

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야 (Code)	수행 기간	연구실	책임자
벼 재배 정밀관리기술 및 생산비 절감 연구		벼 LS0201	'08~'09	농업기술원 작물개발과	지정현
디지털 영상분석 프로그램을 이용한 수비처방 농가적용 연구		벼 LS0201	'08~'09	농업기술원 작물개발과	지정현
색인용어	벼, 디지털영상, 수비량, 생육, 수량, 품질				

ABSTRACT

This study was to evaluate the results drawn after the application of the decision-making program of N-topdressing rate at panicle initiation stage based on the digital image at farm fields.

Farm fields were fertilized with 1.8 to 2,2kg N/10a as a topdressing at the panicle initiation stage according to the results of decision-making program designed for 6% of protein content in milled rice. Plant growth, top dry weight and nitrogen content at the maturing stage of treated plots were better than those of the control plots. In addition, rice yield of treated plots increased by 8% due to the increase of no. of panicle per m². Protein content of milled rices harvest from treated plots was 6% and head rice ratio was higher compared to that of the control plot.

Key words : Rice, Digital image, Topdressing, Farm fields, Rice growth, Rice quality

1. 연구목표

쌀의 수량과 품질은 영양생장기간의 발육 및 유수분화기의 시비량에 의해 결정되는 것으로 알려져 있고(Norman et al., 1992; Guindo et al., 1994) 이삭거름의 시비 관리는 매우 중요하다. 이삭거름의 시용량 결정을 위해 김 등(2006)은 유수분화기 식생지수와 SPAD값에 의한 벼 질소 수비량 결정을 위한 수량 및 단백질 예측 회귀모형을 작성한바 있으나 현재까지 작물의 생육기간 중 영양 상태를 진단하여 추비시기를 진단하는 실용화된 기술개발이 없었으므로 대부분의 농민들은 눈대중에 의한 생육진단과 시비로 실제 사용하는 시비량은 기준시비량 보다 많이 사용되어 품질저하, 도복 등의 우려요인이 되고 있다.

따라서 본 연구는 우리원과 서울대학교 공동연구로 개발한 프로그램 (즉, 요즘 보편화 되어 있는 Digital camera를 이용하여 벼 유수분화기의 생육상태를 촬영하여 영상 분석에 의한 지상부 질소 보유량을 추정하고 목표 수량 및 목표 단백질함량에 필요한 이삭거름 시용량을 결정하는 프로그램)을 이용하여 농가포장에서 수비시용량을 진단하고 실제 적용한 결과에 관한 것이다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 2009년 화성시 향남면 제암리 4농가 포장에서 대조구로는 기비, 분얼비, 수비사용량 및 방법을 농가관행으로 하였고, 영상분석에 의한 수비사용 처리구는 기비, 분얼비를 농가관행으로 재배한 후 수비는 영상분석프로그램에 의해 사용하였다. 시험전·후 포장의 유기물함량을 비롯한 토양분석은 농촌진흥청의 토양 및 퇴비분석법(2000)에 준하여 실시하였고, 유수분화기(출수전30일 기준) 생육 상황으로 초장, 경수, 지상부건물중 및 벼 잎의 엽록소함량은 간이엽록소측정기(SPAD- 502, Minolta, Jappan)을 이용하여 지엽의 엽맥을 제외한 중앙부에서 측정하였다. 식물체 질소함량은 부위별 시료를 건조 마쇄하여 Micro-Kjeldahl법으로 분석하였고, 식물체 영상분석을 위해 지상 1.2m높이에서 수직하방향으로 디지털카메라로 촬영 프로그램을 통한 영상분석에 이용하였다.

수확기 생육 및 수량조사는 출수후 55일 기준으로 지상부 건물중, 식물체 질소함량, 수량 및 수량구성요소, 현미 및 쌀 외관품질, 현미 및 쌀 단백질함량, 식미치(Toyo)를 조사하였다. 쌀품질과 관련된 형질로서 완전미율은 RN-500(Kett, Japan), 단백질함량은 AN-700 (Kett, Japan), 백도는 C-300(Kett, Japan), 식미치는 쌀을 일정한 조건에서 호화시켜 밥알 표면의 보수막 특성을 근적외선으로 측정하여 밥맛을 간접 측정하는 Toyo사의 미도메타(MA-30A, Japan)을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 시험 전 토양의 화학적 특성

시험전 농가포장의 토양 화학적 특성을 분석한 결과는 표1에서와 같이 유기물, 인산, 칼슘, 마그네슘함량이 농촌진흥청의 작물별 시비처방 기준에서 제시한 적당한 토양의 화학성에 비해 다소 낮은 특성을 보였다.

