

벼 엽록도값의 품종간 차이와 생육기간중 경시적 변화

홍광표*[†] · 김영광* · 정완규* · 손길만* · 송근우* · 최용조* · 최진룡**

*경남농업기술원, **경상대학교 농업생명과학대학

Varietal Differences and Time Course Changes in Greenness Values in Rice Leaf

Kwang-Pyo Hong*[†], Yeung-Gwang Kim*, Wan-Kyu Joung*, Gil-Man Shon*, Geun-Woo Song*, Yong-Jo Choi*, and Zhin-Ryong Choe**

*Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-370, Korea

**College of Agriculture and Life Sci., Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea

ABSTRACT : Knowledge of N accumulation during the vegetative growth stage of rice (*Oryza sativa* L.) is useful for determining the need for topdressing fertilizer N at panicle initiation and booting stage. The chlorophyll content showing SPAD threshold values generated by a simple and portable diagnostic instrument, chlorophyll meter, enables implement the measures of greenness and/or relative chlorophyll contents of leaves. Two-year field experiment was conducted to evaluate the possible application of the chlorophyll meter for N diagnosis in transplanted paddy rice. The chlorophyll meter threshold values (SPAD reading) were taken from uppermost fully expanded leaves at 10days interval from 10 days after transplanting. SPAD readings and N contents of rice leaf blade were closely related at the maximum tillering stage. SPAD readings during growth period showed M-shaped distribution, sharply finished to drop at 20 days after heading date. As N fertilizer increased, the SPAD readings increased. The SPAD readings showed more critical and clear difference in immature paddy field than in ordinary paddy field, where the former soil showed higher response to N fertilizer topdressed. Based on the SPAD readings for obtaining an optimum sink size bearing the maximum grain yield, N fertilizer to be dressed at the panicle initiation stage is to be adjusted within the SPAD×tillers value range 888 in ordinary paddy, and 800 in immature paddy rice. Among the cultivars tested, Huckhyangbyeo, Jinpumbyeo, Ansungbyeo, Sobibyeo, Manpungbyeo, Sangmibyeo, Jimbongbyeo, showed high SPAD values, whereas the cultivars, Nonghobyeo, Saechuchungbyeo, Hwabongbyeo, Mananbyeo, did low values and others intermediate SPAD threshold values.

Keywords : rice, SPAD, leaf color, nitrogen management, cultivars.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-750-6217 (E-mail) hongkp@mail.knrda.go.kr <Received September 9, 2003>

최근 계속된 풍년과 최소시장접근물량 증가, 국민의 식생활 변화에 따른 소비량 감소로 쌀 재고량이 누적되어 어려움을 겪고 있다. 더욱이 쌀 무역과 관련된 협상이 매우 어려워 보이므로 장기적인 쌀 수급 상황의 예측과 시장기능에 따른 수급조절 및 품질향상 등 경쟁력을 높일 수 있는 방법을 모색해야 할 것이다. 따라서 정부에서는 고품질 쌀 생산을 위해 품종선택, 재배 및 수확 후 관리기술 등 여러 측면에서 접근을 시도하고 있으며, 이 중에서 무엇보다 질소비료 사용량의 감축에 노력을 경주하고 있다. 현재 농가에서 밭거름과 가지치기거름 사용량은 기준량보다 훨씬 많기 때문에 질소비료의 적정 사용량을 준수하기 위해 유수형성기 15일전에 벼 엽중 질소분석으로 이삭거름을 차등하여 사용토록 하고 있다. 그러나 엽중 질소분석은 분석시간이 많이 소요되어 현장 적용이 어렵기 때문에 이삭거름 사용량을 결정할 수 있는 좀더 손쉬운 방법을 개발할 필요가 있다.

