

수도작 포장 균평도의 연중 변화 분석

성제훈* · 장순우

농촌진흥청 농업공학연구소

Analysis of Elevation Variation within a Rice Paddy Field

Je-Hoon Sung* and Soon-Woo Jang

National Institute of Agricultural Engineering, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

Elevation differences within a paddy field relate strongly to plant health, crop homogeneity, and pest control. For precision agriculture (PA), the elevation within a field should be precisely controlled. We analyzed variation in elevation within two rice paddies over one crop cycle. The study took place in two rectangular plots (Field A and Field B, each 50 m × 30 m). Elevations within the two plots were measured by a laser-equipped surveying instrument, that could determine elevations to precisions of 1 mm. The test fields were divided into grids with 30 squares; elevation was measured at the center of each 5 × 10-m grid square. This study measured elevation during nine observation periods from pre-plowing to post-harvest. Descriptive statistics showed the highest elevations after plowing due to soil disturbance. One-way analysis of variance (ANOVA) revealed significant elevation differences before and after plowing and transplanting, although elevations were similar over the period of crop growth. Comparison of pre-plowing and post-harvest data showed differences in elevations, indicating that elevation changes occurred during plowing, rice transplanting, plant growth, and harvesting. In summary, the above statistical analyses indicated that elevation changes occurred due to plowing but not during the plant growth season or due to harvesting.

Key words : Elevation, Paddy field

서 언

작물생육에 영향을 주는 토양의 이화학적 성질, 균평 정도, 물의 흐름 등이 포장내 위치별 또는 포장별로 다르기 때문에 농산물의 질과 양 또한 변이를 가지고 있다. 이렇게 포장내 위치별로 작물 생산능력과 작물 생육상태에 차이가 있으므로, 각 위치별로 적당한 시기에 변량 시비와 같은 적절한 처리를 수행함으로써 농자재의 과다투입으로 인한 환경오염을 줄이면서 농지를 적정하게 활용하는 농업이 정밀농업이다 (Sudduth et al., 1996). 따라서, 위치별로 최적의 농작업을 수행하기 위하여 위치별 포장정보 취득과 변이 분석이 정밀농업 주요 내용 중 하나이다.

포장정보 중 포장의 지형은 매년 크게 변하지 않으나, 균평 정도와 포장내 위치별 고저차는 경운 작업 등으로 매년 변할 수 있다. 포장의 고저차와 균평 정도는 토양특성, 물 흐름 등에 영향을 미쳐 궁극적으로 농업 생산물의 질과 양에 큰 영향을 미친다 (Westphalen et al., 2004). 따라서 포장내 위치별로 적

당한 시기에 적절한 처리를 수행하기 위해서는 매년 달라지는 포장 고저차를 측정하고 포장내 고저차의 공간변이를 이해하여 농작업 수행에 이용하는 것이 바람직하다.

앞에서 언급한 대로 정밀농업에서는 포장내 위치별 특성에 따라 적당한 시기에 위치별 변량 시비와 같은 적절한 농작업 처리를 수행해야 하는데, 포장내 위치별 고저차에 따라 작물 생육중에 양분이동이 달라질 수 있다. 눈을 전면경운하는 경우 토양이 이동되어 매년 균평작업을 다시 해야 하고, 무논정지하는 과정에서 관개수에 의해 토양과 비료의 유실이 발생되기도 한다.

작물 생육중에는 포장의 균평이 고르지 못하면 양분 이동이 균일하지 않아 생육이 불균일하게 되며 물관리도 어렵다. 반면, 포장이 고르면 제초제 처리에 의한 잡초방제효과도 인정되었다 (Cha et al., 1997). 일반적으로 수도작 생육중에는 포장내 고저차가 변하지 않는 것으로 보고 농작업을 수행하고 있으나, 포장내 고저차가 변하지 않는다는 것을 측정하여 논리적으로 분석한 보고는 없다.

포장내 공간변이를 해석하고 표현하고자 하는 연구는 국내외적으로 많이 이루어 졌다. Kravchenko

접수 : 2005. 7. 13 수리 : 2005. 8. 19

*연락처 : Phone: +82312901867,

E-mail: jhsung@rda.go.kr

(2003)은 정밀농업의 효과는 토양 이화학성을 얼마나 정확하고 효과적으로 지도화하느냐에 달려있다고 보고, 토양 시료 채취 밀도를 달리해가면서 격자 토양 시료 채취 방법에 대해 고찰했으며, 내삽 알고리즘간의 차이도 분석했다. Brown and Bara (1994)는 세미베리어그램 (semi-variogram)을 사용해서 포장 고저차, 경사, 곡률 데이터에 들어있는 조직 에러 (systematic error)를 없앨 수 있음을 보고했다.

