

봄배추의 물 절약형 관개기준 설정

엄기철 · 정필균 · 고문환 · 김상희 · 유성녕¹ · 박소현¹ · 허승오² · 하상건^{3*}

(주)환경수맥 부설 토양연구소, ¹국립한경대학교, ²농촌진흥청, ³농촌진흥청 국립농업과학원

Water Saving Irrigation Manual of Spring Chinese Cabbage

Ki-Cheol Eom*, Pil-Kyun Jung, Mun-Hwan Koh, Sang-Hee Kim, Sung-Yung Yoo¹, So-Hyun Park¹,
Seung-Oh Hur², and Sang-Keun Ha^{3*}

Institute of Soil Science, Environment & Underground Water Ltd., Suwon 906-5, Korea

¹*HanKyeong National University, Ansong, 456-749, Korea*

²*Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea*

³*National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-707, Korea*

Water management is the most important and difficult problems in crop cultivation. The farmers are doing irrigation, those when to irrigate and how much to irrigate, depending on their experiences. The irrigation manual as water saving is possible, those irrigation interval and amount of irrigation, are developed based on the lysimeter experiments carried out by the RDA for 11 years about potential evapotranspiration, crop coefficient. The manual can be used with easy to the farmer without soil sampling and any kinds of sensors measuring soil water status.

Key words: Potential evapotranspiration, Available water storage, Amount of irrigation, Irrigation interval, Irrigation manual

서 언

작물 재배에 있어 물의 중요성에 대하여서는 새삼 언급할 필요가 없겠으나, 농민의 입장에서 볼 때 가장 중요하면서도 가장 어려운 부분이 바로 물관리이다. 농민은 아직도 언제, 어느 만큼 관개해야 되는가를 일부 농민은 자동관개 시스템을 이요하고 있으나, 대부분의 농민은 아직도 경험에 의존하고 있는 실정이다. 자동관개 시스템을 이용하는 농민 또한 각자 토양특성과 기상조건에 적합한 자동관개 기준을 적용하고 있지 못하여 자동관개 시스템의 이용효율이 그다지 높지 못한 편이다 (Eom et al., 2009). 따라서 본 연구에서는 봄배추를 재배하는 농민의 입장에서 별도로 토양수분을 측정하지 않고도 수량 감수가 거의 없는 물 절약형 적정 관개기준 즉, 해당 지역의 기상조건과 농민 각자의 재배토양의 토심에 적합한 적정관개간격과 1회관개량을 사전식으로 쉽게 찾을 수 있는 관개 매뉴얼을 수립코자 하였다.

재료 및 방법

이론 봄배추의 증발산량은 해당지역과 시기별 기상 조건과 작물생육단계 그리고 토양 특성에 좌우된다는 이론하에 식 (1)과 같은 water balance equation (Rattam and Shukla, 2004)에 근거를 두고 산정 할 수 있다.

$$\Delta S = \int_{t_1}^{t_2} \int_{z_1}^{z_2} (R + I - r - ET \pm C) dz dt \quad (1)$$

단, 여기서 ΔS 는 근권 토양수분 보유량의 변화량, R 은 강수량, I 는 관개량, r 은 지표유거량, ET 는 작물의 증발산량, $+C$ 는 근권으로의 지하모세관상승량, $-C$ 는 근권으로부터 지하로의 배수량이며, z 는 토양깊이, t 는 시간을 뜻한다.

본 연구에서 작물에 필요한 관개량을 산정하기 위해 기상조건에 관한 지표인 PET (Potential Evapotranspiration)는 대형 pan 증발량 (E_o)값을 이용하여 개발된 추정모형 (임정남, 1987)인 식 (2)에 근거하여 산출하였다.

접수 : 2010. 11. 15 수리 : 2010. 11. 19

*연락처 : Phone: +82312900337

E-mail: ha0sk@korea.kr

$$PET = 0.712 + 0.705 E_o \quad (2)$$

봄배추의 생육시기별 작물계수 (Kc: Crop Coefficient)는 식 (3)에 의하여 산출하였다.

$$Kc = (MET/PET) \quad (3)$$

단, MET는 봄배추의 생육시기별 해당기상조건에 따른 최대증발산량 (Maximum ET)이다.

