

	誤	正
P55 結果の項 5行目 P58 表3 注) P59左側17目~20行目	enationを伴う 奇形葉：enationを示す葉と 左右非対称の葉を含む B症状発現葉率及び奇形葉率 (大部分が enation) は、ena- tionは全くみられなかった。	削除 削除 次の訂正文を貼って下さい。 B症状発現葉率及び奇形葉率(殆どが、退色症状に伴って葉脈間がつまり、扇状となる奇形)は、対照区に比べると著しく低いものの、年々増加した。なお、無処理区は左右非対称の奇形葉のみであった。
P62 表8 注) P64 Summary 7行目 P81 図2の脚注 P82 図3の脚注 P82 図4の脚注 P85 図5の脚注 P99 図のタイトル P100 図のタイトル P100の図	奇形葉：enationを示す葉と 左右非対称の葉を含む like enation □：3日後, □：7日後 □：4日後, □：7日後 □：4日後 図2 葉いもち・・・分布図 図3 穂いもち・・・分布図	削除 削除 ▨：3日後, ▨：7日後 ▨：4日後, ▨：7日後 ▨：4日後 図3 穂いもち・・・分布図 図2 葉いもち・・・分布図 カラー印刷に色ずれがあるものは連絡いただければ、正規なものをお送りします。

‘中生新千本’の良質良食味化のための葉色診断と穂肥施用法

古土井 悠

キーワード：水稻，中生新千本，葉緑素計，葉色，穂肥，品質，食味，収量，受光態勢，栽植密度

食の多様化が進むなかで、米に対する消費者ニーズは、安定供給とともに、良食味、ブランド米指向が一層強まってきた。また、流通市場では米の外観品質向上の要求も大きい。

広島県の主要品種である中生新千本は栽培しやすく、食味も良好であるが、栽培年次あるいは場所によっては腹白米、未熟粒等が発生しやすく、米の検査等級が大幅に低下することがある。このため、外観品質の改善が生産・流通の両面から強く要望されている。しかしながら、これまで外観品質と栽培管理との関係について報告されたものは少ない^{7,13,14)}。

また、米の蛋白質含有率が高いと食味が低下することが報告されている^{1,6,12,14,20)}。前重¹⁷⁾は玄米の蛋白質含有率は同一品種でも生産地間変動が大きいことを報告している。土屋²³⁾や著者ら⁴⁾が広島県内産の中生新千本の白米蛋白質含有率について調査した結果、その変動幅は広く、5.8~7.0%であった。中生新千本のより一層の良食味化を図るためには、白米蛋白質含有率を低い方へ安定・均質化させる技術開発が必要である。

米の蛋白質含有率は栽培管理の影響が大きいことが指摘されている⁶⁾。しかし、良食味化のための具体的な栽培管理技術を示したものは少ない。

一方、水稻の生育中期の適切な栽培管理を行なう上で、稲体中の窒素栄養状況を適確に把握することが重要である。北川ら⁸⁾、熊谷ら⁹⁾は、SPAD-501型葉緑素計（ミノルタカメラ社製）による葉色値は葉身窒素濃度、全茎葉窒素濃度と相関が高いことを報告している。

本試験では、このSPAD-501型葉緑素計の改良機種であるSPAD-502型葉緑素計（ミノルタカメラ社製）

を利用して、中生新千本の葉色、穂肥施用量と玄米の外観品質、白米の蛋白質含有率及び収量との関係について検討し、良質・良食味化のための葉色による穂肥施用のめやすを策定したので報告する。

材料及び方法

試験は広島県立農業技術センター（東広島市八本松町原）の圃場（細粒グライ土）において中生新千本を用い、1990~1992年の3年間実施した。移植は、1990年は5月28日の普通期植、1991、1992年は4月30日の早植で、いずれも稚苗の機械植えである。

試験処理区は葉色に差を設けるため栽植密度と窒素施用量（10a当たり施用量）とを組み合わせた次のような区を設けた。

1990年は栽植密度2水準（疎植，密植），中間追肥3水準（0,2,4kg），穂肥I 3水準（0,2,4kg），穂肥II 3水準（0,2,4kg）を組み合わせた40処理区を設けた。

