

논의 배수물꼬의 유량에 관한 기초연구

A Study on the Outlet Drain Discharge from Paddy Field

최진규* · 김현영** · 손재권*
Choi, Jin Kyu · Kim, Hyun Young · Son, Jae Gwon

Summary

This study was performed to evaluate the drain runoff characteristics from one paddy field, and to provide the basic data required for the determination of flood discharge and unit drainage water for drainage improvement and farmland consolidation.

For this purpose, under the assumption that drain discharge from paddy field was similar to outflow of reservoir, runoff model based on storage equation was applied to the experimental field, and simulated results were compared to the measured discharge at weir point.

To estimate effective storage volume of paddy field with water depth, 4 regression formula were examined such as linear, exponential, power, and combined.

From the observed runoff characteristics, it was shown to be 3.3~16.3ℓ/sec in weir discharge, 57.2~98% in runoff ratio, and relative error of simulated result was 3.0~39.4%, 8.5~56.0% for peak flow and runoff ratio, respectively.

Curve number by SCS method was calculated as mean value of 96.4 using measured rainfall and runoff data, it was considered relatively high because paddy field has generally flooding depth contrary to the upland watershed area.

I. 서론

수도작이 이루어지고 있는 논유역에서는 일반유역과는 달리 담수심유지에 따른 논저류가 많으며 유출특성이 배수구의 형태에 따라 좌우되므로, 지구내 유출은 논배수와 배수로 지

체에 의하여 그 특성이 결정된다고 볼 수 있다.

용수로에서의 취수량이 없는 경우 논유입량은 강수량에 의하여 결정되고 유출량은 각 필지의 배수방식에 따라 지배되며, 대부분의 경우 소요담수심을 유지할 수 있는 웨어형식의

* 전북대학교 농과대학

** 농어촌진흥공사 조사설계처

키워드 : 논유역, 배수물꼬, 저류방정식, 유출특성

배수물꼬를 만들거나 배수공을 설치하여 일정 수심 이상의 물은 자연적으로 배수되도록 하고 있다. 각 필지의 논담수배제를 위해 필요한 배수물꼬는 폭 50cm 이내로 하류측에 설치하고, 그 이상이 필요할 때는 2개소 이상으로 나누어 설치하며, 논바닥보다 5~10cm 정도 낮게 설치하는 것이 보통이다.¹⁾

그러나 배수물꼬는 경작자에 의해 논둑의 일부를 낮추거나 배수공을 설치하여 유지관리되고 있는 상태로서 개개의 형태 및 수리적 특성이 각기 다르므로 수치적인 표준화가 어려운 형편이다. 특히 지구내 유역의 대부분을 차지하고 있는 논에서의 유출특성이 초기 담수심의 정도, 논둑에 의한 저류, 물꼬규모에 따라 좌우되는 등 산지나 밭에서의 유출특성과는 상당히 다름에도 불구하고 합리식이나 유출특성이 다른 외국의 유역에서 개발된 Complex hydrograph method 방법을 사용함으로써 단위배수량 및 홍수량 산정에 잘 반영되지 못하고 있다.²⁾

논유출에 관한 연구는 국내보다는 일본에서 많이 이루어지고 있는 편으로 陳 榮松 등 (1992)⁶⁾은 kinematic wave 방정식 및 Philip 침투식에 의한 포장지구의 유출특성을 조사하였고, 早瀬吉雄과 角屋陸(1993)⁷⁾은 배수유역을 10ha의 구획단위로 분할하여 단순화하였다. 若杉和彦과 角屋 陸(1994)⁸⁾은 탱크모형에 의한 논유출기구에서 블록의 분할에 따른 영향을 받는다고 하였으며, 國松孝男 등 (1994)⁹⁾은 비작부기간의 논유출율을 20~98%로 분석한 바 있다.

본 연구는 배수물꼬에 의한 논에서의 유출 특성을 분석하기 위하여 단일필지를 대상으로 유출량을 조사하고, 배수개선 및 경지정리사업 설계시 지구내 유역의 홍수량 및 배수로의 단면결정을 위한 단위 배수량 산정과 유출모형의 개발을 위한 기본 자료를 제공하는 데 목적이 있다. 이를 위하여 시험포장 논에 위

어형태의 배수물꼬를 설치하고 유출량을 측정 및 분석하였으며, 또한 논수심-저류내용적 관계식을 이용한 모의발생자료와 실측치를 비교하였다.

