 않고 어느 현장에서나 사용이 편리하고 재료 구득이 용이하고 경제적인 P. V. C 흡수관을 지중에다 매설하여 수도의 증수 및 담리작의 가능 여부를 확인하고자 한 것이다.

II. 시험재료 및 방법

1. 장소 : 진주시 이현동 답231
2. 지역 : 수리 안전담으로 제단식으로 된 저습담이며 담리작이 불가능한 지대임.

3. 투수계수

표토는 점토이며 심토는 식토이다.

Auger-Hole법으로 시험담내에서 18개소에서 측정 한 투수계수는 $K=7.3\sim 13.4\times 10^{-6}\text{m/s}$ 이었다. 따라서 평균값으로 $K=3.2\times 10^{-6}\text{m/s}=0.276\text{m/day}$ 를 취하였다.

4. 배수량의 결정

진주지방의 최근 10년간의 최대 일우량 280mm에서 20mm의 여유를 붙여 300mm를 취하고 그 $\frac{1}{3}$ 을 7일간에 배수토록 하면, $q=300\times 10,000\times 1/1,000\times 86,400\times 7=0.00165\text{m}^3/\text{sec/ha}$ (1.65l/sec/ha) 유역으로 부터의 유입량을 고려하면(50% 증가) ha당 배수량은 2,475l/sec로 된다.

$Q=q\times 1.5=2,475\text{l/s/ha}=2,475\times 10^{-4}\text{l/s/m}^2$ 시험포장 면적 2,640m²중 배수구 면적 : 1,320m², 무배

수구 면적 : 1,320m²로 구분하고 배수구 전체의 배수량을 계산하면, $\Sigma Q = 2,475 \times 10^{-4} \times 1,320 = 0.3267l/sec$ 한편 Kutter의 간단식을 적용하여 배수량을 계산하면 배수량 $Q = 0.32l/sec$ 가 되어 시험구(배수구) 전체의 배수량과 근사값이 된다.

Kutter의 유속공식

$$v = C \sqrt{RI} \text{에서}$$

$$C = \frac{87}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}} \quad v = \frac{87}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}} \sqrt{R} \cdot \sqrt{I}$$

조도계수 $m = 0.3$ 경심 $R = \frac{d}{4}$ 경사도 $I = \frac{h}{100}$ 을 대입하면

$$\begin{aligned} v &= \frac{87}{1 + \frac{0.3}{\frac{\sqrt{d}}{2}}} \cdot \frac{\sqrt{d}}{2} \cdot \frac{\sqrt{h}}{10} \\ &= \frac{87}{1 + \frac{0.3 \times 2}{\sqrt{d}}} \cdot \frac{\sqrt{d}}{2} \cdot \frac{\sqrt{h}}{10} \\ &= \frac{87}{\frac{\sqrt{d} + 0.6}{\sqrt{d}}} \cdot \frac{\sqrt{d}}{2} \cdot \frac{\sqrt{h}}{10} \\ &= \frac{87 \cdot \sqrt{d} \cdot \sqrt{d}}{0.6 + \sqrt{d}} \cdot \frac{\sqrt{h}}{20} \\ &= \frac{4.35d \cdot \sqrt{h}}{0.6 + \sqrt{d}} = \frac{5d}{0.6 + \sqrt{d}} \sqrt{h} \\ v &= \frac{5d}{0.6 + \sqrt{d}} \sqrt{h} \text{에서 } d = 45mm \text{ (사용한 P.} \end{aligned}$$

V. C 흡수관의 내경)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = 15,896 \times 10^{-4} m^2$$

$$Q = AV = \frac{3,927d^3}{0.6 + \sqrt{d}} \sqrt{h}$$

$$v = 0.195m/sec$$

$$\therefore Q = 15,896 \times 10^{-4} \times 0.195 = 0.32l/sec$$

5. 흡수관의 길이와 간격

흡수관의 길이는 1.0m로하고 간격은 Toksoz 및 Kirkham의 곡선을 이용하여 다음과 같이 결정하였다.

$$H = 0.5, h = 4m$$

$$K = 3.2 \times 10^{-6} m/s = 0.276m/day$$

$$K/R = \frac{0.276}{0.01125} = 24.5$$

$$\frac{H}{h} \left[\frac{K}{R} - 1 \right] = \frac{0.5}{4} \left[\frac{0.276}{0.01125} - 1 \right] = 2.7$$