1991年は栽植密度2水準（疎植，密植），中間追肥3水準（0,2,4kg），穂肥I 3水準（0,2,4kg），穂肥II 4水準（0,1,2,4kg）を組み合わせた40処理区を設けた。

1992年は中間追肥3水準（0,2,4kg），穂肥I 6水準（0,1,2,3,4,5kg），穂肥II 3水準（0,2,4kg）を組み合わせた20処理区とし、栽植密度は一定とした。

10a当たりの基肥窒素施用量は、各年次、各処理区とも4kg施用した。

カリは窒素と同量施用した。リン酸は基肥と中間追肥に窒素と同量施用した。

施肥時期は、穂肥Iは幼穂長1mm，穂肥IIは葉耳間長0cmをめやすに施用した。

栽植密度は、疎植区は条間30cm，株間18cmとし、1株平均3本植とした。密植区は条間30cm，株間13cmとし、1株平均6本植とした。1992年は条間30cm，株間14cm，

本報告の一部は、1991年日本作物学会中国支部において発表した²⁾。

1株平均3本植とした。

試験は各年とも1区28㎡の1区制で実施した。

葉色は葉緑素計 (SPAD-502型, ミノルタカメラ社製) を用い, 上位展開第2葉の葉身中央部を測定し, 出穂期以後は止葉の葉身中央部を測定した。止葉葉身の傾斜角度は出穂後20日頃の止葉葉身の垂直に対する湾曲程度 (角度) を観察した。玄米の検査等級の調査は広島食糧事務所東広島支所に依頼した。玄米の良質粒歩合, 未熟粒歩合は品質判定機 (RS-1000, 静岡製機社製) で測定した。白米の蛋白質含有率は近赤外線アナライザ (サタケ食味計 TB-15A, 佐竹製作所製) で測定した。なお, 蛋白質含有率測定用サンプル調整のための搗精及び粉碎はサタケ食味計専用の機器 (TM02A, AC1A, 佐竹製作所製) を用いた。

結 果

1. 試験実施年次の気象経過と水稻生育概要

栽培概要を表1に, 収量, 品質等を表2に示した。

1) 1990年

出穂期は8月20日であった。気象条件は平年に比べて7月中旬～9月上旬が著しく高温・多照で経過した。しかし, 登熟後半の9月中旬以降が長雨・著しい日照不足で推移したため登熟が不良で, 穂肥Iを多く施用した区では一部青枯れが発生した。この年の産米は登熟歩合, 品質及び収量とも3年間で最も低かった。

2) 1991年

出穂期は8月10日であった。気象条件は, 移植期～出穂期が平年に比べて著しく寡照で経過し, また, 5月下旬～6月は最低気温が高く, 8月上旬は最高・最低気温

とも平年より著しく低かった。登熟期間は平年に比べ, やや高温, やや多照で経過した。

3年間の中では収数が少ない年次であったが, 登熟期間が好天であったため, 登熟が良く, 良質・多収であった。

3) 1992年

出穂期は8月8日であった。気象条件は5月下旬～7月上旬は平年に比べて低温, やや寡照で経過し, 7月後半は高温多照であった。出穂期前後の8月上・中旬は平年に比べ, 著しく寡照であった。また, 8月上旬～9月上旬は最低気温が高く経過した。

この年は7月中旬に葉色が著しく薄くなった (表5, 葉色値で前年度より3ポイント低い) ため, 穂肥Iを一部7月13日に施用し, さらに7月20日に追加施用した。

収数は3か年の中では最も多く, 登熟はやや劣り, 品質・収量は中程度であった。

2. 窒素施用量と葉色

幼穂形成期の葉色は栽植密度の影響が大きく, 密植で薄かった (表3)。中間追肥の影響は小さかった (表4)。出穂前10日頃の葉色値は穂肥Iの窒素施用量, 幼穂形成期の葉色の影響が大きかった (表4, 図1)。