토성별 봄배추의 근권내 유효수분보유량 (AWS: Available Water Storage)은 토성별로 측정된 포장용수량 (FC: Field Capacity)과 위조계수 (WP: Wilting Point)값을 이용하여 식 (4)과 같이 구하였다.

$$AWS = FC - WP \quad (4)$$

토양수분 조건에 따른 작물의 증발산량은 유효수분보유량 (AWS)의 함수로서, Fig. 1과 같은 이론에 근거를 두고, 2개의 임계점 (Soil Water Depletion Fraction)인 P1과 P2 의 차이 값인 P 값은 Fig. 2와 같은 원리에 근거하여 MET에 대한 함수식 (Fig. 3)을 구하여 산정하였다 (Eom et al., 1995).

이때, 1회 관개량 (AI: Amount of Irrigation)은 식 (5)와 같이 산정하였다.

$$AI = p \cdot AWS = \int_{t_1}^{t_2} (MET) dt \quad (5)$$

또한, 적정관개간격 (II: Irrigation Interval)은 식 (6)과 같이 산정하였다.

$$II = \frac{AI}{\int_{t_1}^{t_2} (MET) dt / (t_2 - t_1)} \quad (6)$$

재료 및 방법 본 연구에서 PET는 최근 30년간 45개 지역별 순별 기상자료의 대형 pan 증발량 (Eo)값을 이용하여 식 (2)에 근거하여 산출하였으며, 식 (2)는 농촌진흥청 농업과학기술원 시험포장 내의 Lysimeter에서 11년간 (1981-1991) PET 및 MET를 실측한 결과 (농촌진흥청, 1982-1996)에 따라 PET 추정모형 계수 및 봄배추의 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

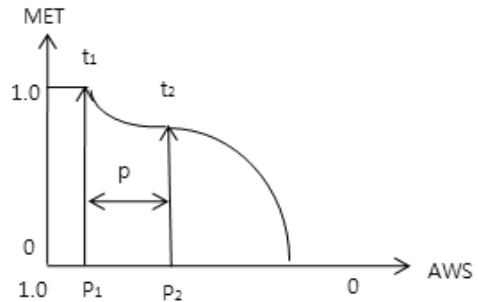


Fig. 1. The relationship between MET and AWS.

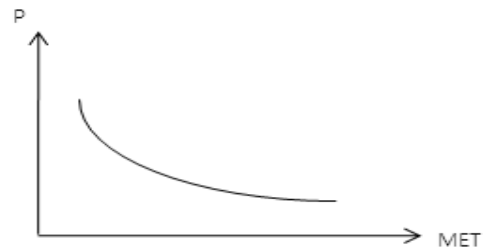


Fig. 2. The relationship between MET and P value.

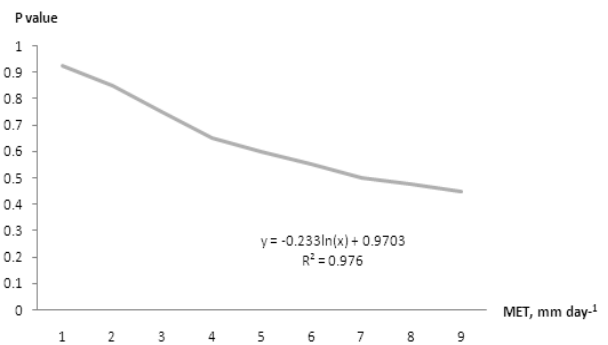


Fig. 3. Soil Water Depletion Fraction (P) as a function of MET.

값을 적용하였다. MET의 함수로 나타나는 P값은 같은 포장에서 배추에 대한 토양수분 potential 영향시험 결과 (Eom et al., 1983)에 근거하여 설정하였다.

결과 및 고찰

우리나라의 45개 지역에 대하여 봄배추의 주 재배시기인 5월~6월까지의 30년간의 기상자료와 식 (2)에 의하여 산정된 순별 PET값은 Table 1과 같다.

봄배추의 식 (3)에 의하여 산정된 생육시기별 작물계수는 Table 2와 같다. 배추를 정식한 이후 생육초기에는 0.81를 나타냈고, 생육중기에는 1.11이었으며, 생육후기에는 1.22를 나타냈다. 이와 같은 작물계수 특성은 생육후기에 다른 작물들이 물 소모량이 작아져 작물

Table 1. PET of growing seasons for spring Chinese cabbage (unit : mm day⁻¹).