우리나라에서는 Cha et al. (1997)이 이앙 전의 균평 정도는 이앙 후 결주나 뜬모 발생과 밀접한 관련이 있음을 밝혔다. Sung et al. (2005)은 수도작 포장내 위치별 고저차를 효율적으로 측정하기 위한 받침대 형상을 분석했다. 분석결과 우리나라의 일반적인 이앙 간격인 조간 30 cm, 주간 11 cm ~ 14 cm 이앙폭에 알맞은 받침대로 가로는 조간의 1/3 크기인 10 cm, 세로는 두 주간의 간격인 24 cm 크기의 직사각형 받침대를 선정하여 보고했다.

본 연구는 벼를 이앙하기 전부터 작물 생육중, 수확 후까지 포장내 위치별 고저차를 측정해서 연중 수도작 포장의 포장내 위치별 고저차 변화 정도를 분석하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

시험포장 시험포장은 경기도 수원시 임북동에 위치한 50 m × 30 m 직사각형 형태의 논 두 개

(Field A, Field B)이다 (Fig. 1). 실험은 2005년에 수행했다. 관계수는 Fig. 1과 같이 오른쪽 위에서 왼쪽 아래로 흐른다. 2005년 4월 20일에 일품벼를 파종하여 5월 18일에 이앙하였으며, 이앙 직전에 토양조사 결과를 이용하여 환경보전형 시비기준에 따라 기비했다. 질소, 인산, 칼륨 비료는 각각 요소, 용과린, 염화가리를 사용하였다. 질소의 경우 기비, 분얼비를 각각 70%, 30%로 나누어 시비하였으며, 인산은 전량 기비로 하였다. 칼륨은 기비와 분얼비를 각각 70%, 30%로 나누어 시비하였다. 인산과 칼륨 시비추천량은 최저 3 kg/10a였다.

포장 내 고저차는 정밀측량기 (model TPS-System, Leica Co., Heerbrugg, Switzerland)를 사용했다. 측정 원리는 측량기에서 레이저를 송신하고 수신기에서 레이저를 수신해서 포장내 위치별 고저차를 1 mm 정밀도로 측정한다.

농작업과 측정일자는 Fig. 2와 같다. 언 땅이 녹은 직후 (3월 29일)에 미경운 상태엿 1차로 고저차를 측정했고, 경운 (4월 21일)후에 2차 측정, 균평작업 (5월 16일)과 이앙 (5월 18일) 후에 3차 측정했다. 이앙 후에는 생육기간중 약 15일 간격으로 동일위치를 6회 측정했고, 수확후 1회 더 측정 (11월 5일)했다.

균평 측정 시험포장은 포장내 위치별 고저차를 측정하기 위해 Fig. 1과 같이 5 m × 10 m 단위로 각 시험 포장을 30개 구역으로 구분하여 각 격자의

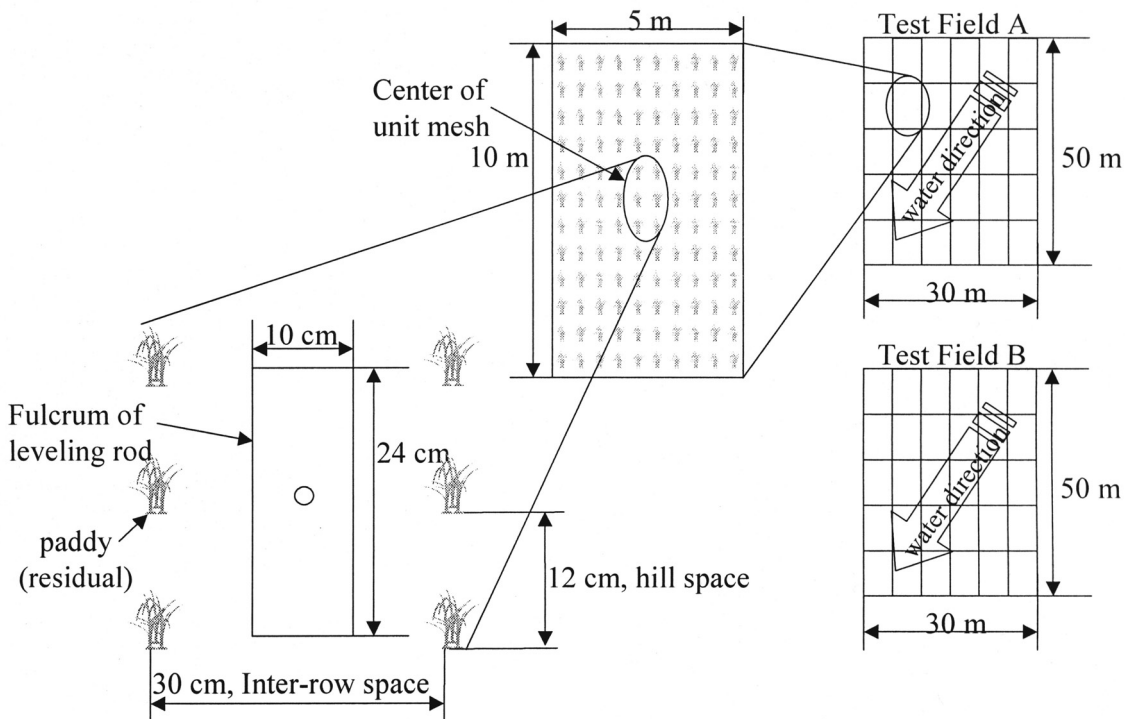


Fig. 1. Experimental paddy, direction of irrigation water flow, and grid size for elevation measurements.