穂肥Iの施用時期である幼穂形成期の葉色値と出穂前10日頃の葉色値との関係を見ると (図1), 穂肥I無施用区の出穂前10日頃の葉色値は幼穂形成期のそれに比べて2～5ポイント低下した。幼穂形成期の葉色値が大きい場合にその低下程度が大きかった。

穂肥Iの窒素を10a当たり2kg施用した場合の出穂前10日頃の葉色値は幼穂形成期のそれと概ね同程度であった。窒素を4kg施用した場合の出穂前10日頃の葉色値は幼穂形成期のそれより0～5ポイント増加した。特に幼

表1 年次別栽培概況 (全処理区の平均値)

年次	播種期 月日	移植期 月日	出穂期 月日	成熟期 月日	施 肥 月 日			
					中間	穂肥 I	穂肥 II	穂肥 III
1990	5. 6	5.28	8.20	9.30	6.18	7.27	—	8.10
1991	4. 5	4.30	8.10	9.15	5.24	7.19	—	8. 2
1992	4. 6	4.30	8. 8	9.23	5.25	7.13	7.20	7.30

表2 年次別収量・品質等 (全処理区の平均値)

年次	収量 kg/a	穂数 /㎡	籾 数		登熟歩合 %	千粒重 g	品質 (等級)	良質粒 %	未熟粒 %	蛋白質 含量%	稈長 cm
			／穂	／㎡							
1990	52.4	403	75	30000	72.5	22.71	3.90	66.0	12.8	6.61	78.1
1991	60.0	418	70	28800	87.1	23.91	3.18	84.5	9.3	6.51	75.5
1992	55.3	452	73	32800	76.3	22.67	3.65	80.6	11.5	6.63	72.4

注) 品質は広島食糧事務所東広島支所調査, 1 (1等上)～9 (3等下) で表示した。

表3 栽植密度の差異が葉色値、品質等に及ぼす影響 (20処理区の平均値)

年次	栽植密度	植付本数 本/m ²	葉色値			検査等級	良質粒歩合 %	未熟粒歩合 %	登熟歩合 %	白米蛋白質含有率 %	収量 kg/a
			幼穂形成期	出穂前10日頃	出穂期 ¹⁾						
1990	疎植	56	36.68	35.82	38.03	5.2	59.5	14.7	66.7	6.68	49.5
	密植	154	34.12	33.44	36.47	2.7	72.5	11.0	78.3	6.54	55.3
1991	疎植	56	39.25	35.59	38.01	3.6	82.3	11.2	85.6	6.58	61.3
	密植	154	34.97	34.54	36.97	2.8	86.6	7.5	88.6	6.45	58.7

1) 1991年の出穂期葉色値は穂ぞろい期に調査したデータである。

表4 時期別窒素追肥量と葉色の相関係数

年次	追肥時期	葉色		
		幼穂形成期	出穂前10日頃	出穂期
1990	中間追肥	0.009	0.094	-0.014
	穂肥 I	-	0.794**	0.511**
	穂肥 II	-	-	0.569**
1991	中間追肥	0.177	0.085	-0.081
	穂肥 I	-	0.854**	0.639**
	穂肥 II	-	-	0.361*
1992	中間追肥	0.372	0.313	0.067
	穂肥 I	-	0.934**	0.649**
	穂肥 II	-	-	0.672**

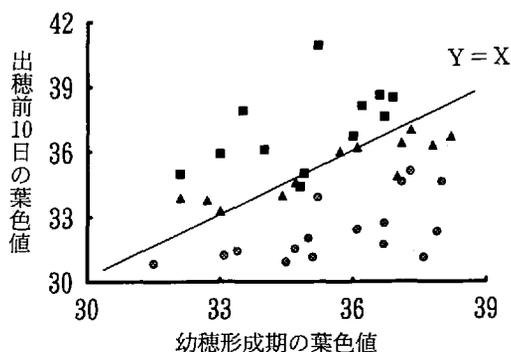


図1 幼穂形成期の葉色値と出穂前10日の葉色値との関係 (1990年)

