

## 가을배추의 물 절약형 관개기준 설정

정필균 · 엄기철<sup>1</sup> · 손연규<sup>2</sup> · 고문환 · 김상희 · 박소현<sup>3</sup> · 유성녕<sup>3\*</sup>

환경수맥(주) 부설 토양연구소, <sup>1</sup>세종데이터해석연구원, <sup>2</sup>국립농업과학원, <sup>3</sup>국립한경대학교

### Water Saving Irrigation Manual of Autumn Chinese Cabbage

Pil-Kyun Jung, Ki-Cheol Eom<sup>1</sup>, Yeon-Ku Son<sup>2</sup>, Mun-Hwan Koh, Sang-Hee Kim,  
So-Hyun Park<sup>3</sup>, and Sung-Yung Yoo<sup>3\*</sup>

Soil Institute, Suwon 906-5, Korea, <sup>1</sup>Sejong Institute of Data Analysis (SEIDA), Suwon 443-766, Korea,

<sup>2</sup>National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-707, Korea,

<sup>3</sup>HanKyong National University, Ansong, 456-749, Korea

The water management of crop is different according to the area as well as climate condition and growth stage, however it is the most important and difficult problems for the farmers. The optimum irrigation manual those irrigation interval and amount of irrigation as water saving, are developed based on the lysimeter experiments carried out by the RDA for 11 years about PET (Potential Evapo-Transpiration), crop coefficient (Kc). The average PET (Potential Evapo-Transpiration) during 30 years of 45 regions for the autumn chinese cabbage cultivation was a 2.17 mm day<sup>-1</sup>.

**Key words:** Water management, Available water storage, Amount of irrigation, Irrigation interval, Optimum irrigation manual

## 서 언

경사농경지가 많고 관개를 위한 기반시설이 되어 있지 않은 밭작물 재배에서 중요하면서도 가장 어려운 부분이 작물을 위한 관개관리이다. 관개는 작물이 물을 필요로 하는 시기에 필요한 만큼 공급해주는 것이 바람직하지만 농가에서는 기반시설 미비와 작물별·생육시기별 적정관개량에 대한 정보부족으로 제대로 이루어지지 않고 있다. 하우스 재배 등의 작물생육에 필수적인 물을 공급하기 위해 일부 농가에서는 자동관개 시스템을 이용하고 있지만 아직도 대부분의 농가는 경험에 의존한 관개를 실시하고 있다. 수량(水量)이 풍부한 것으로 여겨지는 우리나라에서 밭작물 관개를 위한 수원(水源)은 대부분 지하수이며, 생활용수·공업용수 사용의 증가 및 사계절 영농 등으로 인해 지하수 사용에 대한 경합이 심해지는 현실에서 경험에 의존하는 관개를 실시하는 것은 문제가 있다. 작물생육을 위한 적정 물 관리는 지역별·작물별·생육단계별·토양종류별로 달라야 하는 것이 바람직하네 경험관개는 눈으로 보고 판단해야 하는 한계가 있어 관개를 실시하고도 적정한 지를 판단할 수가

없다. 이러한 문제를 해결하기 위해 농촌진흥청에서는 지역별·작물별·생육단계별·토양종류별로 물관리를 할 수 있는 밭작물 물관리지침서 (Eom et al., 1999)를 전파하고 있으나, 이것은 최대 수량(收量) 확보를 위해 최대 관개를 기준으로 하고 있어 물 사용 경합 등으로 인해 물이 부족해지는 상황에는 적합하지 않다. 따라서 본 연구는 이러한 상황을 개선하기 위해 기존의 물관리 지침서보다 물을 적게 주면서도 작물의 수량(收量)감소는 거의 없는 물 절약형 관개기준(관개간격 및 1회관개량)을 수립코자 연구를 수행했으며, 작물은 가을배추를 대상으로 하였다.