Toksoz 및 Kirkham 곡선에서 $\frac{h}{2r}$ 는 $\frac{4}{2 \times 0.045}$ 로 취해야 할 것이나 흡수관 주위에 모래를 덮었기 때문에 그 지름을 100mm로 보아 $\frac{h}{2r} = \frac{4}{0.1} = 40$ 을

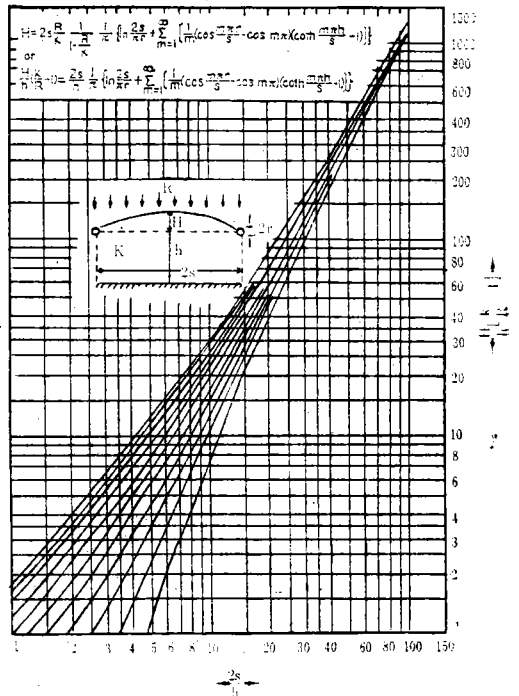
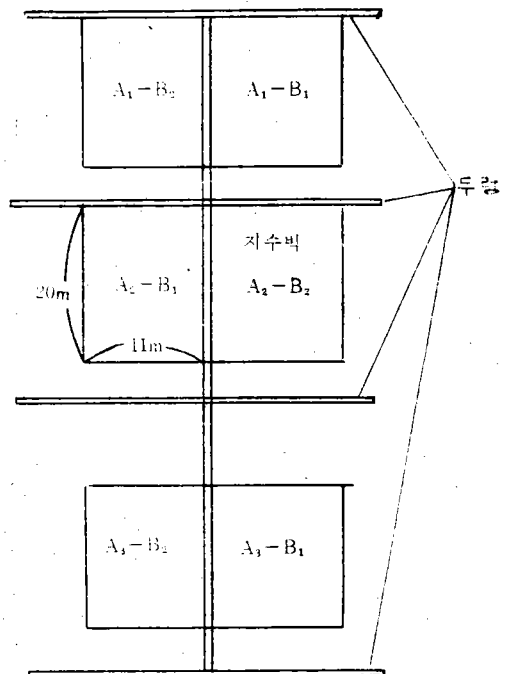


그림 1. TOKSOZ 및 Kirkham 曲線



B₁: 배수관
B₂: 흡수관
A₁, A₂, A₃: 1.0m의 배수관

그림 2. 본담 시험구배치도(m)

취하였다.

따라서 곡선에서 $\frac{2s}{h} = 1.8$ 거리 $2S = 7.2m$ 로 산출되나 흡수상태를 높이기 위하여 6.5m로 결정하였다.

6. 수압(水閘) 조정

6월23일 이앙 이후는 오후 6시에 열고 아침 6시에 닫았다.

7. 시험구 배치

(1) 모판 50평을 밀성(水稻) 파종

파종일자 : 5월 7일

(2) 본 담

그림 2와 같이 2처리

(3) 반복(분할법)

총 6개의 plot를 설치하여 시험하였다.

8. 본담 포장처리

(1) 공시품종

장려품 수도밀성

(2) 파종 및 이앙

파종 : 5월 7일

이앙 : 6월 23일

식재간격 : $30 \times 15cm$ (72주/3.3m²) 주당 4본

(3) 못자리와 본담·시비량 및 시비일자

표-1. 못자리 시비 및 시비량

| 비료종류 | 구분 | 시비량 (gr) | | | | 3요소함유량(%) | | | 3요소량(gr/10a) | | | 비고 |
|------|----|----------|------|------|----|-----------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| | | 기비 | 추비 | | 계 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| | | | 5.20 | 5.20 | | | | | | | | |
| 요소 | 소 | 15 | 5 | 5 | 25 | 46.0 | | | 15 | | | 퇴비는 기비로써 200gr/m ² 을 시비함 |
| 중과 | 석 | 30 | | | 30 | | 46.0 | | | 15 | | |
| 염화 | 가리 | 20 | | | 20 | | | 60.0 | | | 15 | |
| 계 | | | | | | | | | 15 | 15 | 15 | |