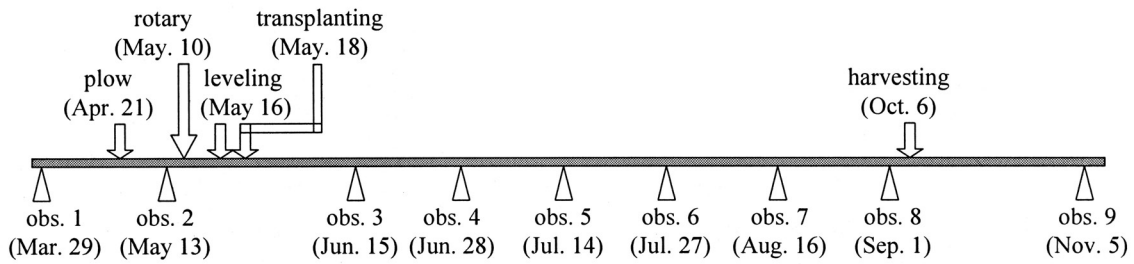


Fig. 2. Farming and data-collection schedules.

중심부분에서 고저차를 측정했다. 구획중심부분에서 3점을 측정한 후 평균한 값을 그 구획의 고저차값으로 취했다. 측정점은 위치를 표시해 두고 매 측정시마다 동일 위치를 측정했다.

Fig. 2와 같이 일년 동안의 포장 고저차 변화를 보기 위해, 경운과 로타리전에 고저차를 측정 (3월 29일, obs. 1)하고, 로타리와 이앙 사이에도 고저차를 측정 (5월 13일, obs. 2)했다. 이앙 후에는 물떼기 전까지 약 보름 간격으로 6회 포장 고저차를 측정 (obs. 3, obs. 4, obs. 5, obs. 6, obs. 7, obs. 8)했다. 수확작업이 포장 고저차 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 수확작업 후에도 측정 (11월 5일, obs. 9)했다.

데이터 분석 포장 고저차는, 포장내 30위치에서 측정한 값의 최저값을 찾아 그 최저값과 각 위치별 측정값 간의 차이를 해당 위치의 고저차로 이용했다.

경운 전후의 고저차 변화를 보기 위해 경운과 무논 로타리전후에 측정한 고저차를 비교했으며, 이앙 전후 고저차 변화를 보기 위해 경운과 로타리후 측정한 고저차와 이앙 후에 측정한 고저차를 비교했다. 이앙 후 작물 생육기간중에 고저차 변화를 분석하기 위해 이앙 후부터 물떼기 전까지 약 보름 간격으로 6회 측정한 고저차를 분석했다. 수확작업이 포장 고저차 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 수확작업 전후 포장 고저차를 분석했다. 끝으로 연중 변화를 보기 위해 경운 전부터 수확후까지 모든 측정 데이터를 비교 분석했다.

본 연구에서 사용한 자료의 기술통계와 상관 분석은 SAS (version 8.01, SAS Institute Inc., North Carolina, USA)를 이용하였으며, 공간변이 해석은 GS+ (version 5.2, Gamma Design software, Michigan, USA)를 사용했고, 지도는 Surfer (version 8.03, Golden software Inc., Colorado, USA)를 이용하여 그렸다.

비교하는 데이터는 비교 데이터간의 분포가 같은지를 보기 위해 Levene의 동질성 검정 (Lavené's test for homogeneity of y variance)을 수행했다. 동질성 검정에서 등분상성을 만족하는 경우 일원분산분석을

수행하고, 분산분석 결과 귀무가설을 기각하는 경우에만 단칸 검정 (Duncan's Multiple Range Test)을 수행했다.

결과 및 고찰

기술통계 분석 일년 동안의 포장 고저차 변화를 분석하기 위해 이앙 전부터 수확후까지 9회 포장 고저차를 측정한 데이터의 기술통계는 Table 1과 같다. 고저차의 평균은 69.22 mm ~ 101.12 mm로 나타났는데, 경운과 로타리 후 고저차가 가장 컸고, 이앙 직후 고저차가 가장 작았다. 그 이유는 경운작업 전까지 다져져 있던 토양이 경운작업으로 교란되었기 때문으로 판단된다. 비대칭 정도를 알 수 있는 왜도도 경운과 로타리 후 -1.0402로 다른 시기에 비해 컸고, 첨도도 2.1001로 경운작업후 포장 고저차 값이 정규분포의 경우보다 대표값 주위에 더 많이 밀집되어 있는 것을 알 수 있다.

이앙후 벼가 생육하는 동안의 고저차는 69.22 ~ 73.33 mm로 변화가 일정했다. 수확작업후 고저차의 변화가 조금 커졌는데 (78.00 mm), 그 이유는 콤바인 작업에 의한 다짐 정도의 차이 때문으로 판단된다.