## 재료 및 방법

Theory 가을배추의 노지조건에서 대기의 증발요구량은 잠재증발산량(PET: Potential Evapotranspiration)을 기준치로 삼았으며, 이의 산정은 대형 pan 증발량(Eo)값을 이용하여 개발된 추정모형(Lim, 1987)인 식(1)에 근거하여 산출하였다.

$$PET = 0.712 + 0.705 Eo \quad (1)$$

접수 : 2011. 8. 30 수리 : 2011. 10. 14

\*연락처 : Phone: +82316705453

E-mail: lsn36@hanmail.net

가을배추의 노지조건의 생육시기별 작물계수 (Kc: Crop Coefficient)는 식 (2)에 의하여 산출하였다.

$$Kc = (MET/PET) \tag{2}$$

이때, MET는 가을배추의 생육시기별 해당 기상조건에 따른 최대증발산량 (Maximum ET)이다.

토성별 가을배추의 근권내 유효수분보유량 (AWS: Available Water Storage)은 토성별로 측정된 포장용수량 (FC: Field Capacity)과 위조계수 (WP: Willting Point)값을 이용하여 식 (3)와 같이 구하였다.

$$AWS = FC - WP \tag{3}$$

토양수분 조건에 따른 작물의 증발산량은 유효수분보유량 (AWS)의 함수로서, Fig. 1과 같은 이론에 근거를 두고, 2개의 임계점 (Soil Water Depletion Fraction)인 P1과 P2의 차이 값인 P 값은 Fig. 2와 같은 MET에 대한 함수식을 구하여 산정하였다.

이때, 1회 관개량 (AI: Amount of Irrigation)은 식 (4)과 같이 산정하였다.

$$AI = p \cdot AWS = \int_{t_1}^{t_2} (MET) dt \tag{4}$$

또한, 적정관개간격 (II: Irrigation Interval)은 식 (5)와 같이 산정하였다.

$$II = \frac{AI}{\int_{t_1}^{t_2} (MET) dt / (t_2 - t_1)} \tag{5}$$

**재료 및 방법** 본 연구에서 PET는 최근 30년간 45개 지역별 순별 기상자료의 대형 pan 증발량 (Eo)값을 이용하여 식 (1)에 근거하여 산출하였으며, 식 (1)은 농촌진흥청 농업과학기술원 시험포장 내의 Lysimeter에서 11년간 ('81-'91) PET 및 MET를 실측한 결과에 따라 PET 추정모형 계수 및 가을배추의 생육시기별 작물계수를 구하였다. 토성별 AWS는 3개 토성에 대하여 사양토 36점, 미사질양토 8점, 양토 33점, 총 77점의 토양시료를 채취하여 pressure plate 법 (Klute, 1986) 으로 FC와 WP를 측정된 토성별 평균치 값을 적용하였다. MET의 함수로 나타나는 P값은 같은 포장에서 배추에 대한 토양수분 potential 영향시험 결과 (Eom et al., 1983)에 근거하여 설정하였다.

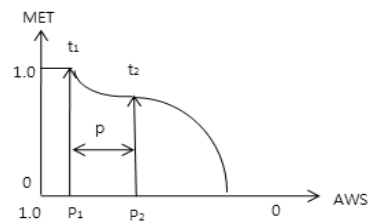


Fig. 1. The relationship between MET and AWS.

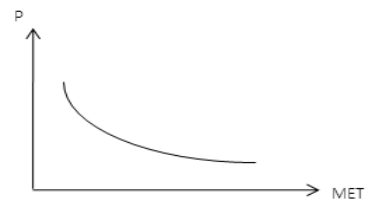


Fig. 2. The relationship between MET and P value.

Table 1. PET of growing seasons for Autumn Chins Cabbage.

(unit : mm day<sup>-1</sup>)