Area	Season	May			June		Average
		M	L	E	M	L	
Seoul		2.90	3.12	3.07	3.12	2.77	3.00
Gangneung		3.12	3.30	3.11	2.91	2.61	3.01
Daegwallyeong		3.18	3.16	3.05	2.81	2.29	2.90
Wonju		2.87	3.27	3.11	3.05	3.00	3.06
Inje		3.10	3.46	3.27	3.09	3.10	3.20
Hongcheon		2.71	3.06	2.97	2.83	2.82	2.88
Yangpyung		2.90	3.25	3.15	3.04	2.92	3.05
Icheon		2.62	2.95	2.74	2.78	2.64	2.75
Incheon		2.78	2.97	2.88	2.98	2.70	2.86
miryang		2.92	3.23	3.13	2.97	2.60	2.97
Busan		2.58	2.85	2.72	2.63	2.21	2.60
Daegu		3.55	4.00	3.90	3.69	3.11	3.65
Yeongdeok		3.17	3.70	3.34	3.14	2.70	3.21
Ulleung		3.03	3.21	3.06	2.80	2.38	2.90
Pohang		3.13	3.47	3.25	3.12	2.65	3.12
Gwangju		2.90	3.34	3.26	3.20	2.61	3.06
Mokpo		2.71	2.98	2.90	2.78	2.29	2.73
Yeosu		3.07	3.32	3.17	3.05	2.52	3.03
Wando		2.94	3.26	3.08	2.76	2.25	2.86
Jangheung		2.81	3.18	2.97	2.74	2.19	2.78
Namwon		2.70	3.02	2.87	2.92	2.37	2.78
Buan		2.91	3.18	3.08	2.99	2.63	2.96
Imsil		2.82	3.14	3.03	2.89	2.40	2.86
Jeonju		2.84	3.17	3.16	3.09	2.49	2.95
Jeongeup		2.94	3.41	3.43	3.16	2.79	3.15
Daejeon		2.95	3.25	3.14	3.10	2.65	3.02
Buyeo		2.79	3.16	3.02	2.98	2.66	2.92
Chupung ryong		3.27	3.65	3.39	3.17	2.68	3.23
Chungju		2.98	3.30	3.28	3.31	3.05	3.18
Geochang		2.87	3.15	2.97	2.75	2.35	2.82
Goheung		2.90	3.23	3.11	2.86	2.42	2.90
Gunsan		2.78	2.96	2.95	2.97	2.66	2.87
Seosan		2.95	3.30	3.20	3.04	2.70	3.04
Sokcho		3.38	3.39	3.23	2.84	2.52	3.07
Suwon		2.87	3.15	3.08	3.19	2.78	3.01
Yeongju		3.33	3.58	3.50	3.23	2.90	3.31
Ulsan		2.88	3.19	3.24	2.76	2.41	2.89
Uljin		3.23	3.37	3.20	2.95	2.58	3.07
Uiseong		3.03	3.36	3.29	3.30	2.78	3.15
Jeju		2.84	3.03	2.97	2.85	2.55	2.85
Jecheon		2.86	3.11	3.03	2.97	2.75	2.94
Jinju		3.00	3.25	3.11	2.98	2.44	2.96
Cheongju		2.98	3.31	3.26	3.31	2.74	3.12
Chuncheon		2.81	3.13	3.07	3.15	2.87	3.01
Haenam		2.94	3.25	3.14	2.82	2.39	2.91
Average		2.95	3.25	3.13	3.00	2.62	2.99

계수의 값이 1이하로 되는 것이 일반적인 것과는 달리 생육후기에도 물 소모량이 많은 상태임을 알 수 있다.

또한 식 (4)에 의하여 산정 한 토성별 유효토양수분보유량 (AWS)은 Table 3과 같다. 사양토 (SL)의 포장용수량은 22.3%로 가장 낮은 값을 나타냈고, 미사질양토

(SiL)의 포장용수량이 35.1%로 가장 높은 값을 나타냈다. 위조점의 경우에도 마찬가지로 사양토가 가장 낮은 값, 미사질양토가 가장 높은 값을 보여주고 있다. 양토 (L)는 두 경우 모두 중간의 값을 나타내주고 있다. 또한, 작물의 생육에 중요한 영향을 미치는 유효수분 보유

Table 2. Crop coefficient of Spring Chinese Cabbage.

Early	Middle	Last
0.81	1.11	1.22

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

Parameter [†]	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: Wilting Point, AWS: Available Water Storage.

Table 4. Irrigation manual of spring Chinese cabbage.