그래프와 지도 비교 일년 동안의 포장 고저차 변화를 분석하기 위해 이앙 전부터 수확후까지 9회 포장 고저차를 측정한 데이터를 그래프로 나타내 비교하였다. Figure 3은 경운전부터 수확후까지 9회 측정한 자료의 포장내 30개 지점별 고저차를 나타낸 것이다. 경운작업 전까지 다져져 있던 토양이 경운작업으로 교란되어 경운후에 측정한 고저차 (obs. 2)가 다른 시기에 측정한 자료에 비해 값이 더 큼을 알 수 있다.

경운전부터 수확후까지 이앙 후 작물 생육기간중에 고저차 변화를 분석하기 위해 이앙 후부터 물떼기 전까지 약 보름 간격으로 6회 측정한 고저차와 수확후 측정한 고저차를 그래프로 나타내 비교하였다 (Fig. 3). 수확후에 측정한 고저차 (obs. 9)가 콤바인 작업에 의한 다짐 정도의 차이 때문에 다른 시기에 측정

Table 1. Descriptive statistics of elevation measurements for the study period.

		Observation date(mm)								
		(Mar. 29)	(May 13)	(Jun. 15)	(Jun. 28)	(Jul. 14)	(Jul. 27)	(Aug. 16)	(Sep. 1)	(Nov. 5)
		obs. 1	obs. 2	obs. 3	obs. 4	obs. 5	obs. 6	obs. 7	obs. 8	obs. 9
avg. †	Field A	62.1	86.7	45.67	45.4	45.57	45.3	45.93	46.63	55.97
	Field B	66.07	72.53	52.77	48.53	47.63	47.6	51.73	45.77	49.03
std. †	Field A	22.83	25.68	17.53	17.06	16.94	18.86	17.64	18.17	19.65
	Field B	20.22	20.64	20.6	19.6	20.09	19.77	20.55	21.04	22.29
std. err. §	Field A	4.17	4.69	3.2	3.12	3.09	3.44	3.22	3.32	3.59
	Field B	3.69	3.77	3.76	3.58	3.67	3.61	3.75	3.84	4.07
variance	Field A	307.33	291.15	286.88	355.53	311.03	330.1	521.27	659.67	385.96
	Field B	408.82	428.98	424.32	374.33	403.41	390.8	422.2	422.74	497
C.V. †	Field A	36.8	29.6	38.4	37.6	37.2	41.6	38.4	39	35.1
	Field B	30.6	28.5	39	40.4	42.2	41.5	39.7	46	45.5
max. †	Field A	105	131	70	71	71	69	68	70	87
	Field B	98	105	89	80	76	80	86	84	87
median	Field A	68	90.5	47	48.5	45.5	46.5	49.5	50	61
	Field B	68	73.5	55.5	48.5	53	48	54.5	47	48.5
Skewness	Field A	-0.6254	-1.2627	-0.8641	-0.9156	-0.7705	-0.7152	-0.8176	-0.9114	-0.9456
	Field B	-1.191	-1.4041	-0.4824	-0.5729	-0.6338	-0.5804	-0.7513	-0.4131	-0.4767
Kurtosis	Field A	0.5137	3.2773	0.6095	0.767	0.5869	0.0041	0.2962	0.6472	0.7569
	Field B	2.6726	4.0761	0.3078	0.05	-0.168	0.0359	0.3534	-0.36	-0.2214

† avg.=average, † std.=standard deviation, § std. err.=standard error, † C.V.=coefficient of variation, † max.=maximum

한 자료에 비해 값이 더 큼을 알 수 있다. 9회 측정된 데이터의 시기별 지도는 Fig. 4와 같다.