Area	September		October		November		Average
	M	L	M	L	M	L	
Seoul	2.52	2.48	2.26	2.18	1.98	1.70	2.19
Gangneung	2.31	2.24	2.27	2.17	2.20	2.04	2.21
Daegwallyeong	2.06	2.05	2.14	2.18	2.23	2.02	2.11
Wonju	2.41	2.30	2.10	1.93	1.80	1.52	2.01
Inje	2.42	2.27	2.19	1.90	1.86	1.58	2.04
Hongcheon	2.26	2.18	2.06	1.89	1.73	1.49	1.93
Yangpyung	2.26	2.29	2.00	1.82	1.67	1.39	1.91
Icheon	2.19	2.21	1.93	1.70	1.51	1.20	1.79
Incheon	2.54	2.47	2.28	2.18	1.95	1.78	2.20
miryang	2.30	2.27	2.25	2.10	1.94	1.72	2.10
Busan	2.38	2.37	2.28	2.28	2.18	1.95	2.24
Daegu	2.51	2.61	2.53	2.37	2.20	1.89	2.35
Yeongdeok	2.48	2.39	2.31	2.23	2.31	1.93	2.28
Ulleung	2.31	2.33	2.26	2.15	2.11	1.98	2.19
Pohang	2.30	2.28	2.33	2.25	2.18	2.07	2.24
Gwangju	2.44	2.54	2.35	2.18	2.00	1.73	2.21
Mokpo	2.58	2.51	2.43	2.27	2.10	1.82	2.28
Yeosu	2.95	3.02	2.91	2.85	2.59	2.28	2.76
Wando	2.86	2.91	2.83	2.73	2.42	2.08	2.64
Average	2.42	2.41	2.30	2.18	2.05	1.80	2.19

Continued

Area	September			October		November	Average
	M	L	F	M	L	F	
Jangheung	2.45	2.40	2.39	2.19	2.11	1.88	2.24
Namwon	2.31	2.22	2.03	1.91	1.74	1.51	1.95
Buan	2.45	2.48	2.30	2.15	2.00	1.72	2.18
Imsil	2.29	2.35	2.21	2.06	1.86	1.64	2.07
Jeonju	2.37	2.40	2.25	2.10	1.84	1.59	2.09
Jeongeup	2.49	2.51	2.37	2.10	1.92	1.60	2.16
Daejeon	2.37	2.31	2.16	1.99	1.80	1.55	2.03
Buyeo	2.29	2.41	2.12	1.90	1.67	1.41	1.97
Chupung ryong	2.54	2.60	2.48	2.33	2.28	1.97	2.37
Chungju	2.53	2.45	2.19	1.97	1.84	1.62	2.10
Geochang	2.09	2.17	2.04	1.89	1.80	1.54	1.92
Goheung	2.62	2.70	2.55	2.40	2.18	1.95	2.40
Gunsan	2.57	2.63	2.37	2.24	2.11	1.88	2.30
Seosan	2.41	2.41	2.23	2.05	1.85	1.56	2.08
Sokcho	2.59	2.64	2.53	2.33	2.48	2.12	2.45
Suwon	2.45	2.40	2.22	2.08	1.88	1.62	2.11
Yeongju	2.33	2.48	2.28	2.11	2.08	1.78	2.18
Ulsan	2.23	2.34	2.27	2.09	2.08	1.82	2.14
Uljin	2.43	2.54	2.53	2.26	2.41	2.16	2.39
Uiseong	2.36	2.36	2.23	2.13	1.97	1.74	2.13
Jeju	2.63	2.55	2.55	2.47	2.24	2.04	2.41
Jecheon	2.18	2.12	1.93	1.76	1.67	1.36	1.84
Jinju	2.47	2.45	2.43	2.31	2.09	1.82	2.26
Cheongju	2.44	2.37	2.21	2.02	1.82	1.57	2.07
Chuncheon	2.34	2.17	1.95	1.80	1.71	1.49	1.91
Haenam	2.57	2.58	2.43	2.28	2.13	1.87	2.31
Average	2.42	2.42	2.28	2.11	1.98	1.72	2.16

Table 2. Crop coefficient of Autumn Chinese Cabbage.

Growth stage	G-1	G-2	G-3	G-4
Date	9/10~9/25	9/26~10/10	10/11~10/25	10/26~11/10
Kc	0.62	0.94	1.25	1.16

\*G-1 = Growth Stage-1, G-2 = Growth Stage-2  
 G-3 = Growth Stage-3, G-4 = Growth Stage-4.

### 결과 및 고찰

우리나라의 45개 지역에 대하여 가을배추의 주 재배시 기인 9월~11월까지의 최근 30년간의 기상자료와 식 (1)에 의하여 산정된 산정한 순별 PET값은 Table 1과 같다.