注) 穂肥 I 窒素量 ●:0kg/10 a ▲:2kg/10 a ■:4kg/10 a

穂形成期の葉色値が低い場合にその増加程度が大きかった。

穂肥 II の施用時期である出穂前10日頃の葉色値 (上位展開第2葉) と出穂期の葉色値 (止葉) との関係を図2に示した。

穂肥 II を施用しない場合の出穂期の葉色値は、出穂前10日頃の葉色値と同程度であった。穂肥 II の窒素を10 a 当たり 2 kg 施用した場合の出穂期の葉色値は、出穂前10日頃のそれより 0~5 ポイント増加し、特に出穂前10日頃の葉色値が低い場合にその増加程度が大きかった。

3. 玄米の外観品質

各年次とも幼穂形成期~登熟期の間の各生育時期の葉色値、出穂前10日頃の草丈、稈長及び穂肥 I 窒素施用量と品質 (検査等級、良質粒歩合、未熟粒歩合) との間には有意な相関関係が認められた (表5)。特に、出穂前10日頃の葉色値と品質の相関が各年次とも安定して高かった。この出穂前10日頃の葉色値及び穂肥 II 窒素施用量と品質との関係を図3~5に示した。

これらの図から、出穂前10日頃の葉色が濃いと、未熟粒が増加し、玄米の外観品質が低下することが認められ

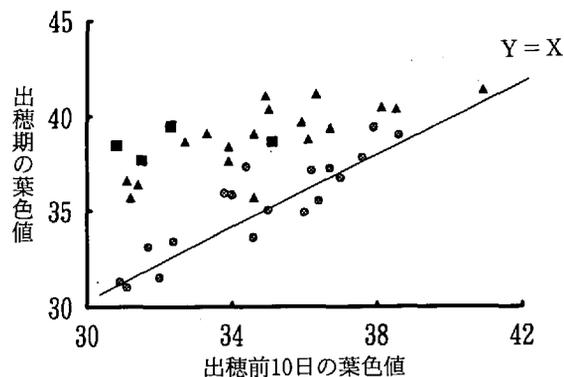


図2 出穂前10日の葉色値と出穂期の葉色値との関係 (1990年)

注) 穂肥 II 窒素量 ●:0kg/10 a ▲:2kg/10 a ■:4kg/10 a

た。特に、1990年の普通期植でその低下傾向が大きかった。疎植は密植に比べて出穂前10日頃の葉色が濃く、品質が劣った (表3)。また、検査等級が1等に格付けされた米は、出穂前10日頃の葉色値が1990年は35以下、早植の1991年及び1992年は37以下であった。