표 1. 시험전 토양의 화학적 특성

농가	pH (1:5)	O.M. (g/kg)	Av.P2O5 (mg/kg)	Ex. Cat.(cmol+/kg)			CEC (cmol+/kg)	SiO2 (mg/kg)
				K	Ca	Mg		
1	5.3	17.2	103	0.29	3.80	0.76	9.41	337
2	5.4	20.0	71	0.35	4.81	1.06	12.34	245
3	5.5	22.0	75	0.34	4.54	1.09	10.97	235
4	5.3	18.9	39	0.13	3.29	0.84	9.50	133
평균	5.4	19.5	72	0.28	4.11	0.94	10.6	238

나. 이삭거름 사용전 유수분화기의 벼 생육 및 지상부 질소함량

유수분화기의 벼 생육상황은 우리가 목표로하는 수량과 단백질함량에 적합한 수비처방을 위해 필요한 정보를 가지고 있는데(김, 2004; Nguyen, 2006) 유수분화기 영상분석을 위해 촬영된 사진은 그림 1과 같고 이때의 생육상황과 지상부건물중 분석결과는 표2, 표3과 같다. 농가별로 생육상황이 달랐는

테 농가1에서는 초장, 경수, SPAD가 높았으나 농가3에서는 낮아 생육량에 농가별 큰 차이를 나타내었고 지상부 건물중과 잎, 줄기 등 지상부 질소흡수량에서도 생육량과 같은 경향을 보였다. 유수분화기때 촬영된 사진에서도 농가별 생육량에 차이가 있음을 알수 있다.

표 2. 유수분화기 생육

농가	초 장(cm)	경 수(개/주)	SPAD
1	75.4±2.7	36.2±8.5	34.7±1.9
2	61.9±1.8	30.2±6.4	27.5±1.7
3	58.3±2.0	31.2±5.5	27.0±1.9
4	63.8±3.1	28.8±7.6	31.8±1.8
평균	64.9±2.4	31.6±7.0	30.3±1.8

표 3. 유수분화기 지상부 건물중 및 질소함량

농가	건물중(kg/10a)			질소흡수량(kg/10a)		
	엽중	경중	지상부	잎	줄기	지상부
1	273.6	390.3	663.9	4.2	1.6	5.8
2	190.9	337.3	528.2	2.0	1.0	3.0
3	159.1	273.6	432.7	1.8	0.8	2.6
4	207.9	288.5	496.4	2.6	1.1	3.7
평균	207.9	322.4	530.3	2.7	1.1	3.8

※ Factor : 0.0496N, Blank : 0.1411ml

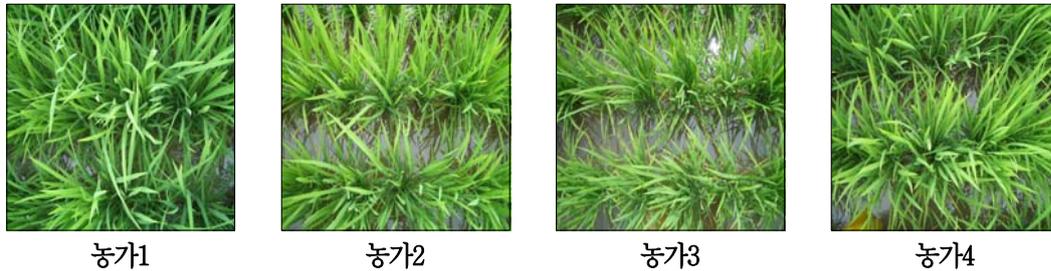


그림 1. 기비, 분얼비 시용량에 따른 벼 유수분화기 디지털 영상

다. 이삭거름 시용후 성숙기 벼 생육

벼 수비처방 진단 프로그램에 의해 산정된 단백질함량 6% 기준의 질소량을 농가별로 10a당 1.8~2.2kg으로 사용한 후의 성숙기 생육상황은 표 4와 같다. 농촌 노동력 부족과 노령화에 따라 농가 관행의 경우 대부분 수비가 포함된 완효성비료를 사용하고 있어 생육 비교상에 처리 차이에 따른 검토가 필요하였으나 디지털 영상분석에 의한 수비시용 포장에서 간장, 수장, 수수, SPAD 모두가 다소

높은 생육상황을 보였다. 벼 부위별 건물중 및 질소함량도 표5에서와 같이 영상분석에 의한 수비 시 용처리구에서 많아 생육상황과 같은 경향을 나타내었다.