일 평균 PET는 이천의 1.79 mm·day<sup>-1</sup>로부터 여수의 2.76 mm·day<sup>-1</sup> 범위였으며, 45개 지역에 대한 평균은 2.17 mm·day<sup>-1</sup>이었다.

가을배추의 식 (2)에 의하여 산정한 생육시기별 작물 계수는 Table 2와 같으며, 가을배추를 정식한 이후 생육 초기에는 0.62를 나타냈고, 생육중기에는 0.94~1.25이었으며, 생육후기에는 1.16을 적용하였다.

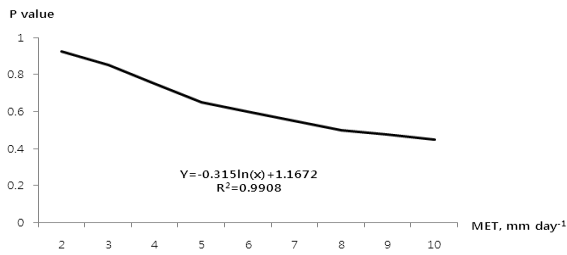
또한, 식 (3)에 의하여 산정한 토성별 유효토양수분보유량 (AWS)은 Table 3과 같다.

봄배추의 최대증발산량 (MET)의 함수로 나타낸 임계점 P값은 Fig. 3과 같다.

**Table 3. AWS (Available Water Storage) according to soil texture. (v/v, %)**

	SL	SiL	L
FC	22.3	35.1	29.4
WP	6.3	10.4	8.7
AWS	16.0	24.7	20.7

FC, Field Capacity  
WP, Willting Point.



**Fig. 3. Soil Water Depletion Fractioxn (P) as a function of MET.**

**Table 4. Irrigation manual of Autumn Chinese Cabbage.**

Area	Texture	Irrigation	G-1	G-2	G-3	G-4
Seoul	SL	A · I	23.27	20.30	18.71	20.71
		I · I	26.6	13.9	9.7	15.2
	L	A · I	29.88	26.26	24.33	26.76
		I · I	35.5	18.7	13.1	20.5
	SiL	A · I	31.21	27.20	25.06	27.76
		I · I	35.5	18.5	13.0	20.3
Gangneung	SL	A · I	24.06	20.59	18.43	19.39
		I · I	31.4	14.8	9.1	11.3
	L	A · I	30.84	26.61	23.98	25.16
		I · I	41.9	19.9	12.3	15.3
	SiL	A · I	32.28	27.59	24.68	25.98
		I · I	41.9	19.8	12.1	15.1
Daegwallyeong	SL	A · I	24.97	21.18	18.38	19.41
		I · I	38.0	16.9	9.0	11.4
	L	A · I	31.94	27.33	23.92	25.17
		I · I	50.6	22.7	12.2	15.3
	SiL	A · I	33.51	28.39	24.61	26.00
		I · I	50.7	22.5	12.0	15.2
Wonju	SL	A · I	23.74	20.95	19.69	21.60
		I · I	29.3	16.1	12.1	18.5
	L	A · I	30.44	27.06	25.52	27.85
		I · I	39.2	21.6	16.4	24.9
	SiL	A · I	31.84	28.09	26.38	28.96
		I · I	39.2	21.4	16.2	24.7
Inje	SL	A · I	23.76	20.75	19.68	21.32
		I · I	29.4	15.4	12.1	17.4
	L	A · I	30.46	26.81	25.51	27.50
		I · I	39.3	20.7	16.3	23.4
	SiL	A · I	31.87	27.81	26.37	28.57
		I · I	39.3	20.5	16.1	23.2
Hongcheon	SL	A · I	22.60	17.99	15.77	16.85
		I · I	23.0	8.2	4.9	6.3
	L	A · I	29.06	23.45	20.75	22.06
		I · I	30.8	11.2	6.7	8.6
	SiL	A · I	30.31	24.09	21.09	22.55
		I · I	30.7	11.0	6.6	8.4

가을배추 재배 형태중 9월 5일 정식을 재배기준으로 삼아 Table 1, 2, 3 및 Fig. 3의 결과를 이용하여 식 (4), 식 (5)에 근거하여 최종적으로 산출한 가을배추의 물절약형 관개간격 및 1회 관개량은 Table 4와 같다.