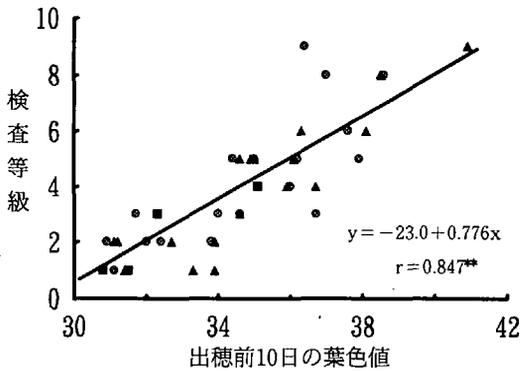


図3 出穂前10日の葉色値と検査等級との関係 (1990年)
 注) 検査等級の数値は1が1等上～9が3等下である。
 凡例は図2と同じ。

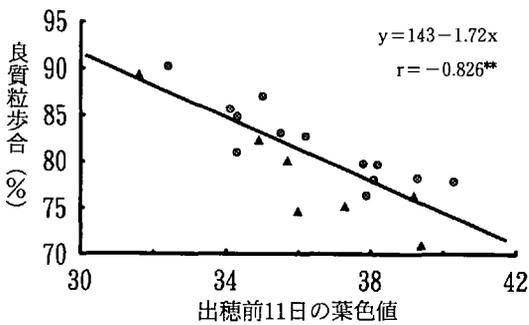


図4 出穂前11日の葉色値と良質粒歩合との関係 (1992年)
 注) 凡例は図2と同じ。

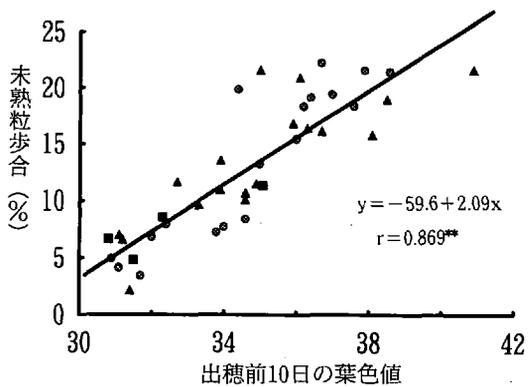


図5 出穂前10日の葉色値と未熟粒歩合との関係 (1990年)
 注) 凡例は図2と同じ。

幼穂形成期の草丈、茎数、葉色と品質との相関関係は概して低かった。

穂肥IIの窒素施肥量と外観品質との関係は明らかでなかった。

4. 白米の蛋白質含有率

白米の蛋白質含有率は、出穂期～登熟期の葉色値及び穂肥IIの窒素施肥量との間に各年次とも高い相関関係が認められた(表5, 図6)。すなわち、出穂期～登熟期の葉色が濃いほど白米蛋白質含有率が高かった。また、出穂期～穂ぞろい期の葉色値と白米蛋白質含有率との相関は作期及び年次が異なっても、ほぼ同一の関係にあった。

出穂前10日頃の葉色値及び穂肥II窒素施肥量と白米蛋白質含有率との関係を図7に示した。蛋白質含有率は穂肥IIの窒素施肥量が多くなると明らかに高くなった。また、穂肥IIの施肥量が等しい区グループでは、出穂前

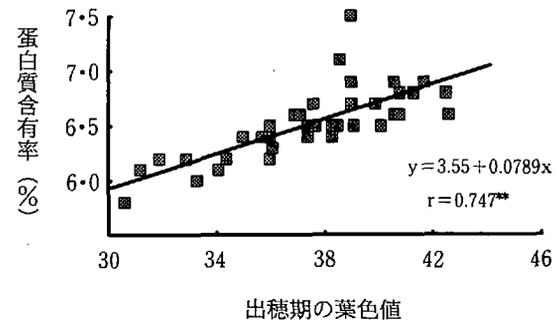


図6 出穂期の葉色値と白米蛋白質含有率との関係 (1991年)

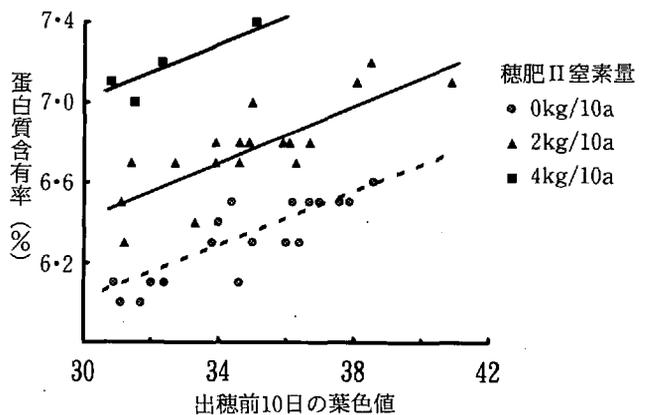


図7 出穂前10日の葉色値、穂肥II窒素施肥量と白米蛋白質含有率 (1990年)