II. 배수이론 및 유출모형

1. 논지표배수

가우나 관개수에 의한 유입량이 없는 장변 L, 단변 B와 배수물꼬 폭이 b인 1개필지의 논을 대상으로 바닥이 수평한(Horizontal) 경우와 기울기(Sloping)가 있는 경우 저류방정식을 적용한 이론적 배제시간을 계산하면 다음과 같다.

바닥이 수평인 1필지 논면적은 $A=BL$ 이고, 배수물꼬에서의 유출량을 유량계수 C, 월류수심 H인 $Q=CbH^{3/2}$ 의 웨어공식을 이용하면 유입량이 없는 경우이므로 시간에 따른 수심변화를 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$A \frac{dH}{dt} + Q = 0 \dots\dots\dots (1)$$

위식을 적분하고 초기조건 $t=0$ 일 때 수심 $H(t)=H_0$ 을 적용하면 배수에 따른 시간별 저류수심을 나타내는 방정식이 얻어진다.

$$H(t) = \frac{4}{\left(\frac{1}{A}Cbt + \frac{2}{\sqrt{H_0}}\right)^2} = \frac{4A^2}{\left(Cbt + \frac{2A}{\sqrt{H_0}}\right)^2} \dots\dots\dots (2)$$

한편, 모든 조건이 동일하나 최대 H_m 높이 만큼 논바닥이 물꼬방향으로 경사진 것으로 가정하면 바닥기울기 $S_0=H_m/L$ 이며 H_m 에서 논바닥까지의 시간별 저류수심의 변화는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$BL \frac{H}{H_m} \frac{dH}{dt} + Q = 0 \dots\dots\dots (3)$$

여기서 임의의 수심일 때 장변방향의 수면 길이 $dL = L \frac{H(t)}{H_m} = H(t)/S_0$ 와 웨어유량 Q 을 대입하고, 초기조건 $t=0$ 일 때 $H(t)=H_0$ 을 적용하면 다음 식 (4)가 얻어지는데, 이식은 수심 $H(t)$ 또는 초기수심이 경사면 최대수심 H_m 보다 낮은 경우에 적용되며 그 이상이 되면 수평한 경우와 같다.

$$H(t) = \frac{\left(\frac{H_m Cbt - 2\sqrt{H_0}}{BL}\right)^2}{4} = \frac{(H_m Cbt - 2A\sqrt{H_0})^2}{4A^2} \dots\dots\dots (4)$$

상기 식 (2)와 (4)를 이용하여 논 및 배수 물꼬의 형태와 크기에 따라 초기수심 30cm에서 5cm로 저하되는데 걸리는 이론적 배제시간을 검토하였다. 기본조건으로 장변 $L=100m$, 단변 $B=50m$, 물꼬폭 $b=0.50m$, 논바닥경사 $S_0=0$, 배수물꼬의 유출계수 $C=1.772$ 로 가정하였으며, Table-1은 계산결과를 요약한 것이다.

Table-1. Comparison of drainage time

	Item	Variation and drainage time				
Bottom slope	So(%)	0.0	0.03	0.05	-	
	Time(hr)	8.30	8.30	8.30	-	
Paddy length	L(m)	50	75	100	125	
	Time(r)	4.15	6.23	8.30	10.38	
Paddy width	B(m)	35	50	75	100	
	Time(hr)	5.82	8.30	12.45	16.60	
Drain width	b(cm)	30	50	70	90	
	Time(hr)	13.85	8.30	5.92	4.62	

위의 결과에서 지균상태가 고르지 않아 5cm 정도까지 지표잔류수가 남는 것으로 보면 기울기의 영향이 고려되지 않으므로 논바닥 기울기에 따른 배수시간은 차이가 없다. 실제로 일부 산간지를 제외하고는 경지정리가

이루어진 평지에서 논바닥을 경사지게 유지한다는 것은 현실적으로도 쉽지 않다. 논길이와 폭은 논형태와는 무관하게 면적크기만에 따라 배제시간이 결정되고, 물꼬는 폭에 비례하여 유출량이 커지므로 상대적으로는 배제시간을 감소시키는 것을 알 수 있다.