Area	Texture	Irrigation	May		June		
			M	L	E	M	L
Seoul	SL	A · I	14.17	15.19	15.13	15.50	15.10
		I · I	6.49	4.94	4.99	4.66	5.02
	L	A · I	18.80	20.04	19.97	20.41	19.94
		I · I	8.86	6.73	6.81	6.35	6.85
	SiL	A · I	18.93	20.30	20.23	20.72	20.19
		I · I	8.64	6.58	6.65	6.21	6.69
Gangneung	SL	A · I	14.33	15.37	15.17	15.27	14.93
		I · I	6.14	4.77	4.96	4.86	5.22
	L	A · I	18.99	20.26	20.02	20.13	19.72
		I · I	8.39	6.50	6.76	6.63	7.12
	SiL	A · I	19.15	20.55	20.28	20.41	19.95
		I · I	8.18	6.35	6.60	6.48	6.96
Daegwallyeong	SL	A · I	14.38	15.22	15.11	15.15	14.58
		I · I	6.05	4.90	5.01	4.97	5.71
	L	A · I	19.05	20.08	19.95	20.00	19.29
		I · I	8.26	6.68	6.84	6.78	7.79
	SiL	A · I	19.21	20.35	20.20	20.26	19.48
		I · I	8.06	6.53	6.68	6.62	7.60
Wonju	SL	A · I	14.15	15.33	15.17	15.42	15.37
		I · I	6.53	4.80	4.96	4.72	4.77
	L	A · I	18.77	20.22	20.01	20.32	20.26
		I · I	8.92	6.54	6.76	6.44	6.50
	SiL	A · I	18.90	20.50	20.28	20.62	20.55
		I · I	8.70	6.39	6.60	6.29	6.36
Inje	SL	A · I	14.31	15.52	15.33	15.46	15.47
		I · I	6.18	4.64	4.80	4.69	4.68
	L	A · I	18.97	20.45	20.21	20.37	20.39
		I · I	8.43	6.32	6.54	6.39	6.38
	SiL	A · I	19.12	20.76	20.50	20.68	20.69
		I · I	8.23	6.18	6.40	6.25	6.23
Hongcheon	SL	A · I	14.03	15.12	15.04	15.17	15.16
		I · I	6.83	5.01	5.10	4.95	4.96
	L	A · I	18.63	19.95	19.85	20.02	20.01
		I · I	9.33	6.83	6.95	6.76	6.77
	SiL	A · I	18.74	20.21	20.10	20.28	20.27
		I · I	9.10	6.67	6.79	6.60	6.61

량은 사양토가 16%, 양토가 20%, 미사질양토가 24.7%를 나타내 주고 있다.

봄배추의 최대증발산량 (MET)의 함수로 나타난 임계점 P값은 Fig. 3과 같다. P 값은 최대증발산량에 따른 토양수분 함량의 감소비율을 의미하며, 작물마다 다르게 나타나는데, 일반적으로 FAO에서는 작물별로 그룹을 만들어 모형식을 작성하여 적용한다.

봄배추 재배 형태중 5월 10일 정식을 재배기준으로 삼아 Table 1, 2, 3 및 Fig. 3의 결과를 이용하여 식 (5), 식 (6)에 근거하여 최종적으로 산출한 봄배추의 적정관개간격 및 1회 관개량은 Table 4와 같다. 이것은 서두에

Table 4. Irrigation manual of spring Chinese cabbage (continued).