表5 時期別生育及び穂肥窒素施用量と各形質との相関係数

項目	調査時期		同左 項目の 平均値	相 関 係 数								
	月日	出穂後 日数		品質 (等級)	良質粒 歩合	未熟粒 歩合	m ² 当たり 粒数	登熟 歩合	止葉 葉身長	止葉葉身 傾斜角度	白米蛋白 質含有率	収量
1990年 (n=40)												
葉色値	7.11	+39	37.8	-0.16	0.08	-0.10	-0.03	0.14	0.00	0.05	-0.06	0.24
〃	7.27	-23	35.4	0.42**	-0.29	0.19	0.31	-0.32*	-0.03	-0.30	0.11	-0.28
〃	8.10	-10	34.6	0.85**	-0.40**	0.87**	0.83**	-0.86**	0.84**	-0.86**	0.33*	-0.62**
〃	8.20	0	37.3	0.40*	-0.42**	0.56**	0.36*	-0.54**	0.53**	-0.70**	0.85**	-0.25
〃	9.11	+22	35.7	0.49**	-0.37*	0.61**	0.47**	-0.61**	0.56**	-0.73**	0.83**	-0.23
草丈	7.27	-23	66.8cm	-0.01	-0.24	-0.00	0.22	-0.14	0.15	-0.18	-0.25	-0.00
〃	8.10	-10	80.2cm	0.53**	-0.33*	0.71**	0.68**	-0.68**	0.79**	-0.69**	0.27	-0.46**
稈長			78.1cm	0.64**	-0.48**	0.65**	0.72**	-0.76**	0.65**	-0.81**	0.60**	-0.46**
茎数	7.27	-23	577本/m ²	-0.38*	0.23	-0.18	-0.09	0.19	-0.06	0.34*	-0.10	0.40*
穂数			403本/m ²	-0.13	0.15	0.09	0.25	0.19	-0.06	0.02	0.04	0.17
穂肥I				0.64**	-0.26	0.83**	0.68**	-0.71**	0.93**	-0.72**	0.21	-0.40*
穂肥II				-0.21	-0.14	-0.18	-0.24	0.00	-0.20	-0.09	0.82**	0.10
1991年 (n=40)												
葉色値	7.11	-30	37.7	0.32*	-0.45**	0.40*	0.23	-0.27	0.43**	-0.07	0.15	0.32*
〃	7.15	-26	37.1	0.50**	-0.65**	0.56**	0.31*	-0.37*	0.55**	-0.25	0.24	0.37*
〃	7.30	-11	35.1	0.51**	-0.69**	0.76**	0.79**	-0.55**	0.75**	-0.86**	0.40*	0.82**
〃	8.16	+6	37.5	0.41**	-0.59**	0.58**	0.71**	-0.24	0.57**	-0.84**	0.75**	0.80**
〃	8.30	+20	38.1	0.43**	-0.63**	0.61**	0.74**	-0.28	0.63**	-0.78**	0.77**	0.83**
〃	9.13	+34	33.7	0.38*	-0.56**	0.54**	0.71**	-0.24	0.55**	-0.74**	0.83**	0.74**
草丈	7.15	-26	66.9cm	0.53**	-0.61**	0.55**	0.48**	-0.36*	0.48**	-0.28	0.17	0.42**
〃	8.2	-8	84.1cm	0.68**	-0.85**	0.88**	0.83**	-0.63**	0.85**	-0.83**	0.38*	0.85**
稈長			75.5cm	0.48**	-0.66**	0.62**	0.75**	-0.41**	0.65**	-0.54**	0.40*	0.73**
茎数	7.15	-26	565本/m ²	-0.21	0.40*	-0.30	0.01	0.28	-0.42	-0.00	-0.17	-0.18
穂数			418本/m ²	-0.22	0.25	-0.16	0.29	0.25	-0.28	-0.17	-0.05	0.00
穂肥I				0.46**	-0.54**	0.65**	0.69**	-0.45**	0.56**	-0.80**	0.23	0.65**
穂肥II				-0.22	0.19	-0.29	-0.02	0.49**	-0.24	-0.07	0.61**	0.05
1992年 (n=20)												
葉色値	7.13	-26	34.3	-0.02	-0.22	-0.18	0.43	-0.32	0.35	-0.39	0.13	-0.18
〃	7.20	-19	36.8	0.44*	-0.62**	0.34	0.57**	-0.46*	0.35	-0.73**	0.21	-0.02
〃	7.28	-11	36.4	0.56**	-0.83**	0.73**	0.78**	-0.49*	0.77**	-0.81**	0.36	0.08
〃	8.11	+3	36.1	0.45*	-0.78**	0.68**	0.62**	-0.23	0.51*	-0.81**	0.81**	0.24
〃	8.20	+12	38.8	0.54*	-0.75**	0.79**	0.61**	-0.27	0.49*	-0.67**	0.74**	0.40
〃	8.29	+21	38.2	0.49*	-0.73**	0.57**	0.56*	-0.38	0.60**	-0.62**	0.65**	0.32
草丈	7.20	-19	58.3cm	0.44*	-0.39	0.00	0.65**	-0.77**	0.32	-0.52*	-0.18	-0.04
〃	7.28	-13	69.8cm	0.45*	-0.62**	0.20	0.82**	-0.70**	0.60**	-0.73**	0.09	-0.17
稈長			72.4cm	0.55*	-0.69**	0.35	0.89**	-0.43	0.52*	-0.81**	0.42	-0.06
茎数	7.20	-19	587本/m ²	0.35	-0.26	0.11	0.47	-0.20	0.01	-0.22	0.05	-0.08
穂数			452本/m ²	0.48*	-0.45*	0.45*	0.65**	-0.52*	0.36	-0.47*	0.10	0.00
穂肥I				0.59**	-0.85**	0.73**	0.79**	-0.41	0.77**	-0.82**	0.42	0.14
穂肥II				0.15	-0.33	-0.33	0.35	-0.04	0.03	-0.39	0.70**	0.07