표-2. 본담 시비량 및 시비일자

| 비료종류 | 구분 | 시비량 (kg/10a) | | | | 3요소함유량(%) | | | 3요소량 (kg/10a) | | | 비고 |
|------|----|--------------|-------|------|-----|-----------|-------------------------------|------------------|---------------|-------------------------------|------------------|-----|
| | | 기비 | 추비 | | 계 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| | | | 6월17일 | 7월8일 | | | | | | | | |
| 요소 | 소 | 6.9 | | 5.2 | 5.2 | 17.3 | 46 | | | 8.0 | | |
| 중과 | 석 | 10.8 | | | | 10.8 | | 46 | | | 5.0 | |
| 염화 | 가리 | 10.0 | | | | 10.0 | | | 60 | | | 6.0 |
| 계 | | | | | | | | | | | | |

표-3. 약제살포

| 일자 | 농약명 | 혼합비율 | 농약량 | 대상병충해 |
|-------|---------------|---------|---------|----------------------|
| 7. 1 | 기타친+부라에스유제 | 1,000배액 | 150/10a | 잎도열병, 이화명충 |
| . 7 1 | " | " | " | 잎도열병 |
| 8. 2 | 부라에스유제유제++EFN | " | " | 잎집무늬, 마름병, 이화명충 혹명나방 |
| 8. 15 | 가스가민유제++EPN유제 | " | " | 수수도열병, 이화명충 |

(4) 병충해 방제

약제살포는 표3과 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 지온조사

지온에 대해서는 배수구와 무배수구별로 각각 깊이 30cm, 50cm, 100cm에 대하여 6~9월에 걸쳐 측정하였던바 그 결과는 표-4와 같다.

표 4에서 보는바와 같이 50cm 깊이에서는 7월중순(분얼기)의 지온 상승이 2.6°C로 최고값이었고 30cm 깊이에서는 8월 하순(출수기)에 최고상승값 2°C로 나타났다.

결국 지하배수처리의 결과는 깊이 50cm에서 지온 상승이 현저하게 높이 나타났고 또한 그림 2에서 보는 바와같이 7월 하순 이후에는 최고 담수온 보다는 30cm 깊이의 지온이 높다는 것을 알 수 있다.

이와같은 결과는 곧 배수에 의한 지온상승이 수확

표-4. 배수에 의한 지온조사

| 월 | 순 | 최고기온 (°C) | 최고 담수수온 | 30cm | | | 50cm | | | 100cm | | | 비고 |
|---|---|--------------|------------|-------------|--------------|-----------|-------------|--------------|-----------|-------------|--------------|-----------|----|
| | | | | 배수구 (°C) | 무배수구 (°C) | 차 (°C) | 배수구 (°C) | 무배수구 (°C) | 차 (°C) | 배수구 (°C) | 무배수구 (°C) | 차 (°C) | |
| 6 | 상 | 27.76 | 26.32 | 21.67 | 20.57 | 1.1 | 20.9 | 19.2 | 1.7 | 16.2 | 14.8 | 1.4 | |
| | 중 | 27.88 | 36.40 | 23.44 | 22.24 | 1.2 | 21.6 | 19.7 | 1.9 | 17.2 | 15.6 | 1.6 | |
| | 하 | 26.75 | 30.87 | 22.23 | 22.16 | 0.7 | 23.7 | 20.5 | 2.0 | 18.4 | 16.4 | 2.0 | |
| 7 | 상 | 27.24 | 29.42 | 25.29 | 23.69 | 1.6 | 25.1 | 21.4 | 2.3 | 20.3 | 18.1 | 2.2 | |
| | 중 | 28.19 | 26.89 | 25.10 | 23.60 | 1.5 | 25.6 | 22.5 | 2.6 | 21.2 | 19.0 | 2.2 | |
| | 하 | 32.00 | 28.69 | 28.13 | 26.73 | 1.4 | 25.7 | 23.2 | 2.4 | 22.5 | 20.1 | 2.4 | |
| 8 | 상 | 29.94 | 28.31 | 28.86 | 27.06 | 1.8 | 25.7 | 23.2 | 2.4 | 22.7 | 20.3 | 2.4 | |
| | 중 | 29.58 | 26.13 | 27.59 | 26.29 | 1.3 | 25.7 | 23.2 | 2.5 | 22.8 | 20.5 | 2.3 | |
| | 하 | 26.10 | 23.17 | 28.97 | 26.97 | 2.0 | 23.9 | 22.0 | 1.9 | 22.0 | 19.8 | 2.2 | |
| 9 | 상 | 26.71 | 22.47 | 24.47 | 23.57 | 0.9 | 23.6 | 21.8 | 1.8 | 21.7 | 19.8 | 1.9 | |
| | 중 | 25.74 | 26.51 | 24.39 | 23.49 | 0.9 | 22.8 | 21.3 | 1.5 | 21.5 | 20.1 | 1.4 | |
| | 하 | 23.59 | 18.74 | 22.47 | 21.67 | 0.8 | 21.8 | 20.4 | 1.4 | 20.0 | 19.0 | 1.0 | |

량의 증가에 주요 요인임을 나타내는 것이다.