Area	Texture	Irrigation	May		June		
			M	L	E	M	L
Yangpyung	SL	A · I	14.17	15.32	15.22	15.41	15.27
		I · I	6.48	4.81	4.91	4.73	4.86
	L	A · I	18.80	20.20	20.07	20.30	20.14
		I · I	8.85	6.56	6.69	6.45	6.62
	SiL	A · I	18.93	20.48	20.34	20.60	20.42
		I · I	8.63	6.41	6.54	6.31	6.47
Icheon	SL	A · I	13.96	15.01	14.80	15.12	14.96
		I · I	7.02	5.12	5.38	5.01	5.18
	L	A · I	18.55	19.82	19.57	19.95	19.77
		I · I	9.58	6.99	7.33	6.83	7.06
	SiL	A · I	18.65	20.07	19.79	20.21	20.00
		I · I	9.35	6.83	7.16	6.67	6.90
Incheon	SL	A · I	14.08	15.03	14.94	15.34	15.03
		I · I	6.70	5.10	5.20	4.80	5.10
	L	A · I	18.69	19.84	19.74	20.22	19.85
		I · I	9.15	6.96	7.10	6.54	6.95
	SiL	A · I	18.81	20.09	19.97	20.51	20.10
		I · I	8.93	6.80	6.93	6.39	6.79
miryang	SL	A · I	14.19	15.29	15.19	15.33	14.92
		I · I	6.45	4.84	4.93	4.80	5.23
	L	A · I	18.82	20.17	20.05	20.22	19.71
		I · I	8.80	6.59	6.72	6.54	7.13
	SiL	A · I	18.95	20.45	20.31	20.50	19.95
		I · I	8.59	6.44	6.57	6.39	6.96
Busan	SL	A · I	13.94	14.91	14.78	14.95	14.48
		I · I	7.09	5.24	5.41	5.19	5.86
	L	A · I	18.52	19.71	19.54	19.75	19.18
		I · I	9.68	7.14	7.38	7.08	8.00
	SiL	A · I	18.62	19.94	19.75	19.99	19.36
		I · I	9.44	6.98	7.21	6.91	7.80
Daegu	SL	A · I	14.65	16.07	15.97	16.13	15.49
		I · I	5.59	4.28	4.33	4.24	4.67
	L	A · I	19.38	21.11	20.99	21.18	20.40
		I · I	7.63	5.82	5.90	5.77	6.36
	SiL	A · I	19.58	21.49	21.36	21.57	20.71
		I · I	7.45	5.70	5.77	5.65	6.22
Yeongdeok	SL	A · I	14.37	15.77	15.41	15.52	15.02
		I · I	6.07	4.46	4.73	4.64	5.11
	L	A · I	19.04	20.74	20.31	20.45	19.84
		I · I	8.28	6.08	6.45	6.32	6.97
	SiL	A · I	19.20	21.09	20.60	20.76	20.08
		I · I	8.08	5.94	6.31	6.18	6.81

Table 4. Irrigation manual of spring Chinese cabbage (continued).

Area	Texture	Irrigation	May		June		
			M	L	E	M	L
Ulleung	SL	A · I	14.27	15.28	15.12	15.14	14.67
		I · I	6.27	4.85	5.00	4.98	5.56
	L	A · I	18.92	20.15	19.96	19.99	19.41
		I · I	8.56	6.62	6.82	6.79	7.58
	SiL	A · I	19.06	20.42	20.22	20.25	19.61
		I · I	8.35	6.46	6.66	6.63	7.40
Pohang	SL	A · I	14.34	15.54	15.32	15.50	14.97
		I · I	6.12	4.63	4.81	4.66	5.17
	L	A · I	19.01	20.46	20.19	20.41	19.77
		I · I	8.36	6.31	6.56	6.35	7.05
	SiL	A · I	19.16	20.78	20.48	20.72	20.01
		I · I	8.15	6.17	6.41	6.21	6.89
Gwangju	SL	A · I	14.17	15.40	15.33	15.59	14.93
		I · I	6.48	4.74	4.80	4.59	5.21
	L	A · I	18.80	20.30	20.21	20.53	19.73
		I · I	8.84	6.46	6.55	6.25	7.11
	SiL	A · I	18.93	20.59	20.49	20.85	19.96
		I · I	8.63	6.31	6.40	6.11	6.95
Mokpo	SL	A · I	14.03	15.04	14.96	15.11	14.58
		I · I	6.82	5.09	5.19	5.01	5.71
	L	A · I	18.63	19.86	19.76	19.95	19.29
		I · I	9.31	6.95	7.07	6.83	7.79
	SiL	A · I	18.75	20.10	19.99	20.21	19.48
		I · I	9.08	6.79	6.91	6.68	7.60
Yeosu	SL	A · I	14.29	15.39	15.24	15.41	14.83
		I · I	6.21	4.75	4.89	4.73	5.34
	L	A · I	18.95	20.28	20.10	20.31	19.60
		I · I	8.48	6.48	6.67	6.45	7.29
	SiL	A · I	19.10	20.58	20.37	20.61	19.82
		I · I	8.28	6.33	6.51	6.30	7.12
Wando	SL	A · I	14.20	15.33	15.15	15.09	14.53
		I · I	6.41	4.81	4.98	5.03	5.78
	L	A · I	18.84	20.21	19.99	19.92	19.24
		I · I	8.75	6.55	6.79	6.87	7.88
	SiL	A · I	18.97	20.49	20.25	20.18	19.42
		I · I	8.54	6.40	6.63	6.71	7.69
Jangheung	SL	A · I	14.11	15.24	15.03	15.07	14.47
		I · I	6.63	4.89	5.10	5.06	5.89
	L	A · I	18.72	20.10	19.85	19.90	19.16
		I · I	9.06	6.66	6.95	6.90	8.04
	SiL	A · I	18.85	20.38	20.10	20.15	19.33
		I · I	8.84	6.51	6.79	6.74	7.84

Table 4. Irrigation manual of spring Chinese cabbage (continued).