엽색은 엽중 질소량과 정의 상관성이 인정되고(洪榮杓 등, 1982; Masako *et al.*, 1989), 엽록소계(SPAD)는圃場에서 비파괴적으로 벼 잎 질소를 측정할 수 있으며, 이를 이용하여 질소 시비량을 조절할 경우 관행적인 방법에 비해 AEN(agronomic efficiency of applied N : grain yield over control per kg N)이 1.5~2.5배정도 높다고 한다(Babu *et al.*, 2000 A,B). 또한 Stalin *et al.*(2000)에 의하면 엽록소계를 이용할 경우 다른 방법에 비해 질소이용효율이 매우 높아졌다고 하였고, Balasubramanian *et al.*(2000)은 직파재배에서 적정 SPAD값은 밀파일 경우 30~32, 적정파종일 경우 33~35정도라고 하였으며, 洪榮杓 등(1982)은 유수형성기의 엽색농도가 30~40이면 임계농도로서 수비와 실비를 생략하면 약 5%의 수량이 감소되고, 40이상이면 위험농도로서 수비와 실비를 생략해도 수량이 감소되지 않았다고 하였다.

이 시험은 고품질 쌀과 친환경농업의 실천이 중요시 되는 현 시점에 질소비료의 시비방법을 개선하기 위해 2001년부터

2년간 미숙답과 보통답에 벼를 이앙 재배하면서 엽록소계를 이용하여 이삭거름량을 결정할 수 있는 방법을 도출하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

이 시험은 경상남도농업기술원 시험포장의 보통답과 미숙답에서 수행되었다(Table 1). 엽록소 함량과 SPAD값의 관계 구명을 위해 동안벼, 일미벼, 주남벼를, SPAD값의 경시적 변화를 구명하기 위해 화영벼를 사용하였다. 벼 재배는 35일 동안 육묘하여 6월 5일에 공간거리 30cm, 주간거리 14cm로 하였다. 질소비료 사용량은 무비와 10a당 7, 11, 15, 19kg 등 5처리를 난괴법 3반복으로 배치하였다. 인산과 가리는 전처리 같은 양인 4.5, 5.7kg을 사용 하였다. 분시 방법은 질소 일 경우 기비 50%(이앙전 3일)-분얼비 20%(이앙후 13일)-수비 30%(출수전 25일)를 사용 하였으며, 인산은 전량 기비로, 가리는 기비 70%, 분얼비 30%로 나누어 사용 하였다. 잡초와 병해충 방제는 경상남도농업기술원 표준재배법에 준하였다. 엽색은 엽록소계(SPAD 502, minolta)를 이용하여 이앙 후 10일부터 10일간격으로 완전히 전개된 가장 상위엽의 엽신 중심부를 조사하였다. SPAD 값의 품종간 차이를 구명하기 위하여 26품종을 대상으로 남부평야지대의 보통기재배 적기인 6월 1일(2001년)과 6월 5일(2002년)에 이앙하고, 이때 비료는 질소, 인산, 가리를 각각 11 - 4.5 - 5.7kg/10a을 사용하였다. 각 품종의 엽색은 이앙후 10일부터 10간격으로 조사하였다.

결과 및 고찰

엽색과 식물체 질소함량과의 관계

최고분얼기 벼의 엽색과 식물체 질소함량과의 관계를 Fig. 1에 나타내었다. 동안벼, 일미벼, 주남벼 다같이 엽색과 식물체내 질소함량과는 높은 상관관계가 있었다. 이는 엽색과 엽중 질소량간에 정의 상관성이 있다고 한 홍 등(1982)의 결과 및 SPAD값은 엽내 질소와 엽록소 함량과 밀접한 상관성이 있다고 한 Masako *et al.*(1989)의 결과와 일치하였다

질소시비량별 엽색과 생육의 경시적 변화

벼 생육이 진전되는데 따른 시비량별 엽색 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 보통답과 미숙답 다같이 엽색은 개략적인 M자 모양을 나타내었으며, 출수후 20일경부터 급격히 떨어졌다. 시비량이 증가할 수록 엽색은 짙었으며, 보통답 보다 미숙답에서 시비량간 엽색 차이가 더 큰 것을 볼 수 있었다. 이삭거름을 사용하기 위하여 생육량을 판단할 필요가 있는 유수분화기에는 보통답과 미숙답 다같이 질소 시비량간 엽색의 차이가 뚜렷하였다. SPAD값이 분얼성기에 높고, 유수분화기에 낮다가 출수기경에 다시 높아지는 것은 분얼성기에 질소흡수가 왕성하고, 출수기 이후에는 잎과 줄기의 새로운 생장이 없기 때문에 나타나는 현상으로 보인다.