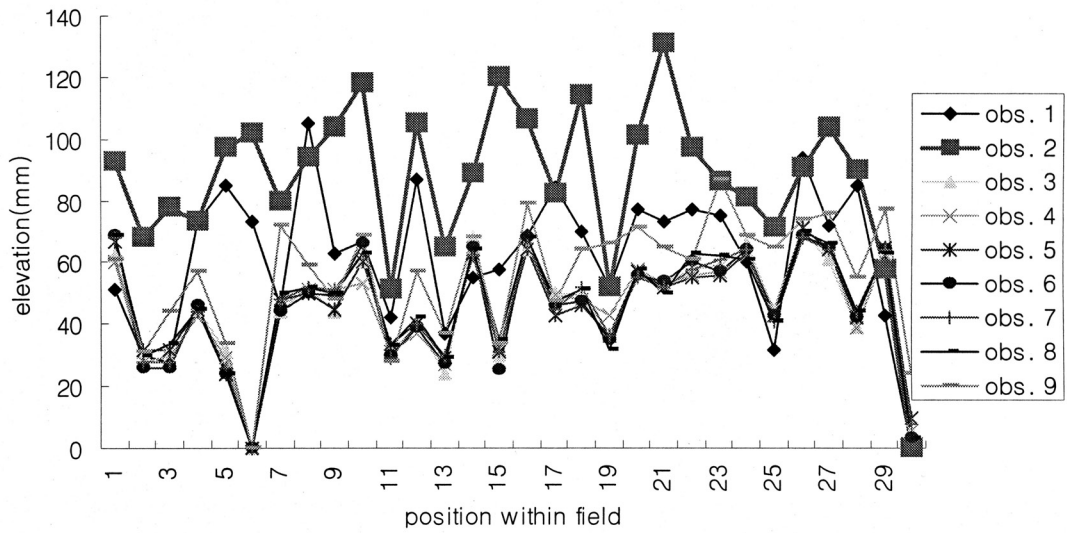
일원 분산분석

경운 및 로타리 전후 비교 경운과 로타리 작업에 따라 포장 고저차가 어느 정도 변하는지를 분석하기 위해 경운 (4월 21일)과 무는 로타리 작업 (5월 10일) 전 (obs. 1)과 후 (obs. 2)의 포장 고저차를 측정하여 분석했다. 경운과 로타리 작업 전후에 포장 고저차가 같다는 귀무가설을 세우고, 작업 전후 측정 데이터의 분포가 같은지를 보기 위해 Levene의 동질성 검정을 수행한 결과, Field A는 $Pr>F$ 값이 0.6452 ($F=0.21$)이고, Field B는 $Pr>F$ 값이 0.9425 ($F=0.01$)로 0.05보다 충분히 커서 두 시험구 모두 등분산성을 만족했다. 두 데이터 간의 차이를 보기 위해 일원 분산분석을 수행했고 분산분석결과는 Table 2와 같다. $Pr>F$ 확률이 Field A는 0.0002로 유의수준 0.05보다 작지만, Field B는 0.2252로 0.05보다 컸다. 따라서 Field A는 귀무가설을 기각하여 경운과 로타리 작업에 따라 포장 고저차가 변했다고 볼 수 있고, Field B는 귀무가설을 기각할 수 없어 경운과 로타리 작업에 따라 포장 고저차가 변하지 않음을 알 수 있다. 던칸 다중검정 결과도 Field A의 obs. 1 고저차 평균은 86.70 mm이고 obs. 2의 고저차 평균은 62.10 mm로 두 개의 집단으로 구분했으나, Field

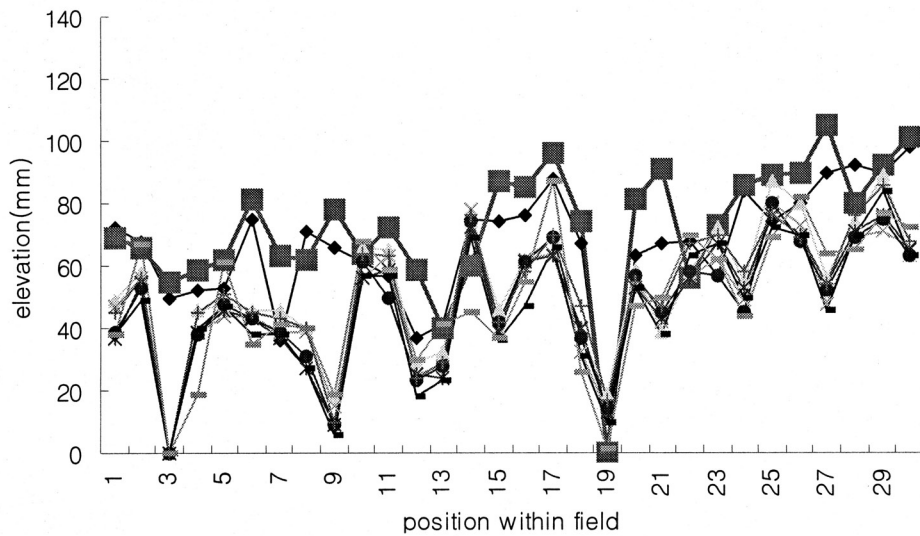
B의 obs. 1의 고저차 평균은 72.53 mm이고 obs. 2의 고저차 평균은 66.07 mm로 한 개의 집단으로 구분했다.

이랑 전후 비교 이랑 전과 후 포장 고저차가 어느 정도 변하는지를 관찰하기 위해 이랑작업 (5월 19일) 전 (obs. 2)과 후 (obs. 3)에 포장 고저차를 측정하여 분석했다. 이랑 전과 후의 포장 고저차가 같다는 귀무가설을 세우고, 작업 전후 측정 데이터의 분포가 같은지를 보기 위해 Levene의 동질성 검정을 수행한 결과, Field A는 $Pr>F$ 값이 0.2064 ($F=1.63$)이고, Field B는 $Pr>F$ 값이 0.9938 ($F=0.00$)로 0.05보다 충분히 커서 두 시험구 모두 등분산성을 만족했다. 두 데이터 간의 차이를 보기 위해 일원 분산분석을 수행했고 분산분석결과는 Table 3과 같다. $Pr>F$ 확률이 Field A는 $<.0001$, Field B는 0.0005로 0.05보다 작아 귀무가설을 기각하여 두 시험구 모두 이랑작업에 따라 포장 고저차가 변했음을 알 수 있다. 던칸 다중검정 결과도 Field A의 obs. 2 고저차 평균은 86.70 mm이고 obs. 3의 고저차 평균은 45.67 mm, Field B의 obs. 2 고저차 평균은 73.53 mm이고 obs. 3의 고저차 평균은 52.77 mm로 두 개의 집단으로 구분했다.