Area	Texture	Irrigation	May		June		
			M	L	E	M	L
Namwon	SL	A · I	14.02	15.09	14.94	15.27	14.67
		I · I	6.86	5.04	5.21	4.86	5.57
	L	A · I	18.61	19.91	19.73	20.14	19.41
		I · I	9.37	6.88	7.11	6.62	7.60
	SiL	A · I	18.73	20.17	19.96	20.42	19.60
		I · I	9.14	6.72	6.94	6.47	7.41
Buan	SL	A · I	14.17	15.25	15.14	15.35	14.95
		I · I	6.47	4.88	4.99	4.78	5.20
	L	A · I	18.80	20.11	19.98	20.24	19.75
		I · I	8.84	6.65	6.80	6.52	7.09
	SiL	A · I	18.94	20.39	20.24	20.53	19.98
		I · I	8.62	6.50	6.64	6.37	6.92
Imsil	SL	A · I	14.11	15.21	15.09	15.25	14.69
		I · I	6.62	4.92	5.04	4.88	5.53
	L	A · I	18.73	20.06	19.92	20.11	19.44
		I · I	9.04	6.71	6.87	6.65	7.55
	SiL	A · I	18.85	20.33	20.17	20.38	19.64
		I · I	8.82	6.55	6.71	6.50	7.37
Jeonju	SL	A · I	14.13	15.23	15.23	15.46	14.79
		I · I	6.58	4.89	4.90	4.69	5.39
	L	A · I	18.75	20.09	20.08	20.37	19.56
		I · I	8.98	6.67	6.68	6.39	7.35
	SiL	A · I	18.87	20.37	20.35	20.67	19.77
		I · I	8.76	6.52	6.53	6.25	7.18
Jeongeup	SL	A · I	14.20	15.48	15.49	15.55	15.13
		I · I	6.42	4.68	4.66	4.62	5.00
	L	A · I	18.83	20.39	20.41	20.47	19.97
		I · I	8.77	6.37	6.36	6.30	6.82
	SiL	A · I	18.97	20.70	20.72	20.79	20.22
		I · I	8.56	6.23	6.21	6.16	6.66
Daejeon	SL	A · I	14.20	15.32	15.20	15.47	14.98
		I · I	6.41	4.81	4.92	4.68	5.16
	L	A · I	18.84	20.20	20.06	20.38	19.78
		I · I	8.75	6.56	6.71	6.38	7.04
	SiL	A · I	18.98	20.48	20.32	20.69	20.02
		I · I	8.53	6.41	6.56	6.24	6.88
Buyeo	SL	A · I	14.09	15.23	15.08	15.34	14.98
		I · I	6.67	4.90	5.05	4.80	5.16
	L	A · I	18.70	20.09	19.91	20.22	19.79
		I · I	9.11	6.68	6.88	6.54	7.03
	SiL	A · I	18.82	20.36	20.16	20.51	20.03
		I · I	8.89	6.53	6.72	6.39	6.87

Table 4. Irrigation manual of spring Chinese cabbage (continued).