질소 시비량의 차이에 따른 경수의 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 질소 시비량이 많을수록 경수가 많았으며, 보통답보다 미숙답에서 그 차이가 큰 것을 볼 수 있었다.

앞에서 나타난 바와 같이 질적 형질인 엽색과, 양적 형질인

Table 1. Chemical properties of soil at the experimental site.

Experimental site	pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (g/kg)	Exchangeable cation (cmol ⁺ /kg)			EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	
Ordinary paddy	6.26	29.4	401	1.13	4.94	2.05	0.78
Immature paddy	5.51	29.0	295	0.45	6.20	1.14	0.51

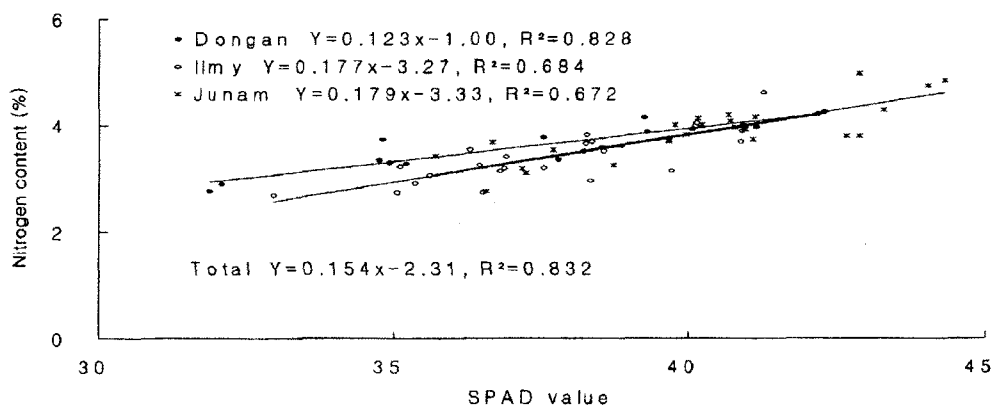


Fig. 1. Relationships between nitrogen content and SPAD values of leaf blade at maximum tillering stage in different cultivars.

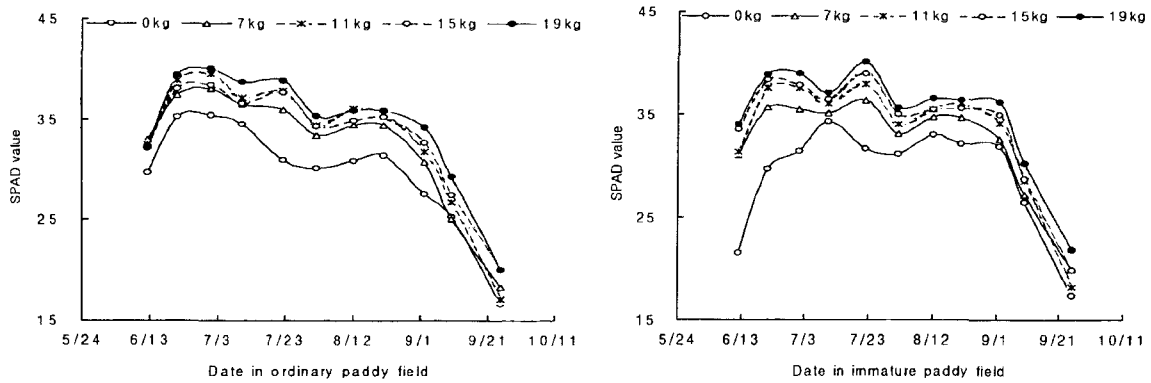


Fig. 2. Changes in SPAD values of leaf blade during the growth period of rice grown in different amount of N and paddy conditions.