그러나 이는 저류방정식에 의한 제한된 이론적 계산결과로서, 실제와는 차이가 있으므로 현장조사와 아울러 제반조건을 고려한 검토가 필요하다.

2. 논물꼬 유출모형

논에서의 유출모형을 구성하는 데는 강우량, 관개수량 및 배수량, 토양특성에 따른 침투량, 증발산량, 논구획의 구성 및 배수로 조직, 논의 형태와 크기, 바닥경사도, 논바닥 균평도, 취배수시설 및 형태, 배수구의 위치, 물꼬형태와 크기, 초기 및 경계조건 등과 같은 기본요소를 고려하게 되는데 모형의 성격과 제반 조건에 따라 부분적으로 생략되기도 한다.

본 유출모형에서는 유역에 내린 강우량은 단일저수지와 같은 저류능력을 가진 논으로 유입된 후 50cm정도의 단일웨어물꼬를 통하여 배제되는 것으로 단순화하여 저류방정식을 이용하였다.

$$I - O = \frac{dS}{dt} \dots\dots\dots (5)$$

식 (5)에서 I 는 관개수량이 없는 경우를 가정하면 강우량이며, 유출량 O 는 배수물꼬의 월류량으로, 논저류량 S 와 관계가 있으므로 식 (6)의 시산법을 이용하여 O 및 S 를 계산할 수 있도록 프로그램을 구성하였다.

$$S_{t+\Delta t} + O_{t+\Delta t} \times \frac{\Delta t}{2} = \left(S_t - O_t \times \frac{\Delta t}{2} \right) + (I_t + I_{t+\Delta t}) \times \frac{\Delta t}{2} \dots\dots\dots (6)$$

III. 조사 및 분석

1. 시험포장

시험포장은 전라북도 진안군 마령면 평지리에 위치하며, Fig. 1에 나타낸 바와 같이 포장구획은 장변 100m와 단변 50m인 24개 필지로 구성되어 있다. 시점부 좌우측 논에서의 표고차가 0.15m이고 말단부는 약 1.2m로 상당한 차이가 있으며 최대 논표고차는 3.907m이다.

포장구획의 중앙에는 말단부의 유말공까지 600m의 배수지거가 있으며 평균경사는 0.006이다. 지구내 모든 논에는 취수 및 배수를 위하여 PVC Pipe를 이용한 취 배수공이 설치되어 있으며, 각 필지별 취수공의 직경은 14.3~16.5cm에 기울기 0.013~0.405, 배수공의 직경은 19.0~21.8cm에 기울기 0.048~0.515이다.

2. 측정

시험포장에는 Fig. 1에 도시한 바와 같이 우량계 1조와 단일필지 논유출량 측정을 위한

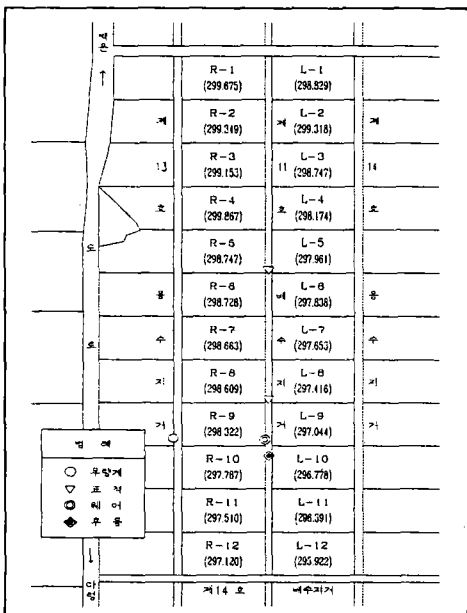


Fig. 1. Layout plan of experimental paddy field

Table-2. Drainage area of measurement facilities

Facility	Paddy numbers	Drainage Area(m ²)
Weir	1	5,072
Parshall Flume	18	95,859

폭 30cm의 논웨어 1개소 및 배수로에 최소단면폭이 45.7cm인 파살후름 1개소를 설치하였으며, 도로, 논둑, 배수로를 포함한 각 측정시설의 논필지수 및 배수면적은 Table-2와 같다.