Area	Texture	Irrigation	May		June		
			M	L	E	M	L
Chupung ryong	SL	A · I	14.44	15.72	15.46	15.55	15.01
		I · I	5.93	4.49	4.69	4.62	5.13
	L	A · I	19.13	20.69	20.37	20.48	19.82
		I · I	8.10	6.12	6.39	6.29	7.00
	SiL	A · I	19.30	21.02	20.67	20.80	20.06
		I · I	7.90	5.99	6.25	6.15	6.83
Chungju	SL	A · I	14.23	15.36	15.34	15.71	15.41
		I · I	6.36	4.77	4.79	4.50	4.73
	L	A · I	18.87	20.25	20.23	20.67	20.31
		I · I	8.68	6.51	6.53	6.13	6.45
	SiL	A · I	19.01	20.54	20.51	21.00	20.61
		I · I	8.47	6.36	6.38	6.00	6.30
Geochang	SL	A · I	14.15	15.21	15.03	15.09	14.64
		I · I	6.53	4.91	5.10	5.04	5.61
	L	A · I	18.78	20.06	19.85	19.92	19.37
		I · I	8.91	6.70	6.96	6.87	7.66
	SiL	A · I	18.90	20.33	20.09	20.17	19.56
		I · I	8.70	6.55	6.80	6.71	7.48
Goheung	SL	A · I	14.17	15.29	15.17	15.21	14.72
		I · I	6.49	4.84	4.95	4.92	5.49
	L	A · I	18.80	20.17	20.02	20.06	19.47
		I · I	8.86	6.59	6.75	6.70	7.50
	SiL	A · I	18.93	20.45	20.29	20.33	19.67
		I · I	8.64	6.44	6.59	6.55	7.32
Gunsan	SL	A · I	14.08	15.03	15.01	15.33	14.99
		I · I	6.69	5.11	5.12	4.80	5.15
	L	A · I	18.69	19.84	19.83	20.21	19.79
		I · I	9.13	6.97	6.99	6.55	7.02
	SiL	A · I	18.81	20.09	20.07	20.49	20.03
		I · I	8.91	6.80	6.82	6.40	6.86
Seosan	SL	A · I	14.20	15.37	15.27	15.41	15.03
		I · I	6.41	4.77	4.86	4.73	5.10
	L	A · I	18.84	20.26	20.13	20.31	19.85
		I · I	8.75	6.50	6.63	6.45	6.96
	SiL	A · I	18.98	20.55	20.41	20.60	20.09
		I · I	8.54	6.35	6.48	6.30	6.80
Sokcho	SL	A · I	14.52	15.45	15.29	15.18	14.83
		I · I	5.79	4.70	4.84	4.94	5.35
	L	A · I	19.23	20.36	20.16	20.03	19.60
		I · I	7.91	6.40	6.60	6.74	7.29
	SiL	A · I	19.41	20.66	20.44	20.29	19.82
		I · I	7.72	6.26	6.45	6.59	7.12

Table 4. Irrigation manual of spring Chinese cabbage (continued).

Area	Texture	Irrigation	May		June		
			M	L	E	M	L
Suwon	SL	A · I	14.14	15.21	15.15	15.58	15.12
		I · I	6.54	4.91	4.98	4.60	5.01
	L	A · I	18.77	20.07	19.99	20.51	19.95
		I · I	8.93	6.70	6.79	6.27	6.83
	SiL	A · I	18.90	20.34	20.25	20.83	20.21
		I · I	8.72	6.55	6.63	6.13	6.67
Yeongju	SL	A · I	14.49	15.65	15.57	15.62	15.25
		I · I	5.86	4.54	4.60	4.57	4.88
	L	A · I	19.18	20.60	20.50	20.56	20.11
		I · I	7.99	6.19	6.27	6.22	6.65
	SiL	A · I	19.36	20.93	20.82	20.88	20.38
		I · I	7.80	6.05	6.13	6.09	6.50
Ulsan	SL	A · I	14.15	15.25	15.30	15.09	14.71
		I · I	6.52	4.87	4.83	5.03	5.51
	L	A · I	18.78	20.12	20.18	19.92	19.45
		I · I	8.90	6.64	6.58	6.86	7.52
	SiL	A · I	18.91	20.39	20.46	20.18	19.65
		I · I	8.68	6.49	6.43	6.70	7.34
Uljin	SL	A · I	14.41	15.44	15.27	15.30	14.90
		I · I	5.99	4.71	4.86	4.83	5.26
	L	A · I	19.09	20.34	20.13	20.18	19.69
		I · I	8.17	6.42	6.63	6.58	7.17
	SiL	A · I	19.26	20.64	20.41	20.46	19.91
		I · I	7.98	6.27	6.48	6.43	7.00
Uiseong	SL	A · I	14.27	15.42	15.36	15.69	15.12
		I · I	6.27	4.72	4.78	4.51	5.00
	L	A · I	18.92	20.32	20.24	20.65	19.96
		I · I	8.56	6.44	6.51	6.15	6.82
	SiL	A · I	19.06	20.62	20.53	20.99	20.22
		I · I	8.35	6.29	6.37	6.01	6.66
Jeju	SL	A · I	14.12	15.09	15.03	15.19	14.87
		I · I	6.59	5.04	5.10	4.93	5.30
	L	A · I	18.74	19.92	19.85	20.05	19.65
		I · I	9.00	6.87	6.95	6.72	7.23
	SiL	A · I	18.87	20.17	20.10	20.31	19.87
		I · I	8.78	6.71	6.79	6.57	7.06
Jecheon	SL	A · I	14.14	15.17	15.09	15.33	15.09
		I · I	6.56	4.96	5.04	4.80	5.04
	L	A · I	18.76	20.01	19.92	20.21	19.92
		I · I	8.95	6.76	6.87	6.54	6.87
	SiL	A · I	18.89	20.28	20.17	20.50	20.17
		I · I	8.73	6.60	6.71	6.39	6.71

Table 4. Irrigation manual of spring Chinese cabbage (continued).