**요 약**

- 1) 우리나라 전국을 45개 지역으로 구분하여 최근 30년 간의 기상자료 분석에 의한 9월~11월의 일평균 PET는 2.17 mm day<sup>-1</sup> 이었다.
- 2) 토성별 유효토양수분보유량 (AWS)은 사양토 16.0%~미사질양토 24.7% 범위이었다.
- 3) 가을배추의 45개 지역별, 3개 토성 및 6개 순별, 총 810경우의 재배여건에 적합한 물 절약형 적정 관개간격 및 1회관개량을 산정하였다.

Continued

Area	Texture	Irrigation	G-1	G-2	G-3	G-4
Yangpyung	SL	A · I	22.01	17.45	15.27	16.22
		I · I	20.3	7.3	4.4	5.5
	L	A · I	28.34	22.79	20.14	21.30
		I · I	27.2	9.9	6.0	7.5
	SiL	A · I	29.51	23.35	20.41	21.70
		I · I	27.0	9.7	5.8	7.3
Icheon	SL	A · I	22.90	18.29	16.46	16.99
		I · I	24.5	8.8	5.8	6.5
	L	A · I	29.42	23.82	21.59	22.24
		I · I	32.8	12.0	7.9	8.9
	SiL	A · I	30.71	24.49	22.02	22.74
		I · I	32.8	11.8	7.7	8.7
Incheon	SL	A · I	22.39	18.24	16.04	16.40
		I · I	22.0	8.7	5.3	5.7
	L	A · I	28.80	23.76	21.08	21.52
		I · I	29.4	11.8	7.2	7.8
	SiL	A · I	30.02	24.43	21.46	21.95
		I · I	29.3	11.6	7.0	7.6
miryang	SL	A · I	21.95	17.52	15.33	16.41
		I · I	20.0	7.4	4.5	5.7
	L	A · I	28.27	22.87	20.21	21.53
		I · I	26.8	10.0	6.1	7.8
	SiL	A · I	29.44	23.45	20.50	21.96
		I · I	26.7	9.8	5.9	7.6
Busan	SL	A · I	23.01	18.58	16.54	17.47
		I · I	25.1	9.4	5.9	7.3
	L	A · I	29.56	24.16	21.68	22.81
		I · I	33.6	12.7	8.0	9.9
	SiL	A · I	30.86	24.88	22.13	23.38
		I · I	33.5	12.6	7.9	9.7
Daegu	SL	A · I	20.27	15.68	13.45	14.56
		I · I	13.8	4.8	2.9	3.7
	L	A · I	26.22	20.64	17.92	19.27
		I · I	18.6	6.6	3.9	5.1
	SiL	A · I	27.16	20.97	17.95	19.45
		I · I	18.4	6.4	3.8	5.0
Yeongdeok	SL	A · I	21.25	16.35	14.77	15.93
		I · I	17.2	5.6	3.9	5.1
	L	A · I	27.42	21.45	19.52	20.95
		I · I	23.0	7.7	5.3	7.0
	SiL	A · I	28.49	21.87	19.73	21.31
		I · I	22.9	7.5	5.2	6.8
Ulleung	SL	A · I	21.63	17.56	15.52	16.92
		I · I	18.6	7.5	4.7	6.4
	L	A · I	27.88	22.93	20.45	22.15
		I · I	25.0	10.1	6.3	8.7
	SiL	A · I	29.00	23.51	20.76	22.64
		I · I	24.9	10.0	6.2	8.6
Pohang	SL	A · I	21.36	16.90	15.00	16.00
		I · I	17.5	6.4	4.1	5.2
	L	A · I	27.54	22.12	19.81	21.02
		I · I	23.6	8.7	5.6	7.1
	SiL	A · I	28.63	22.61	20.06	21.40
		I · I	23.4	8.5	5.5	7.0