가. 강우 및 수위측정

강우량은 시험포장구획내 자기우량계로 측정된 누가우량으로 1995년도 시험기간중 7월에서 9월까지 3개월간 684.5mm의 강우량이 기록되었고, 이중 65.1%인 445.5mm는 8월에 내린 것이며 최대시우량은 8월 31일의 52.4mm이었다. 또한 웨어 및 후름의 수위도 7월부터 9월까지 측정하였다.

나. 수심-유량관계

본 시험포장의 논웨어에서 측정된 수위는 수로폭 0.6m, 웨어폭 0.3m, 웨어높이 0.1m의 예언직각웨어에 주어진 공식 (7)을 이용하여 유량으로 환산하였다.^{3,4,5)}

$$Q(\ell/\text{sec}) = 894.3(0.592 + 0.0011H) (0.01H + 0.001)^{1.5} \dots\dots\dots (7)$$

식에서 Q=유량(ℓ/sec), H는 웨어월류수심(cm)이다.

IV. 결과 및 고찰

1. 모형의 보정

논배수물꼬의 유출특성을 분석하는 데는 강우시 취수 유입량이 없는 상태에서 측정이 이루어진 7월 하순의 낙수기와 8월 호우기간중 Table-3에 나타낸 5개의 자료를 대상으로 하

Table-3. Rainfall data(1995)

Date	Rain(mm)	Duration
7.21	8.9	7/21 05:00~22:00
7.23	62.9	7/23 15:00~7/24 16:00
8. 9	29.0	8/ 9 11:00~8/11 18:00
8.19	84.9	8/19 04:00~8/20 16:00
9.2	62.4	9/ 2 09:30~9/3 12:00

였으며, 이 중에서 7월 21일, 7월 23일 및 8월 9일의 자료는 모형의 보정에, 8월 19일 및 9월 2일의 자료는 모형의 검정에 적용하였다.

가. 논바닥고

본 실험의 경우 웨어를 논바닥보다 낮게 설치하였고 웨어바닥고를 70.0cm로 하는 임시 수위표를 이용하였으므로 모형적용에 필요한 월류수심을 계산하기 위해서는 논바닥고가 결정되어야 한다. 우선 Table-4에 나타낸 바와 같이 논바닥고를 90cm, 85cm, 80cm, 81.5cm 즉, 웨어바닥보다 20cm, 15cm, 10cm, 11.5cm 높은 4가지로 구분하고, 임시로 얇은 판을 설치하여 언정수위를 91.2cm 및 논수심을 92.0cm로 논바닥보다 높은 수위를 유지하였던 8월 9일에 적용하였으며 Fig. 2는 4가지 CASE에 대한 논저류수심을 도시한 것이다.

Table-4. Assumed paddy bottom elevation and RMS error

Date	CASE	Paddy Bottom EL(cm)	RMSE (cm)	Given condition
95.8.9	CASE-1	90.0	8.69	Paddy W.L.=92.0cm
	CASE-2	85.0	3.71	Weir crest EL=91.2cm
	CASE-3	80.0	1.40	Overflow depth=0.8cm
	CASE-4	81.5	0.51	Weir bottom EL=70.0cm

(Note) $RMSE(\text{Root Mean Square Error}) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (Q_i - S_i)^2}$
 $O_i = \text{Observed}, S_i = \text{Simulated}, n = \text{numbers of data}$

여기서는 논의 내용적이 보정되기 이전이므로 논의 형태와 크기는 직사각형이고 면적은

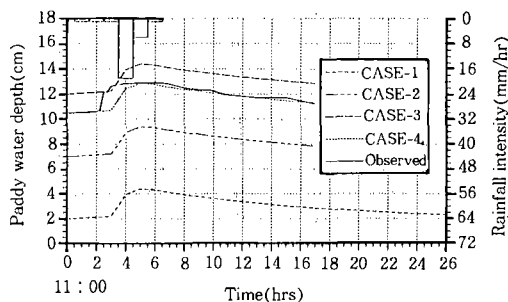


Fig. 2. Calibration of paddy bottom elevation(95.8.9)

5,000m²로 가정하였으며, 위의 4경우에 대하여 적용한 결과 Table-4의 RMS 오차와 Fig. 2에서 보는 바와 같이 논바닥고가 웨어바닥보다 11.5cm 높은 CASE-4의 결과가 비교적 실측치에 접근하였다.