작기중 변화 관찰 이랑 후 벼 생육기간 중 포장 고저차가 어느 정도 변하는지를 분석하기 위해 이랑



Field A



Field B

Fig. 3. Within-field elevation data from plowing to harvest

작업 (5월 19일) 후부터 수확을 위한 물떼기 전까지 약 보름 간격으로 6회 포장 고저차를 측정하여 분석했다. 작물 생육 기간 중 포장 고저차가 변하지 않는다는 귀무가설을 세우고, 측정 데이터의 분포가 같은지를 보기 위해 Levene의 동질성 검정을 수행한 결과, Field A는 $Pr>F$ 값이 0.9940 ($F=0.09$) 이고, Field B는 $Pr>F$ 값이 0.9987 ($F=0.05$)로 0.05보다 충분히 커서 두 시험구 모두 등분산성을 만족했다. 6회 측정간의 차이를 보기 위해 일원 분산분석을 수행했고 분산분석결과는 Table 4와 같다. $Pr>F$ 확률이 Field A

는 0.9998, Field B는 0.7553으로 0.05보다 충분히 커 귀무가설을 기각할 수 없으므로 두 시험구 모두 작물 생육 기간중에는 포장 고저차가 변하지 않음을 알 수 있다.

수확작업 후 변화 관찰 수확작업 후 포장 고저차가 어느 정도 변하는지를 분석하기 위해 수확 전 (9월 1일)과 후 (11월 5일)에 포장 고저차를 측정하여 분석했다. 수확작업으로 포장 고저차가 변하지 않는다는 귀무가설을 세우고, 측정 데이터의 분포가 같은