표4. 성숙기 수비량 처리간의 생육비교

구분	농가	N수비량(kg/10a)	간장(cm)		수장(cm)	수수(개/주)		SPAD
			평균	C.V.(%)		평균	C.V.(%)	
관행	1	완효성	92.4±4.4	4.8	18.3±0.7	22.6±6.8	30.0	25.4±2.5
	2	완효성	74.0±2.3	3.1	16.4±1.0	21.4±3.6	16.9	19.7±1.6
	3	2.5	74.1±1.9	2.6	16.7±0.8	21.4±3.7	17.3	20.3±2.3
	4	완효성	78.6±2.4	3.0	16.5±0.9	22.3±5.7	25.4	21.0±2.2
	평균		79.8	3.4	17.0	21.9	22.4	21.6
영상분 석시비	1	2.2	91.0±4.2	4.7	19.3±0.7	23.3±4.4	19.0	26.8±2.3
	2	1.8	78.1±1.8	2.3	16.9±0.7	21.5±2.7	12.6	21.2±1.6
	3	1.9	80.6±1.4	1.8	18.4±0.8	24.0±2.8	11.7	23.2±2.1
	4	1.8	86.2±2.1	2.5	16.9±0.7	23.9±3.4	14.1	23.7±2.1
	평균	1.9	84.0	2.8	17.9	23.2	14.4	23.7

표5. 성숙기 부위별 건물중 및 질소함량

구분	농가	건물중(kg/10a)				질소흡수량(kg/10a)			
		줄기	잎	이삭	총중	줄기	잎	이삭	지상부
관행 시비	1	731.0	232.9	822.8	1786.8	1.8	1.3	6.9	10.1
	2	714.0	213.8	618.3	1546.1	1.6	1.4	4.8	7.8
	3	695.1	226.7	719.7	1641.5	2.1	1.4	5.2	8.7
	4	650.6	220.5	702.0	1573.2	1.2	1.1	4.4	6.6
	평균	697.7	223.5	715.7	1,636.9	1.7	1.3	5.3	8.3
영상 분석 시비	1	866.5	307.8	962.9	2137.2	2.4	1.8	5.9	10.2
	2	748.1	222.2	680.8	1651.0	1.9	1.4	4.6	7.8
	3	754.9	219.1	705.4	1679.5	1.8	1.6	5.3	8.8
	4	618.4	223.6	629.3	1471.3	2.4	2.0	5.5	9.9
	평균	747.0	243.2	744.6	1,734.8	2.1	1.7	5.3	9.2

라. 수량 및 품질

영상진단에 의한 수비 시용후 수량구성요소 및 수량은 표 6과 같이 농가관행에 비해 등숙율과 정현비는 대등하였으나 m²당수수와 수당립수가 증가되어 10a당 완전미 수량도 499kg으로 8%증가되었다. 백미의 품질 특성을 조사한 결과는 표7과 같이 완전미율이 다소 증가 되었고 단백질함량도 우리가

목표로 한 6%에 적합한 결과를 나타내었다. 결과적으로 개발된 영상진단에 의한 수비량 진단 프로그램은 성숙기 생육 및 수량, 완전미율, 단백질함량 등을 종합적으로 분석해 볼때 벼 생육상태에 따른 수비량 진단이 적절이 이루어 졌다고 생각되며 농가활용이 가능하리라 판단된다.