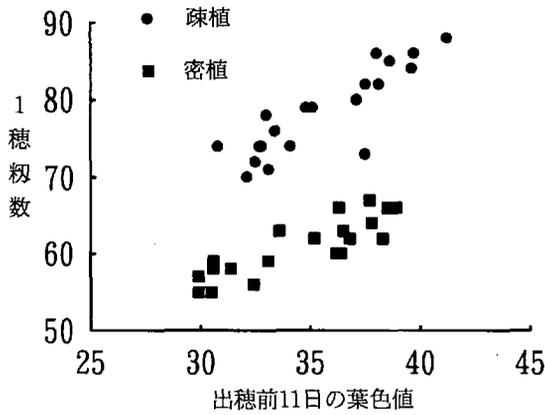


図8 栽植密度，出穂前11日の葉色値と1穂粒数との関係 (1991年)

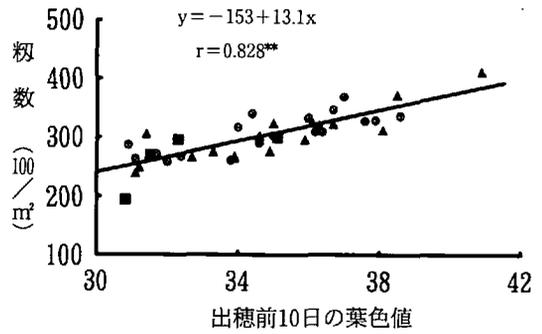


図10 出穂前10日の葉色値とm²当たり籾数との関係 (1990年)
注) 凡例は図7と同じ。

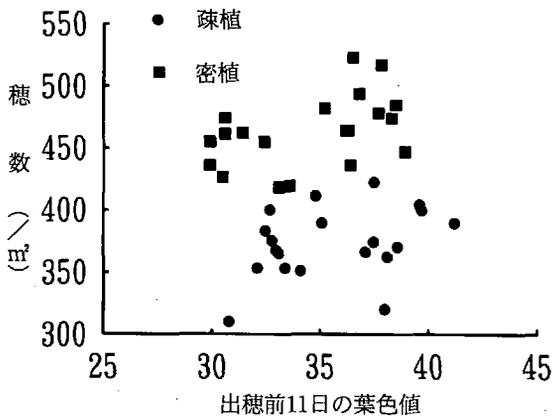


図9 栽植密度，出穂前11日の葉色値と籾数との関係 (1991年)