## Continued

Area	Texture	Irrigation	G-1	G-2	G-3	G-4
Gwangju	SL	A · I	22.00	17.23	14.97	15.77
		I · I	20.2	6.9	4.1	4.9
	L	A · I	28.33	22.53	19.78	20.75
		I · I	27.1	9.4	5.6	6.7
	SiL	A · I	29.50	23.06	20.01	21.09
		I · I	27.0	9.2	5.5	6.6
Mokpo	SL	A · I	22.59	18.22	16.00	17.00
		I · I	22.9	8.7	5.2	6.6
	L	A · I	29.04	23.73	21.03	22.25
		I · I	30.7	11.8	7.1	8.9
	SiL	A · I	30.29	24.39	21.40	22.76
		I · I	30.6	11.6	6.9	8.7
Yeosu	SL	A · I	21.53	17.27	15.21	16.21
		I · I	18.2	7.0	4.3	5.5
	L	A · I	27.76	22.57	20.07	21.28
		I · I	24.5	9.5	5.9	7.4
	SiL	A · I	28.86	23.11	20.34	21.68
		I · I	24.3	9.3	5.8	7.3
Wando	SL	A · I	21.89	17.43	15.46	17.06
		I · I	19.7	7.2	4.6	6.7
	L	A · I	28.19	22.76	20.37	22.32
		I · I	26.4	9.8	6.3	9.0
	SiL	A · I	29.35	23.33	20.67	22.84
		I · I	26.3	9.7	6.1	8.9
Jangheung	SL	A · I	22.28	17.66	15.78	17.12
		I · I	21.4	7.6	4.9	6.7
	L	A · I	28.66	23.04	20.76	22.39
		I · I	28.7	10.3	6.7	9.2
	SiL	A · I	29.87	23.64	21.10	22.92
		I · I	28.6	10.2	6.6	9.0
Namwon	SL	A · I	22.65	18.08	16.06	16.58
		I · I	23.25	8.4	5.3	5.9
	L	A · I	29.12	23.56	21.10	21.73
		I · I	31.1	11.4	7.2	8.1
	SiL	A · I	30.37	24.21	21.48	22.18
		I · I	31.0	11.2	7.0	7.9
Buan	SL	A · I	22.00	17.63	15.48	16.36
		I · I	20.2	7.6	4.6	5.7
	L	A · I	28.33	23.01	20.39	21.47
		I · I	27.1	10.3	6.3	7.7
	SiL	A · I	29.50	23.60	20.70	21.89
		I · I	27.0	10.1	6.1	7.5
Imsil	SL	A · I	22.25	17.75	15.62	16.65
		I · I	21.3	7.8	4.8	6.0
	L	A · I	28.64	23.15	20.57	21.81
		I · I	28.6	10.6	6.5	8.2
	SiL	A · I	29.84	23.76	20.89	22.27
		I · I	28.5	10.4	6.3	8.1
Jeonju	SL	A · I	22.19	17.68	15.24	16.09
		I · I	21.0	7.7	4.4	5.3
	L	A · I	28.55	23.07	20.11	21.13
		I · I	28.2	10.4	6.0	7.2
	SiL	A · I	29.75	23.66	20.38	21.52
		I · I	28.1	10.21	5.81	7.07