나. 논내용적

논에서 수심이 낮은 경우의 저류공간은 불규칙한 논바닥때문에 이를 평편한 직사각형으로 적용하는 것과는 차이가 있다. Fig. 4와 Fig. 5는 7월 21일과 7월 23일의 경우에 대하여 각각 논유출모형을 적용한 결과로 보정 전에는 논바닥고가 웨어바닥보다 15cm 높고 논바닥은 수평한 것으로 가정하였으며 관측치와 일치하지 않음을 볼 수 있다.

따라서 논에서의 수심별 저류용적을 추정하

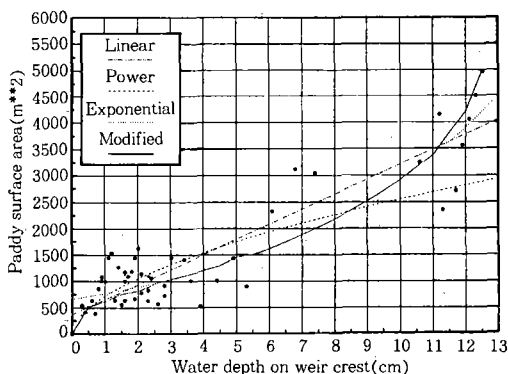


Fig. 3. Paddy surface area with water depth on weir crest

기 위하여 3개 강우의 수문곡선에서 비가 그친 후의 감수부수위와 유출량자료를 이용하여 평균수면적을 추적하였다. 즉 단위계산시간(Δt)에 웨어로 월류되는 유출량 Q 는 전시간단계에서는 논에 저류되어 있었던 저수량(ΔS)으로 가정하고 $Q = \Delta S / \Delta t = H \times$ 평균수면적 / Δt 의 관계식에서 평균수면적에 대한 자료를 이

용하여 회귀식과 결정계수를 산정하였으며 Fig. 3은 웨어 월류수심별 수면적을 나타낸 것이다. 상관식은 직선, 멱, 지수형태와 이 3가지를 조합하여 구간별로 적용한 4경우로 구분하였으며, Table-5는 수위-수면적 관계 및 Table-6은 $S = \int AdH$ 에서 유도된 구간별 수위-저류용적 관계를 나타낸 것이다.

Table-5. Relations between surface area and water depth

	Function	Regression formula	R ²	Remark
CASE-1	Linear	$A = 372.11 + 28348.52H$	0.8275	A = Area(m ²)
CASE-2	Power	$A = 8951.24H^{0.546}$	0.6324	H = Depth(m)
CASE-3	Exponential	$A = 669.477e^{14.692H}$	0.7057	$0.0 \leq H < 0.125$
CASE-4	Modified	$A = 4746.23 H^{0.4327}$	0.9841	$0.0 \leq H < 0.03$
		$A = 675.632 e^{14.6H}$	0.9988	$0.03 \leq H < 0.10$
		$A = 449.09 e^{18.7H}$	0.9739	$0.10 \leq H < 0.125$

Table-6. Relations between storage volume and water depth

	Depth-storage formula	Storage-depth formula	Remark
CASE-1	$S = 372.11H + 14174.26 H^2$	$H = f(S)$	S = Storage(m ³)
CASE-2	$S = 5789.9 H^{0.546}$	$H = (S/5789.9)^{1/1.546}$	H = Depth(m)
CASE-3	$S = 45.567 e^{14.692H}$	$H = (\ln S - 3.8192) / 14.692$	$0.0 \leq H < 0.125$
CASE-4	$S = 3312.8 H^{1.4327}$	$H = (S/3312.8)^{1/1.4327}$	$0.0 \leq H < 0.03$
	$S = 46.2762 e^{14.6H}$	$H = (\ln S - 3.83463) / 14.6$	$0.03 \leq H < 0.10$
	$S = 24.0155 e^{18.7H}$	$H = (\ln S - 3.1787) / 18.7$	$0.10 \leq H < 0.125$