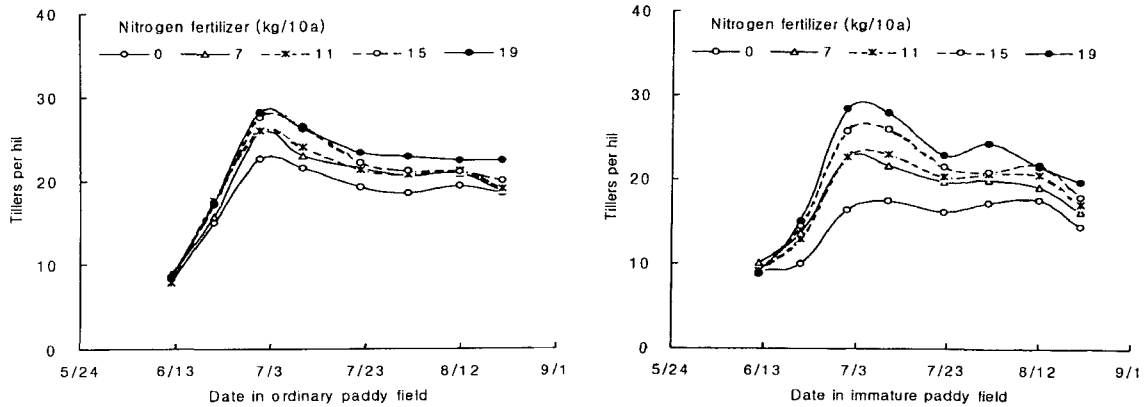


Fig. 3. Changes in tillers per hill during growth period of rice grown in different amount of N and paddy conditions.

경수는 보통답과 미숙답 다같이 질소 시비량과 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 이 2가지 형질의 변화에 기초하여 이삭거름량을 결정하는 지표를 만들 수 있을 것으로 판단되었다.

엽색 및 경수와 수량과의 관계

이삭거름을 사용하기 직전인 출수전 30일경 엽색 및 경수와 수량과의 관계를 Fig. 4에 나타내었다. 이삭거름주는 시점의

SPAD값×경수는 수량과 매우 높은 상관관계가 인정되었고, 최고 수량을 나타내는 SPAD값×경수는 보통답에서 888, 미숙답에서는 800정도였다.

따라서 SPAD값과 경수를 간단히 조사하여 그 값으로 이삭거름량을 결정할 수 있을 것으로 판단되었다.

벼 품종별 엽색 비교

우리나라 남부지방에서 주로 재배되고 있는 벼 26품종을 대

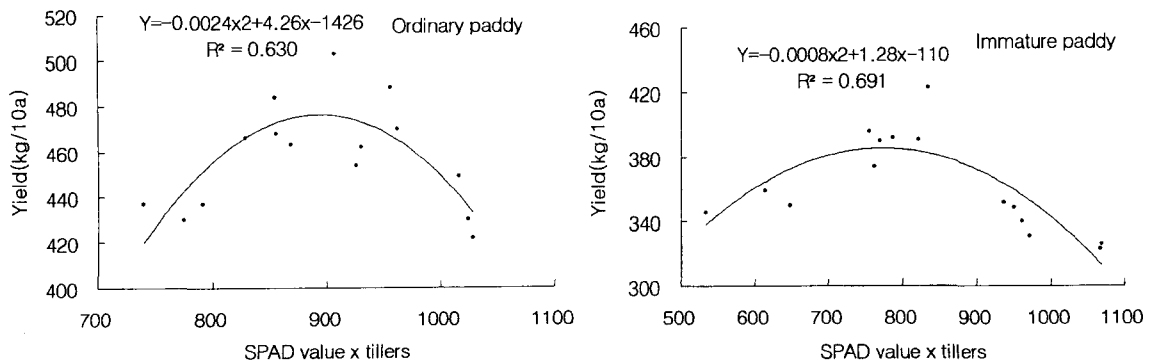


Fig. 4. Relationship between SPAD value x tillers at 30 days before heading date and rice yield.