Area	Texture	Irrigation	May		June		
			M	L	E	M	L
Jinju	SL	A · I	14.24	15.31	15.17	15.34	14.74
		I · I	6.32	4.82	4.95	4.79	5.46
	L	A · I	18.89	20.19	20.02	20.23	19.50
		I · I	8.62	6.57	6.75	6.53	7.45
	SiL	A · I	19.03	20.48	20.28	20.52	19.70
		I · I	8.41	6.42	6.60	6.38	7.27
Cheongju	SL	A · I	14.23	15.37	15.32	15.71	15.08
		I · I	6.35	4.76	4.81	4.50	5.05
	L	A · I	18.87	20.26	20.20	20.67	19.91
		I · I	8.67	6.49	6.55	6.13	6.89
	SiL	A · I	19.01	20.56	20.49	21.01	20.16
		I · I	8.46	6.35	6.40	6.00	6.73
Chuncheon	SL	A · I	14.11	15.20	15.13	15.53	15.22
		I · I	6.64	4.93	4.99	4.64	4.91
	L	A · I	18.72	20.05	19.97	20.45	20.08
		I · I	9.06	6.72	6.81	6.32	6.69
	SiL	A · I	18.84	20.32	20.23	20.76	20.35
		I · I	8.84	6.57	6.65	6.18	6.54
Haenam	SL	A · I	14.19	15.31	15.20	15.16	14.69
		I · I	6.43	4.82	4.92	4.97	5.54
	L	A · I	18.83	20.19	20.06	20.00	19.43
		I · I	8.77	6.57	6.71	6.77	7.56
	SiL	A · I	18.96	20.47	20.32	20.26	19.63
		I · I	8.56	6.42	6.56	6.62	7.38

* A·I = Amount of Irrigation, mm

* I = Irrigation Interval, day.

언급했듯이 기상조건이 다른 45개 지역에 대해 봄배추의 생육단계별로 1회관개량과 관개간격을 언급하고 있기 때문에 농민들이 이 표를 매뉴얼로 해서 배추 재배시에 적용한다면 작물재배의 어려움 중에 하나인 물관리를 손쉽게 할 수 있을 것이다. 그러나, 이 매뉴얼을 사용함에 주의할 사항은 이러한 관개량이 무강우를 기준으로 하고 있다는 것이고, 평지조건 및 지하수위가 높지 않은 조건이라는 점은 염두에 두어야 한다.

요 약

1. 우리나라 전국을 45개 지역으로 구분하여 최근 30년간의 기상자료 분석에 의한 5월~6월의 일평균 PET는 2.99 mm day⁻¹ 이었다.
2. 토성별 유효토양수분보유량 (AWS)은 사양토 16.0%~미사질양토 24.7% 범위이었다.

3. 봄배추의 45개 지역별, 3개 토성 및 5개 순별, 총 675경우의 재배여건에 적합한 물 절약형 적정 관개간격 및 1회 관개량을 산정하였다.

사 사

본 연구는 RDA-Agenda Project 5-12-33 (leader: 정필균)과제로 수행되었음.

인 용 문 헌

Eom, K.C., E.R. Son, and S.H. Yoo. 1983. Fertilizer Responses of Chinese Cabbage to Soil Water Potential. Korean J. Soil Sci. Fert. 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 J. Soil Sci. Fert. 28:227-232.
- Eom, K.C., S.K. Ha, S.O. Hur, Y.S. Jung, and K.S. Ryu. 2009. Soil Water. Korean J. Soil Sci. Fert. 42:102-125.
- Klute, A. 1986. Water Retention: Laboratory Methods, in Methods of Soil Analysis. Madison. Wisconsin. USA. pp. 635-662.
- Rattam L. and M.K. Shukla. 2004. Principles of Soil physics. Marcel Dekker Inc. NY. pp. 255-514.
- 농촌진흥청. 1982-1996. 농업과학기술원 토양물리과. 시험연구보고서.
- 임정남. 1987. 기상자료에 의한 배추의 생육시기별 토양 수분 증발산량 및 수량 추정모형에 관한 연구. 서울대학교 대학원 농학박사 학위논문. pp. 27-34.