위의 Table-5와 Table-6에 제시된 4개의 관계식에서 산정된 논내용적을 저류공간으로 가정하였으며, Fig. 4 및 Fig. 5는 7월 21일, 7월 23일의 보정전 및 CASE-4를 적용한 보정후의 수위수문곡선을 관측자료와 함께 나타낸 것으로 보정후가 보정전의 모의발생치보다 실측치와 비교적 일치하는 것을 Table-7의 RMS 오차에 의한 정량적 비교에서 알 수 있다.

Table-7. Comparison of RMS error of water depth

Date	RMSE (cm)	
	Before Calibration	After calibration
95.7.21	0.96	0.48
95.7.23	1.95	0.85

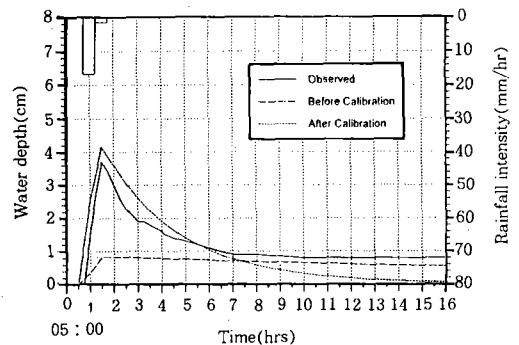


Fig. 4. Calibration of paddy storage volume (95.7.21)

다. 배수물꼬의 유출특성

논에서의 배수물꼬 유출량 비교를 위해 실측한 자료는 웨어에서의 유출수문곡선을 나타내는 수위 및 유량자료로서 논에서의 취수공

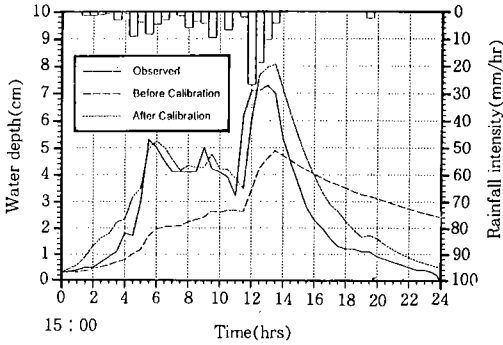


Fig. 5. Calibration of paddy storage volume (95.7.23)

개폐상태와 초기 담수심에 따라 다르다. 논바닥고와 내용적 등의 보정에서 얻어진 수심-내

용적 관계식중 CASE-4를 적용하여 7월 21일, 7월 23일 및 8월 9일의 각 모의발생자료에서 얻어진 침투유량, 유출률, 상대오차 등의 결과를 정리하면 Table-8과 같다.

Table-8의 결과로부터 보정에 사용된 3개 실측자료의 경우 논에서의 유출은 3.3~10.8 ℓ /sec의 침투유량과 수평직선분리법에 의한 57.2~87.9%의 유출율인 반면에 모의발생자료는 3.78~12.2 ℓ /sec의 유출량과 89.2~97.7%의 높은 유출율을 나타내었는데 이는 적용시 차단, 침투, 지면저류 등에 의한 손실량이 유출모형에 포함되어 있지 않은 것에 기인된 것으로 볼 수 있다.

Table-8. Hydrologic characteristics of weir drain discharge

Date	Rain (mm)	Observed			Simulated			Relative error (%)	
		Peak flow (ℓ /sec)	Runoff depth(mm)	Runoff Ratio(%)	Peakflow (ℓ /sec)	Runoff depth(mm)	Runoff Ratio(%)	Peak flow	Runoff Ratio
7.21	8.9	3.9	5.7	64.4	4.49	8.7	97.7	15.1	52.6
7.23	62.9	10.8	55.3	87.9	12.20	61.4	97.6	13.0	11.0
8.9	29.0	3.3	16.6	57.2	3.78	25.9	89.2	14.5	56.0

한편 모의발생된 자료의 상대오차는 침투유출이 13.0~15.2%인 반면에 유출률은 11.0~56.0%로서 비교적 큰 오차를 나타내었다.