Table 2. Classification of cultivars showing different SPAD values at maximum tillering, panicle initiation and booting stages.

Cultivars	Maximum tillering stage	25 days before heading date	Booting stage
Shindongjinbyeo	40.2ab	32.2bc	33.9b
Hojinbyeo	40.1ab	31.7bc	35.3ab
Junambyeo	40.1ab	33.8ab	35.9ab
Nonghobyeo	37.3b	30.6c	33.5b
Medium-late maturing cultivars			
Hoanbyeo	38.8ab	31.9bc	34.9ab
Sujinbyeo	40.1ab	32.0bc	33.2b
Dongjinbyeo	39.0ab	32.1bc	35.1ab
Mihyangbyeo	38.3b	32.1bc	34.7b
Huckhyangbyeo	42.9a	35.6a	37.9a
Goambyeo	38.6b	30.9bc	34.5b
Saechuchungbyeo	37.5b	26.9d	31.7c
Medium maturing cultivars			
Jinpumbyeo	36.6b	34.5a	34.2ab
Ansungbyeo	39.3ab	34.8a	35.3ab
Sobibyeo	38.5ab	35.0a	34.5ab
Sampyungbyeo	38.8ab	33.9ab	33.8b
Haepyungbyeo	39.1ab	34.4ab	34.5ab
Manpungbyeo	38.5ab	34.7a	33.9b
Hwaanbyeo	40.8a	33.2ab	34.5ab
Hwabongbyeo	39.7ab	31.5b	33.0b
Junganbyeo	38.5ab	32.6ab	36.7a
Early maturing cultivars			
Jungsanbyeo	-	38.7abc	34.1ab
Sangmibyeo	-	41.6a	36.3a
Taebongbyeo	-	39.9ab	39.2a
Munjangbyeo	-	39.9ab	35.3ab
Jinbongbyeo	-	41.0a	38.7a
Mananbyeo	-	36.0c	35.6b

상으로 2001년부터 2년 동안 엽색의 변화를 비교하여 Table 2에 나타내었다. SPAD값은 중만생종과 중생종의 20품종은 최고분얼기에 짙고, 이삭거름주는 시기에 엷은 모습을 나타내었으나, 조생종은 이삭거름 주는 시기가 수잉기보다 오히려 짙은 양상을 보였다. 이는 영양생장기가 끝나지 않은 상태에서 생식생장기가 시작되기 때문으로 판단되었다.

이삭거름주는 시기에 품종간 엽색을 비교해 보면 중만생종 11품종 중 엽색이 짙은 품종은 흑향벼이었고, 엷은 품종은 농호벼와 새추청벼이었고, 그 외 품종은 엽색이 중간정도로 분류되었다. 중생종 9품종 중 엽색이 짙은 품종은 진품벼, 안성벼, 소비벼, 만풍벼 이었고, 엽색이 엷은 품종은 화봉벼이었고, 조생종 6품종 중 엽색이 짙은 품종은 상미벼와 진봉벼이었고, 만안벼는 엷은 품종으로 분류되었다.

이상의 결과를 두고 볼 때 엽색이 엷은 것으로 분류된 품종은 질소비료를 표준량보다 많이 사용될 위험이 있으며, 엽색이 짙은 품종은 표준량보다 오히려 적게 사용될 가능성이 있

을 것으로 보였다. 따라서 벼를 재배하기 전 엽색의 濃淡에 대한 사전 정보를 갖고있을 경우 적정시비를 하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

적 요

고품질 쌀을 생산하기 위하여 엽록소계를 이용하여 질소비료 사용방법을 개선코자 2001년부터 2년 동안 경상남도농업기술원에서 수행한 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 최고분얼기 벼 엽색과 식물체 질소함량과는 높은 상관관계가 인정되었다.