표 6. 수량구성요소 및 수량

구분	농가	m ² 당수수 (개)	수당립수 (립)	m ² 당립수 (립)	등숙율 (%)	천립중 (g)	정현비 (%)	수량(kg/10a)	
								백미	완전미
관행 시비	1	479	66	31614	95.8	21.7	83.5	530	511
	2	454	62	28148	94.9	22.4	83.3	465	438
	3	454	57	25878	95.7	23.7	83.4	457	444
	4	473	64	30272	92.9	21.8	84.2	472	455
	평균	465	62	28978	94.8	22.4	83.6	481	462
영상분 석시비	1	494	75	37050	95.0	21.9	84.0	540	515
	2	456	62	28272	93.9	22.6	84.6	487	464
	3	509	61	31049	95.1	23.4	83.6	542	506
	4	507	72	36504	91.1	21.3	84.2	536	511
	평균	492	68	33219	93.8	22.3	84.1	526	499

표 7. 백미의 품질 특성

구분	농가	백미품위(%)					아밀로스 (%)	단백질 (%)	백도	식미치
		완전립	싸래기	분상질	피해립	열손립				
관행 시비	1	95.4	3.0	1.4	0.1	0.1	18.5	6.2	37.3	75.5
	2	95.4	3.8	0.6	0.2	0.0	19.0	5.8	40.1	78.9
	3	93.4	6.1	0.3	0.2	0.0	18.5	5.9	38.5	77.5
	4	95.4	3.3	1.0	0.4	0.0	18.8	6.0	38.4	78.0
	평균	94.9	4.1	0.8	0.2	0.0	18.7	6.0	38.6	77.5
영상 분석 시비	1	96.5	2.4	0.8	0.3	0.0	18.6	6.0	38.3	75.9
	2	94.2	5.2	0.5	0.2	0.0	18.7	5.8	39.4	77.6
	3	97.1	2.2	0.6	0.1	0.0	19.0	6.0	39.8	75.9
	4	96.5	2.0	1.0	0.4	0.0	18.6	6.1	37.5	75.9
	평균	96.1	3.0	0.7	0.3	0.0	18.7	6.0	38.8	76.3

4. 적 요

본 연구는 Digital camera 영상분석에 의한 벼 이삭거름 사용량을 결정하는 프로그램을 이용하여 농가포장에서 실제 적용한 결과에 관한 것이다.

- 가. 벼 수비처방 진단 프로그램에 의해 산정된 단백질함량 6% 기준의 질소량을 농가별로 10a당 1.8~2.2kg으로 사용한 후의 성숙기 생육상황은 간장, 수장, 수수, SPAD 모두가 다소 높은 생육상황을 보였고 벼 부위별 건물중 및 질소함량도 영상분석에 따른 수비 시용 후 많았다.
- 나. 영상진단에 의한 수비 시용후 수량구성요소 및 수량은 농가관행에 비해 등숙율과 정현비는 대등하였으나 m²당수수과 수당립수가 증가되어 10a당 완전미 수량도 499kg으로 8%증가되었다.
- 다. 백미의 품질 특성은 영상진단에 의한 수비 시용후 완전미율이 다소 증가 되었고 단백질함량도 6%에 적합한 결과를 나타내었다.

5. 인용문헌

- 김민호. 2004. 벼 유수분화기 질소영양 및 생육 상태의 비파괴적 진단에 의한 질소 수비량 결정에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
- 김민호, 부금동, 이변우, 2006, 유수분화기 식생지수와 SPAD값에 의한 벼 질소 수비량 결정, 한국작물학회지 51, pp.386-395.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법
- Guindo, D., B.R. Wells, and R.J. Norman. 1994. Cultivar and nitrogen rate influence on nitrogen uptake and partitioning in rice. Soil Science Society of American Journal 58 : 840-845.
- Nguyen T. Hung, 2006. Development of a non-destructive method for assessing N-nutrition status of rice plant and prescribing N-fertilizer rate at panicle initiation stage for the target yield and protein content of rice. Ph.D. dissertation, Seoul National University.
- Norman, R.J., D. Guindo, B.R. Wells, and C.E. Wilson Jr. 1992. Seasonal accumulation and partitioning of nitrogen¹⁵ in rice. Soil Science Society of American Journal 56 : 1521-1527.

6. 연구결과 활용제목

- 디지털영상분석 프로그램을 이용한 벼 수비처방 기술(영농활용)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'09
디지털 영상분석 이용 벼 수비처방 프로그램 개발	책임자	농업기술원 작물개발과	농업연구관	지정현	세부과제총괄	○
	공동연구자	"	농업연구사	이재홍	과제수행	○
		"	"	최병열	결과검토	○
		"	"	한상욱	결과검토	○
		"	농업연구관	김순재	결과검토	○
		서울대학교	교수	이변우	프로그램개발	○
"	"	박사	이규종	"	○	