2. 모형의 검정

모형의 검정을 위하여 8월 19일 및 9월 2

일의 강우자료에 적용하고, 그 결과를 측정자료와 비교하였다. 보정결과로부터 웨어바닥보다 11.5cm 높게 가정한 논바닥고와 CASE-4의 수심-저류량관계식을 이용하였으며, Fig. 6 및 Fig. 7은 2개 강우사상의 관측 및 모의 발생 유출수문곡선을 나타낸 것이며 Table-9

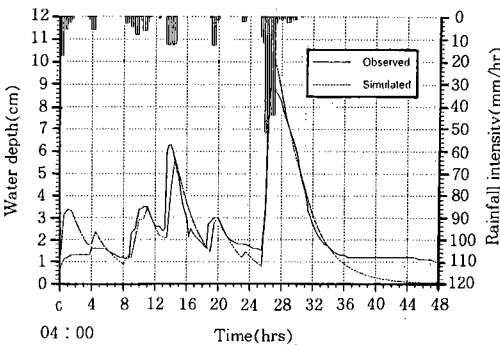


Fig. 6. Hydrograph after calibration(95.8.19)

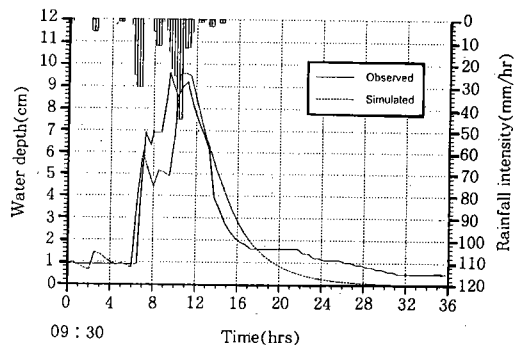


Fig. 7. Hydrograph after calibration(95.9.2)

Table-9. Discharge characteristics of weir drain

Date	Rain (mm)	Observed			Simulated			Relative error(%)	
		Peak flow (ℓ/sec)	Runoff depth(mm)	Runoff Ratio(%)	Peakflow (ℓ/sec)	Runoff depth(mm)	Runoff Ratio(%)	Peak flow	Runoff Ratio
8.19	84.9	14.8	62.82	74.0	20.63	76.62	90.2	39.4	22.0
9.2	62.4	16.3	61.71	98.9	15.81	56.46	90.5	3.0	8.5

는 이를 요약한 것이다.

Table-9에서 보면 검정에 사용된 2개 측정 자료의 경우 논에서의 유출은 14.8~16.3ℓ/sec의 침투유량과 74.0~98.9%의 유출율이며, 모의발생자료는 15.8~20.6ℓ/sec의 침투유량과 90.2~90.5%의 유출율로서 비교적 측정값보다 큰 경향을 보여 주었다. 또한 Fig. 6과 Fig. 7의 경우 전체적인 수문곡선은 비교적 관측수문곡선에 일치하는 형태를 나타내고 있으나, 수문곡선의 초기 상승부분과 감수부 끝부분이 잘 맞지 않았으며, 이는 웨어에서의 유출량을 산정할 때 보정없이 모든 수두에서 공식화된 유량공식을 이용하였고, 불규칙한 논바닥과 설치된 웨어와의 표고차에 의한 수두오차가 발생하였으며, 웨어에서의 토사유입

과 퇴적으로 인한 접근유속의 영향이 고려되지 않은 때문으로 보여진다.

한편 SCS방법에서 논에 대한 CN는 없으므로 5개 자료에 대하여 강우량 P와 유출량 Q, 그리고 $S=5[P+2Q-(4Q^2+5PQ)^{0.5}]$ 와 $CN=25,400/(S+254)$ 로부터 AMC I, II, III 조건일 때 논에서의 CN을 간접적으로 계산한 결과 Table-10과 같이 평균값이 96.4로서 자료수가 극히 제한적이지만 크게 산정된 것으로 사료된다. 이는 일반 산지유역에서와 같이 유역의 토양과 토지이용에 따른 초기 손실량이 비교적 큰 경우와는 달리 논인 경우에는 평상시 담수를 원칙으로 하기때문에 비교적 높은 함수율을 가지고 있어서 유출율은 상대적으로 커진다고 볼 수 있기 때문이다.