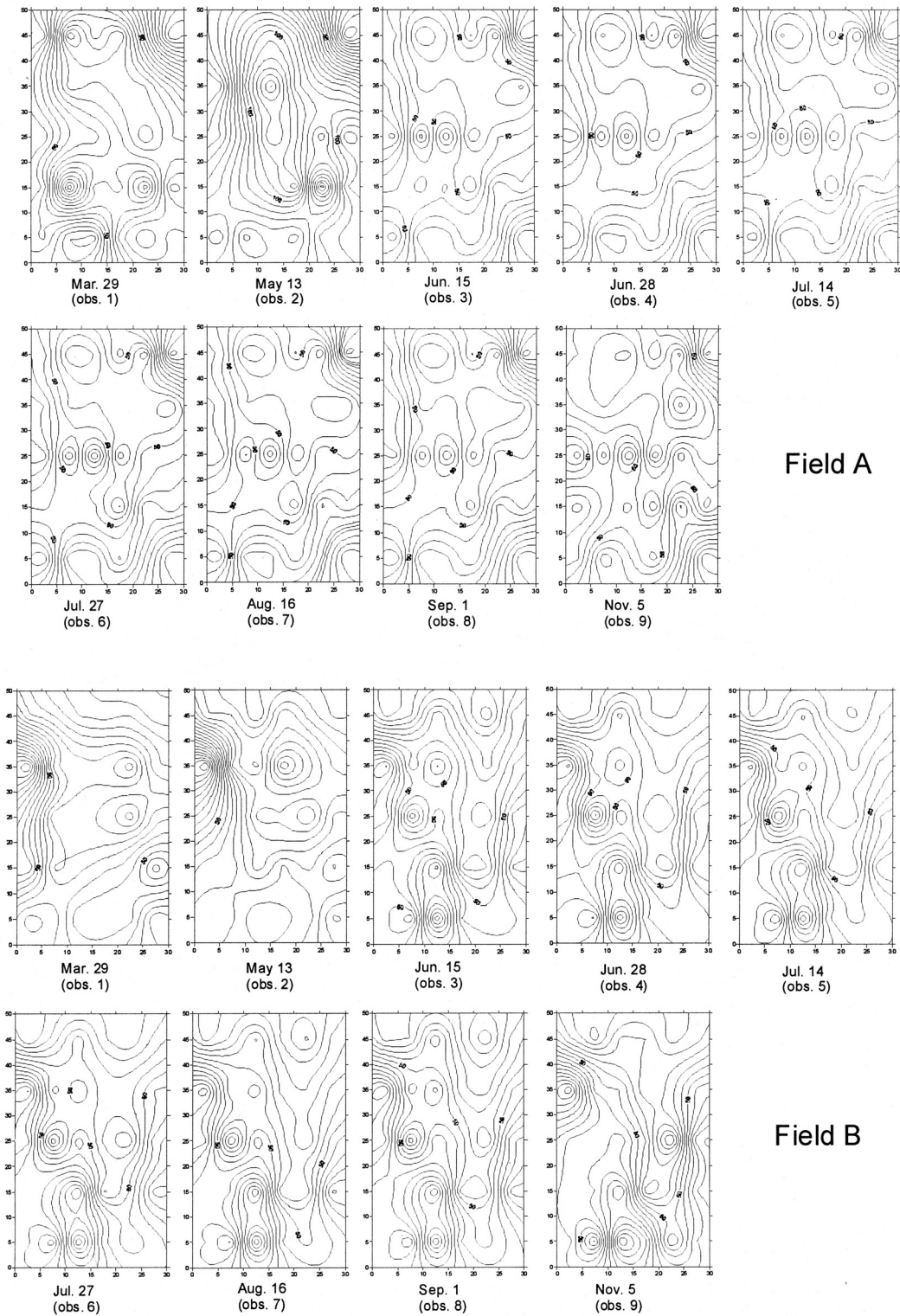


Fig. 4. Elevation map for pre-plowing to post-harvest.

지를 보기 위해 Levene의 동질성 검정을 수행한 결과, Field A는 $Pr>F$ 값이 0.7038 ($F=0.15$)이고, Field B는 $Pr>F$ 값이 0.7272 ($F=0.12$)로 0.05보다 충분히 커서 두 시험구 모두 등분산성을 만족했다. 수확작업 후 포장 고저차의 변화를 보기 위해 일원 분산분석을

수행했고 분산분석결과는 Table 5와 같다. $Pr>F$ 확률이 Field A는 0.0610, Field B는 0.5617로 0.05보다 커 귀무가설을 기각할 수 없으므로 두 시험구 모두 수확작업이 포장 고저차 변화에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

Table 2. ANOVA results for pre- and post-plowing elevations in fields A and B.

Index	Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Field A	Model	1	9077.4	9077.4	15.37	0.0002
	Error	58	34247	590.47		
	Corrected Total	59	43324.4			
Field B	Model	1	627.27	627.27	1.5	0.2252
	Error	58	24209.33	417.4		
	Corrected Total	59	24836.6			

Table 3. ANOVA results for pre- and post-transplanting elevation data for fields A and B.

Index	Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Field A	Model	1	25256.02	25256.02	52.24	<.0001
	Error	58	28042.97	483.5		
	Corrected Total	59	53298.98			
Field B	Model	1	5860.82	5860.82	13.79	0.0005
	Error	58	24658.83	425.15		
	Corrected Total	59	30519.65			

Table 4. ANOVA of elevation data measured during the plant growth phase in fields A and B.

Index	Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Field A	Model	5	35.38	7.08	0.02	0.9998
	Error	174	54578.37	313.67		
	Corrected Total	179	54613.75			
Field B	Model	5	1084.76	216.95	0.53	0.7553
	Error	174	71566.23	411.3		
	Corrected Total	179	72650.99			

Table 5. ANOVA of pre- and post-harvest elevations in fields A and B.

Index	Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Field A	Model	1	1306.67	1306.67	3.65	0.061
	Error	58	20765.93	358.03		
	Corrected Total	59	22072.6			
Field B	Model	1	160.07	160.07	0.34	0.5617
	Error	58	27252.33	469.87		
	Corrected Total	59	27412.4			

년중 변화 관찰 일년 중 포장의 고저차가 어느 정도 변하는지를 분석하기 위해 이앙작업 전부터 수확 후까지 9회 포장 고저차를 측정하여 분석했다. 경운전부터 로타리, 균평작업, 이앙, 작물 재배, 수확 작업 동안 포장 고저차가 변하지 않는다는 귀무가설을 세우고, 측정 데이터의 분포가 같은지를 보기 위해 Levene의 동질성 검정을 수행한 결과, Field A는 Pr>F 값이 0.4524 (F=0.98)이고, Field B는 0.9997 (F=0.08)로 0.05보다 충분히 커서 두 시험구 모두 등분산성을 만족했다. 두 데이터 간의 차이를 보기 위해 일원 분산분석을 수행했고 분산분석결과는 Table 6과 같다. Pr>F 확률이 Field A와 Field B 모두 <.0001로 0.05보다 충분히 작아 귀무가설을 기각하여 두 시험구

모두 경운전부터 경운, 이앙, 작물 재배, 수확 작업 동안 포장 고저차가 변함을 알 수 있다.

던칸 다중검정 결과도 Field A는 obs. 1부터 obs. 9까지의 고저차 평균이 각각 62.10 mm, 86.70 mm, 45.67 mm, 45.40 mm, 45.57 mm, 45.30 mm, 45.93 mm, 46.63 mm, 55.97 mm로 세 개의 집단으로 구분했으며 (Table 6), Field B는 obs. 1부터 obs. 9까지의 고저차 평균이 각각 66.07 mm, 72.53 mm, 52.77 mm, 48.53 mm, 47.63 mm, 47.60 mm, 51.73 mm, 45.77 mm, 49.03 mm로 두 개의 집단으로 구분했다 (Table 7). 전체적으로 이앙 전후에 포장 고저차가 변하고 작물 생육중과 수확작업에 따라서는 포장 고저차가 변하지 않는 것으로 나타났다.