나. 벼 생육에 따라 엽색은 개략적인 M자 모양을 나타내었으며, 출수후 20일경부터 급격히 엷어졌다.

다. 질소시비량이 증가할수록 엽색은 짙어졌으며, 보통답보다 미숙답에서 시비량간 엽색의 차이는 더욱 뚜렷하였다.

라. 최고수량을 나타내는 SPAD×경수 값을 보면 보통답은 888, 미숙답은 800이었으며, 이 값을 기준으로 이보다 높거나 낮을 경우 질소 비료량을 가감할 필요가 있을 것으로 판단되었다.

마. 시험에 사용된 26품종 중에서 이삭거름 주는 시기에 엽색이 짙은 벼 품종은 흑향벼, 진품벼, 안성벼, 소비벼, 만풍벼, 상미벼, 진봉벼이었고, 엷은 품종은 농호벼, 새추청벼, 화봉벼, 만안벼이었고, 그 외 품종은 중간정도의 엽색을 나타내었다.

인용문헌

- Babu M., R. Nagarajan, S.P. Ramanathan, V. Balasubramanian. 2000. Optimizing chlorophyll meter threshold values for different seasons and varieties in irrigated lowland rice systems of the Cauvery Delta zone, Tamil Nadu, India. *IRRN* 25(2) : 27-28.
- Babu M., R. Nagarajan, S. Mohandass, C. Susheela, P. Muthukrishnan, and M. Subramanian. 2000. On-farm evaluation of chlorophyll meter-based N management in irrigated transplanted rice in the Cauvery Delta, Tamil Nadu, India. *IRRN* 25(2) : 28-30.
- Balasubramanian R., S. Ramesh, D. Maniamran, S. Anbumani, B. Vijayalakshmi, D. Tirutchelvame, and R.S.S. Hopper. 2000. Evaluation of N management practices for irrigated transplanted rice in Pondicherry, India. *IRRN* 25(1) : 27-28.
- Balasubramanian V., A.C. Morales, R.T. Cruz. 2000. Chlorophyll meter threshold values for N management in wet direct-seeded irrigated rice. *IRRN* 25(2) : 35-37.
- Balasubramanian V., A.C. Morales, T.M. Thiagarajan, R. Nagarajan, M. Babu, S. Abdulrachman, and L.H. Hai. 2000. Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice : a review. *IRRN* 25(1) : 4-8.
- 洪榮杓, 許一鳳, 柳寅秀. 1982. 葉色에 의한 水稻의 窒素營養診斷. 農試報告 24(土肥·作保·菌イ·農加) : 58-61.
- 김덕수, 윤영환, 신진철, 김제규, 김석동. 2002. 벼 잎의 엽록소 및 질소함량과 엽록도 관계의 품종적 차이. *한작지* 47(3) : 263-267.
- Kumar R.M., K. Padmaja, S.V. Subbaiah, and V. Balasubramanian.

2000. Varietal response to different nitrogen management methods in an irrigated transplanted rice ecosystem in a Vertisol, Andhra Pradesh, India. *IRRN* 25(2) : 32-34.
- Masako Takebe, Tadakatsu Yoneyama. 1989. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants. *JARQ* 23(2) : 86-93.
- Ramanathan S.P. and R. Nagarajan. 2000. Assessment of chlorophyll meter-based N application at critical growth stages of irrigated transplanted rice. *IRRN* 25(2) : 34-35.
- Stalin P., T.M. Thiyagarajan, S. Ramanathan, and M. Subramanian. 2000. Comparing management techniques to optimize fertilizer N application in rice in the Cauvery Delta of Tamil Nadu, India. *IRRN* 25(2) : 25-26.