Continued

Area	Texture	Irrigation	G-1	G-2	G-3	G-4
Jeongeup	SL	A · I	21.91	17.04	14.55	15.88
		I · I	19.8	6.6	3.7	5.1
	L	A · I	28.22	22.29	19.26	20.88
		I · I	26.6	9.0	5.1	6.9
	SiL	A · I	29.38	22.81	19.45	21.24
		I · I	26.4	8.8	5.0	6.7
Daejeon	SL	A · I	21.88	17.45	15.31	16.06
		I · I	19.7	7.3	4.4	5.3
	L	A · I	28.18	22.79	20.18	21.11
		I · I	26.4	9.9	6.0	7.2
	SiL	A · I	29.34	23.36	20.46	21.49
		I · I	26.3	9.7	5.9	7.0
Buyeo	SL	A · I	22.35	17.69	15.64	16.40
		I · I	21.8	7.7	4.8	5.7
	L	A · I	28.75	23.08	20.59	21.52
		I · I	29.2	10.4	6.5	7.8
	SiL	A · I	29.96	23.68	20.91	21.94
		I · I	29.1	10.3	6.4	7.6
Chupung ryong	SL	A · I	20.98	16.46	14.64	15.86
		I · I	16.2	5.8	3.8	5.0
	L	A · I	27.09	21.58	19.37	20.86
		I · I	21.7	7.9	5.2	6.9
	SiL	A · I	28.13	22.02	19.56	21.21
		I · I	21.6	7.7	5.1	6.7
Chungju	SL	A · I	21.80	17.34	14.93	15.49
		I · I	19.3	7.1	4.1	4.6
	L	A · I	28.08	22.66	19.73	20.41
		I · I	25.9	9.6	5.5	6.3
	SiL	A · I	29.22	23.21	19.96	20.72
		I · I	25.8	9.5	5.4	6.2
Geochang	SL	A · I	22.10	17.74	15.78	17.07
		I · I	20.6	7.8	4.9	6.7
	L	A · I	28.45	23.14	20.76	22.33
		I · I	27.7	10.5	6.7	9.1
	SiL	A · I	29.63	23.75	21.11	22.85
		I · I	27.5	10.4	6.6	8.9
Goheung	SL	A · I	22.03	17.51	15.38	16.75
		I · I	20.3	7.4	4.5	6.2
	L	A · I	28.36	22.87	20.27	21.94
		I · I	27.3	10.0	6.1	8.4
	SiL	A · I	29.54	23.44	20.57	22.41
		I · I	27.1	9.8	6.0	8.2
Gunsan	SL	A · I	22.37	18.25	15.84	16.43
		I · I	21.9	8.7	5.0	5.7
	L	A · I	28.78	23.77	20.83	21.55
		I · I	29.3	11.8	6.8	7.8
	SiL	A · I	30.00	24.44	21.18	21.98
		I · I	29.2	11.7	6.7	7.7
Seosan	SL	A · I	21.88	17.32	15.14	16.22
		I · I	19.7	7.1	4.3	5.5
	L	A · I	28.19	22.63	19.97	21.29
		I · I	26.4	9.6	5.8	7.4
	SiL	A · I	29.34	23.18	20.23	21.69
		I · I	26.3	9.4	5.7	7.3

## Continued

Area	Texture	Irrigation	G-1	G-2	G-3	G-4
Sokcho	SL	A · I	20.70	17.11	15.07	16.82
		I · I	15.2	6.7	4.2	6.3
	L	A · I	26.75	22.37	19.89	22.03
		I · I	20.4	9.1	5.7	8.6
	SiL	A · I	27.74	22.90	20.15	22.51
		I · I	20.3	9.0	5.6	8.4
Suwon	SL	A · I	22.12	17.73	15.46	15.81
		I · I	20.7	7.8	4.6	5.0
	L	A · I	28.48	23.14	20.37	20.79
		I · I	27.8	10.5	6.3	6.8
	SiL	A · I	29.66	23.74	20.67	21.14
		I · I	27.7	10.4	6.1	6.6
Yeongju	SL	A · I	20.83	16.62	14.36	15.71
		I · I	15.6	6.0	3.6	4.9
	L	A · I	26.91	21.78	19.04	20.67
		I · I	21.0	8.2	4.9	6.6
	SiL	A · I	27.92	22.24	19.19	21.01
		I · I	20.9	8.0	4.7	6.5
Ulsan	SL	A · I	22.08	17.62	15.04	17.06
		I · I	20.6	7.6	4.2	6.7
	L	A · I	28.43	23.00	19.86	22.32
		I · I	27.6	10.3	5.7	9.0
	SiL	A · I	29.61	23.59	20.10	22.83
		I · I	27.4	10.1	5.5	8.9
Uljin	SL	A · I	21.10	17.14	15.13	16.49
		I · I	16.6	6.8	4.3	5.8
	L	A · I	27.23	22.42	19.97	21.63
		I · I	22.3	9.2	5.8	7.9
	SiL	A · I	28.28	22.94	20.23	22.07
		I · I	22.1	9.0	5.7	7.8
Uiseong	SL	A · I	21.63	17.18	14.90	15.52
		I · I	18.7	6.8	4.0	4.7
	L	A · I	27.88	22.46	19.68	20.45
		I · I	25.0	9.3	5.5	6.3
	SiL	A · I	29.00	22.99	19.91	20.76
		I · I	24.9	9.1	5.4	6.2
Jeju	SL	A · I	22.21	18.07	15.77	16.78
		I · I	21.1	8.4	4.9	6.2
	L	A · I	28.58	23.54	20.75	21.98
		I · I	28.3	11.4	6.7	8.5
	SiL	A · I	29.78	24.19	21.10	22.46
		I · I	28.2	11.2	6.6	8.3
Jecheon	SL	A · I	22.15	17.85	15.62	16.42
		I · I	20.8	8.0	4.8	5.7
	L	A · I	28.50	23.28	20.57	21.53
		I · I	28.0	10.8	6.5	7.8
	SiL	A · I	29.69	23.90	20.89	21.96
		I · I	27.8	10.6	6.3	7.6
Jinju	SL	A · I	21.72	17.46	15.39	16.38
		I · I	19.0	7.3	4.5	5.7
	L	A · I	27.99	22.80	20.29	21.49
		I · I	25.5	9.9	6.2	7.7
	SiL	A · I	29.12	23.37	20.58	21.92
		I · I	25.4	9.7	6.0	7.6