표 4에서 보는바와 같이 지하 50cm에서는 7월 중순(분얼기)에는 지온이 2.6°C상승 하였으며 지하

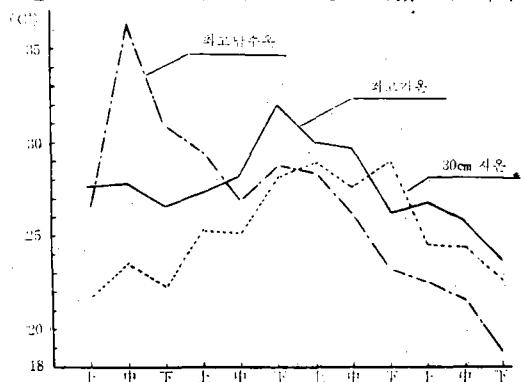


그림 2. 최고담수온, 최고기온, 지온(30cm)

30cm에서는 8월 하순(출수기)에 2°C상승 하였다.

2. 생육 및 수량조사

(1) 생육 및 수량조사 결과

표 5는 생육 및 수량조사 결과이다. A₁, A₂, A₃ 시험구에 대하여 10a당 수량의 차이는 각각 109kg, 16.8kg 및 99kg로 나타났는데 A₂ 시험구에서 중수량 16.8kg은 A₁ 및 A₃ 시험구에서 보다 현저하게 떨어지는 것으로 이는 A₂ 시험구가 본래 반 습답상태 이어서 배수처리의 효과를 과히 볼수 없었음에 기인한다.

(2) 유의성 검정(t검정)

수량조사 결과에서 유의성 검정을 하면 다음과 같이 5%의 유의성이 있음이 입증되었다.

$$t = 4.72 > 4.30 (t 0.05)$$

유의성 검정(t검정)

표-5. 생육 및 수량조사

| 품종 | 처리명 | 도복 % | 간장 cm | 수장 cm | 수수본 | 수입 개 | 3.3m ² 당수본 | 3.3m ² 당입수 | 1L 중 gr | | 현미중비 (%) | 현물 (%) | 10a당 수량 kg | | | |
|----|-----------------------|------|-------|-------|-------|--------|-----------------------|-----------------------|---------|--------|----------|--------|------------|-------|--------|--------|
| | | | | | | | | | 정조 | 현미 | | | 고중 | 비중 | 정조 | 현미 |
| 밀 | A ₁ 배수무배수차 | 0 | 89.23 | 21.06 | 13.75 | 111.05 | 990.00 | 109.40 | 554.03 | 815.20 | 21.42 | 82.3 | 615.47 | 15.80 | 593.00 | 488.10 |
| | | 0 | 88.95 | 20.54 | 11.42 | 90.05 | 822.24 | 814.43 | 537.92 | 814.43 | 21.03 | 80.3 | 572.33 | 15.8 | 472.00 | 379.01 |
| | | 0 | 0.25 | 0.52 | 2.33 | 12.00 | 167.76 | 284.79 | 16.11 | 0.70 | 0.39 | 2.0 | 43.14 | 0 | 121.00 | 109.09 |
| 밀 | A ₂ 배수무배수차 | 0 | 88.92 | 19.32 | 11.92 | 99.02 | 858.24 | 849.83 | 512.66 | 803.33 | 19.62 | 81.9 | 818.66 | 17.56 | 490 | 401.3 |
| | | 0 | 88.04 | 19.30 | 11.42 | 98.84 | 822.24 | 812.70 | 511.33 | 803.03 | 19.03 | 81.8 | 756.02 | 17.52 | 470 | 38.45 |
| | | 0 | 0.88 | 0.02 | 0.5 | 0.18 | 36.06 | 37.13 | 1.33 | 0.3 | 0.59 | 0.1 | 62.64 | 0.04 | 20 | 16.8 |
| 밀 | A ₃ 배수무배수차 | 0 | 89.32 | 21.15 | 12.73 | 105.79 | 916.56 | 969.63 | 554.33 | 814.33 | 21.10 | 83.9 | 73.3 | 21.83 | 578.66 | 486 |
| | | 0 | 88.98 | 20.73 | 11.46 | 94.58 | 825.12 | 780.49 | 537.66 | 813.66 | 20.94 | 83.3 | 65.5 | 21.60 | 466.00 | 387 |
| | | 0 | 0.34 | 0.42 | 1.27 | 11.20 | 91.44 | 189.14 | 16.67 | 0.69 | 0.16 | 0.6 | 78 | 0.13 | 112.66 | 99 |