Table-10. Calculation of runoff curve number by SCS method

Date	Rain(mm)	Observed Q(mm)	P ₅ (mm)	AMC	Estimated CN	Remark
7.21	8.9	5.7	1.0	AMC I	98.6	P ₅ =Rainfall before 5 days
7.23	62.9	55.3	41.4	AMC II	97.3	
8.9	29.0	16.6	0.9	AMC I	94.5	
8.19	84.9	62.8	58.2	AMC III	91.9	
9.2	62.4	61.7	108.7	AMC III	99.8	
Mean	49.6	40.4	42.0		96.4	

V. 요약 및 결론

논에서의 유출특성은 배수물꼬와 밀접한 관계가 있다는 전제아래 논구형웨어의 측정자료와 유량공식 $Q=CLH^{3/2}$ 을 이용한 배수물꼬의 유량을 산정하고, 저류방정식에 기초한 유출모형을 모의조작함으로써 단일필지 논에서의

유출량을 측정치와 비교하였다.

1. 유입량이 없는 단일필지의 이론적 배제시간을 계산한 결과 논바닥기울기는 논면적, 배수물꼬폭 등에 비하여 영향이 적음을 보여 주었다.

2. 균평하지 않은 논바닥의 저류내용적은 일정하지 않으므로 관측된 유출량 및 저류수

심을 감수부 수문곡선에 적용하여 선형, 지수, 멱급수형태의 수면적 및 내용적 회귀관계식을 유도하였다.

3. 논유출분석에서 측정자료는 3.3~16.3 l/sec의 침투유량과 57.2~98.9%의 유출율을 보인 반면에 모의발생자료는 각각 3.78~20.6 l/sec 및 89.2~97.7%로서 측정값보다 큰 경향을 보여 주었으며, 침투유량과 유출률의 상대오차는 3.0~39.4%와 8.5~56.0%를 나타내었다.

4. SCS방법에 의한 논외 CN을 강수량과 실측 유출량을 이용하여 계산한 바 평균값이 96.4로서 큰 값을 나타내었는데 이는 논외 경우 평상시 담수를 원칙으로 하기때문에 상대적으로 유출율이 크게 산정된 것으로 추정되었다.

본 논문은 1995년도 농림수산특정연구 사업에 의한 연구지원과제의 일부 결과임.

참 고 문 헌

1. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1991) 농업토목핸드북 : 264-266.
2. 농어촌진흥공사(1993) '92생산기반정비사업 조사설계종합보고서, 1993. 2.
3. Bos, M. G. (1976) Discharge Measurement Structures, International Institute

for Land Reclamation and Improvement/ILRI, Wageningen, Netherlands.

4. Bog, M. G., J. A. Replogle, and A. J. Clemmens(1984) Flow Measuring Flumes for Open Channel Systems, John Wiley & Sons, New York.
5. USDI(1981) Water Measurement Manual, Denver, USDI, Bureau of Reclamation, Colorado.
6. 陳 榮松, 渡辺紹裕, 堀野治彦, 丸山利輔 (1992) 圃場および地區レベルの物理モデルによる流出ハイドログラフの推定, -農地造成の排水計劃に関する基礎的研究(Ⅲ)-, 農業土木學會論文集, 164 : 135-139.
7. 早瀬吉雄, 角屋 睦 (1993) 低平地タンクモデルとその基礎的特性, -低平地タンクモデルによる流出解析法(I)-, 農業土木學會論文集, 165 : 75-84.
8. 若杉和彦, 鈴木光剛 (1994) 複合タンクモデル法を利用した廣域水支解析におけるブロック分割の影響, 農業土木學會論文集, 171 : 29-37.
9. 國松孝男, 罗荣, 須戸 幹, 武田育郎 (1994) 非作付期間の田からの水質汚濁物質の表面流出, 農業土木學會論文集, 170 : 45-54.

(접수일자 : 1997년 1월 24일)