Continued

Area	Texture	Irrigation	G-1	G-2	G-3	G-4
Cheongju	SL	A · I	21.78	17.31	14.98	15.48
		I · I	19.2	7.0	4.1	4.6
	L	A · I	28.06	22.61	19.79	20.40
		I · I	25.8	9.6	5.6	6.3
	SiL	A · I	29.20	23.16	20.02	20.70
		I · I	25.7	9.4	5.5	6.1
Chuncheon	SL	A · I	22.28	17.78	15.50	15.93
		I · I	21.5	7.8	4.6	5.1
	L	A · I	28.67	23.19	20.42	20.94
		I · I	28.8	10.6	6.3	7.0
	SiL	A · I	29.88	23.80	20.73	21.30
		I · I	28.7	10.5	6.2	6.8
Haenam	SL	A · I	21.92	17.46	15.31	16.88
		I · I	19.8	7.3	4.4	6.4
	L	A · I	28.23	22.80	20.18	22.10
		I · I	26.6	9.9	6.0	8.7
	SiL	A · I	29.38	23.37	20.46	22.59
		I · I	26.5	9.7	5.9	8.5

\*A · I = Amount of Irrigation (mm)

\*I · I = Irrigation Interval (day).

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호 : PJ006 8052011)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 인 용 문 헌

Lim, J.N. 1988. Modeling of Estimating Soil Moisture, Evapotranspiration and Yield of Chinese Cabbages from Meteorological Data at Different Growth Stages. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 21(4):386-408.

Eom, K.C., S.K. Ha, S.O. Hur, Y.S. Jung, and K.S. Ryu, Soil water. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 42:102-125.

Eom, K.C., P.K. Jung, M.H. Koh, S.H. Kim, S.Y. Yoo, S.H.

Park, S.O. Hur, and S.K. Ha. 2010. Water Saving Irrigation Manual of Spring Chinese Cabbage. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 43(6):812-822.

Eom, K.C., E.R. Son, and S.H. Yoo, 1983. Fertilizer Responses of Chinese Cabbage to Soil Water Potential. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 16:98-105.

Eom, K.C., K.C. Song, K.S. Ryu, Y.K. Sonn, and S.E. Lee. 1995. Model Equations to Estimate the Soil Water Characteristics Curve Using Scaling Factor. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 28:227-232.

Klute, A. 1986. Water Retention : Laboratory Methods, in Methods of Soil Analysis. Madision. Wisconsin. USA. 635-622.

농촌진흥청. 1982~1996. 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 물리과. 시험연구보고서.

엄기철, 오동식, 송관철, 조인상, 서동욱, 1999. 밭작물 물관리 지침서. 농촌진흥청 농업과학기술원. 65권.