(2) 수량조사 결과에서
 $t=4.72 > 4.30$ ($t 0.05$)...5%의 유의성이 있다.

3. 거리 및 간격

Kirkharv곡선을 이용하여 습담에서는 $h=6m$ $k=10^{-5}m/s$ 로 하면 관의 매설깊이를 매설거리(간격)를 10~12m로 하여도 지하수위를 50cm 이상 하강 시킬 수 있다.

4. 경제분석

(1) 시설비(1ha당)

관의 길이 = $909m \times 100원 = 90,900원$
 노력비 = $909/20m \times 600 = 27,270원$

계 : 118,170원

(2) 시설비에 의한 감가상각비

$$D = \frac{\text{시설비 } 118,170}{\text{내구연한 } 50} = 2,365원$$

- ① D : 년 감가 상각비
- ② n : 내구연
- ③ 폐기 가격으로 간주함.

표-6. PVC 암거배수 년당시공비(ha당)

| 총공사비 | 내구연한 | 년소요액 | 년 이 자 | 년당시공비 |
|----------|------|--------|---------|---------|
| 118,170원 | 50년 | 2,365원 | 10,640원 | 13,005원 |
| 계 | | | | 13,005원 |

(3) PVC 암거배수의 경제성

표-7. P.V.C 암거배수의 경제성(ha당)
 수확량(ha당 톤)

| 배수 | 무배수 | 증수량 | 연당시공비 | 증수익 |
|----------|----------|---------|---------|---------|
| 4583.7kg | 3801.7kg | 782.0kg | 13,005원 | 82,900원 |

IV. 적 요

암거배수 연구는 오래전 부터 해왔다. 우리나라에서는 PVC흡수관으로 제 4차 시험을 했다. 제일 먼저 3배수구와 3무배수구를 설정하고 배수 방법, 토양온도, 작물의 생육, 수량등을 비교 시험하였다. 시험 방법과 결과는 다음과 같다.

1. 방법

(1) 관 길이 = 1m

- (2) 거리 = 6.5m
- (3) 경사 = 1/200
- (4) 지수벽 깊이 : 2.5m
- (5) 공시품종 : 밀성
- (6) PVC흡수관리 filter는 Glas nylon으로 감는다.

2. 결 과

- (1) 지은 : 전관개 기간을 통하여 배수구에서는 평균 1.5°C 상승하고 10일 간에 최고 2.6°C 상승할 때 도 있었다.
- (2) 수량에서는 3개 시험구를 평균한즉 20%의 증수를 얻었다.
- (3) 경제적 면으로 볼때 1ha당 증수액(95,622원) 시공비(13,005원) = 82,900원의 증수익이 있었다.
- (4) 우리나라에서 암거배수를 필요로 하는 습담의 면적은 약 20만ha이다.

인 용 문 헌

1. 金子良(1970) 圃場整備の計劃調査
2. 渡邊二郎(1967) 暗渠排水工 北海道開發廳 試驗報告書
3. 熟谷管 豊田壽(1960) 低湿地改良(こ関する研究四国農試研究報告)
4. 日本農地局(1954) 土地改良事業計劃基準 第二部 第八編 暗渠排水
5. 長近謙五(1958) 壟渠排水計劃
6. 田地野直哉(1960) 施工面から見た暗渠排水の二、三の問題
7. 朝鮮に於ける暗渠排水事業その試験に就て 農土研11卷
8. 八沢周作(1960) 湿田の乾田化に関する研究中村総七郎島根県農試研究報告
9. Don Kirkhom G.O Schwb (1951) The Effect of circular perforations on flow in to subsurface Drain Jube. Agric. Eng. Vol. 32. No. 4
10. G.O. Schwab (1955) Dlastic Jubing for Subsurface Drainage. Agr. Eng. Vol. 36 No. 2
11. M.L. Palmer (1957) Selecting Good Drain Jile. Agri. Ext. Service the Ohio State University.