Table 6. ANOVA of elevation data over the entire study period in fields A and B.

Index	Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Field A	Model	8	49298.54	5787.32	15.1	<.0001
	Error	261	100018.33	383.21		
	Corrected Total	269	146316.87			
Field B	Model	8	20924.87	2615.61	6.2	<.0001
	Error	261	110188.53	422.18		
	Corrected Total	269	131113.41			

Table 7. Results of Duncan's multiple range test for the entire study period for fields A and B.

Index	Duncan grouping	Mean	Observation date
Field A	B	62.1	Mar. 29 (obs. 1)
	A	86.7	May 13 (obs. 2)
	C	45.67	Jun. 15 (obs. 3)
	C	45.4	Jun. 28 (obs. 4)
	C	45.57	Jul. 14 (obs. 5)
	C	45.3	Jul. 27 (obs. 6)
	C	45.93	Aug. 16 (obs. 7)
	C	46.63	Sep. 1 (obs. 8)
	B C	55.97	Nov. 5 (obs. 9)
Field B	A	66.07	Mar. 29 (obs. 1)
	A	72.53	May 13 (obs. 2)
	B	52.77	Jun. 15 (obs. 3)
	B	48.53	Jun. 28 (obs. 4)
	B	47.63	Jul. 14 (obs. 5)
	B	47.6	Jul. 27 (obs. 6)
	B	51.73	Aug. 16 (obs. 7)
	B	45.77	Sep. 1 (obs. 8)
	B	49.03	Nov. 5 (obs. 9)

요 약

일년 동안의 포장 고저차 변화를 분석하기 위해 이앙 전부터 수확후까지 포장내 위치별로 고저차를 측정하고 그 결과를 분석한 결과, 경운과 로타리 후 고저차 차이가 가장 컸고, 이앙 직후 고저차가 차이가 가장 작았다. 그 이유는 경운작업 전까지 다져져 있던 토양이 경운작업으로 교란되고, 로타리 작업으로 이동되었기 때문으로 판단된다.

경운과 로타리 작업에 따른 포장 고저차를 분석할 결과, 경운과 로타리 작업에 따라 포장 고저차가 변하는 것으로 나타났다. 이앙 전과 후 포장 고저차 변화를 분석한 결과, 이앙 전과 후에 포장 고저차의 변화가 없는 것으로 나타났다.

이앙 후 벼 생육기간 중 포장 고저차 변화를 분석

한 결과, 작물 생육 기간중에는 포장 고저차가 변하지 않는 것으로 나타났다. 수확작업은 포장 고저차의 변화에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 일년 동안 포장의 고저차가 어느 정도 변하는지를 분석한 결과, 경운전부터 로타리, 이앙, 작물 재배, 수확작업 동안 포장 고저차가 변하는 것으로 나타났다.

따라서, 로타리 작업 후 이앙 전에 포장 균형을 측정하면 그 균평차이는 작물 생육기간중에 변하지 않으므로, 그 자료를 이용하여 작물 생육기간 중에 위치별 변량 시비 등의 정밀농업 작업을 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

Brown, D.G., and T.J. Bara. 1994. Recognition and reduction of systematic error in elevation and derivation surfaces from 71/2 minute DEMs. PE & RS. 60:189-194.

Cha, J.P., S.C. Kim, and W.P. Park. 1997. Annual report of National Institute of Agricultural Engineering. (In Korean)

Franzen, D.W., L.J. Cihacek, V.L. Hofman, and L.J. Swenson. 1998. Topography-based sampling compared with grid sampling in the Northern great plains. J. Prod. Agric. 33:364-370.

Kravchenko, A.N. 2003. Influence of spatial structure on accuracy of interpolation methods. Soil Sci. Soc. Am. J. 67:1564-1571.

Sadler, E.J., W.J. Busscher, P.J. Bauer, and D.L. Karlen. 1998. Spatial scale requirements for precision farming: A case study in the southeastern USA. Agron. J. 90:191-197.

Sudduth, K.A., S.T. Drummond, S.J. Birrell, and N.R. Kitchen. 1996. Analysis of spatial factors influencing crop yield. Int'l Proc. 3rd Int. Conf. On Precision Agriculture, O.C. Robert et al.(ed.) p.129-140.

Sung, J.H., and S.W. Jang. 2005. Selection of optimum fulcrum type for measurement and geo-statistical analyze of elevation within rice paddy field. J. Korean Soc. Agric. Machine. 30:268-273. (In Korean with English abstract)

Westphalen, M.L., B.L. Steward, and S. Han. 2004. Topographic mapping through measurement of vehicle attitude and elevation. Trans. of ASAE 47:1841-1849.