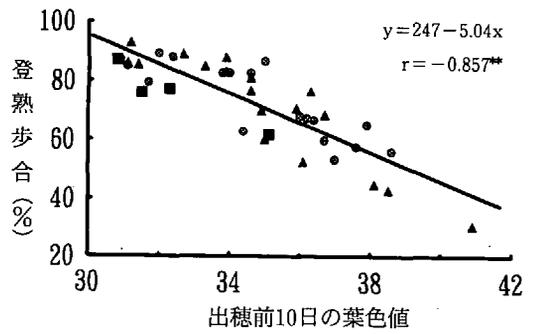


図11 出穂前10日の葉色値と登熟歩合との関係 (1990年)
注) 凡例は図7と同じ。

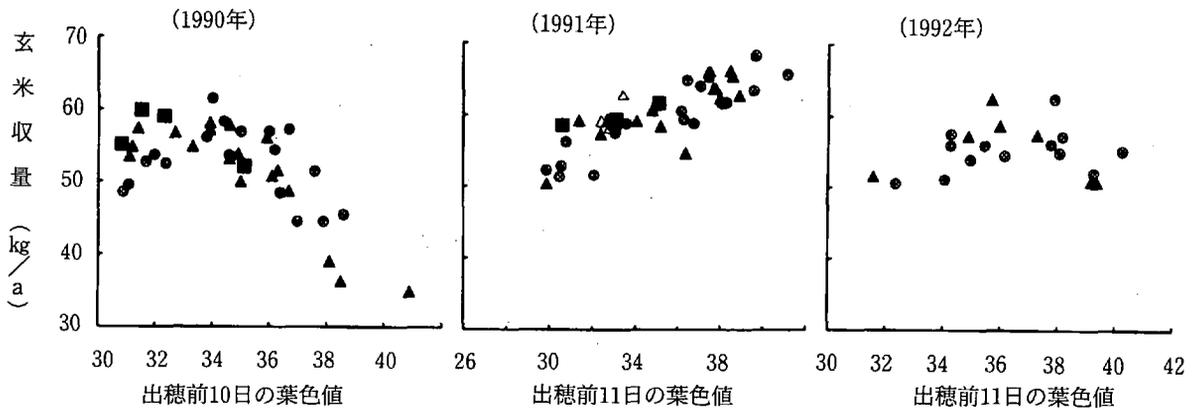


図12 出穂前10日頃の葉色値と収量との関係
注) 穂肥II窒素量 ◎:0kg/10a △:1kg/10a ▲:2kg/10a ■:4kg/10a

10日頃の葉色値が濃いほど白米蛋白質含有率が高くなる傾向が認められた。

疎植は密植に比べて出穂期の葉色が濃く、白米蛋白質含有率が高かった(表3)。

5. 収量構成要素及び収量

穂数、1穂粒数は栽植密度によって異なり、疎植では穂数が少ないが1穂粒数が多く、密植では穂数が多いが1穂粒数が少なかった(図8, 9)。また、穂数、1穂粒数とも出穂前10日頃の葉色が濃くなると多くなる傾向が認められた。このため、 m^2 当たり粒数は出穂前10日頃の葉色値と極めて高い正の相関関係が各年次とも認められた(表5, 図10)。

登熟歩合は、出穂前10日頃の葉色値と高い負の相関が各年次とも認められ、葉色が濃いほど登熟歩合が低下した(表5, 図11)。登熟歩合に対する穂肥IIの効果は1991年は認められたが、その他の年次では認められなかった(表5, 図11)。

千粒重と葉色の関係は明らかでなかった。

出穂前10日頃の葉色と収量の関係は年次によって異なった(図12)。すなわち、1990年は葉色値が33~35で収量が最も多く、それより葉色が薄くても濃くても減収した。1991年は葉色が濃いほど多収であった。1992年は収量のバラツキが大きく、明らかな傾向は認められないが、葉色値が35~38付近で多収の区が多かった。

3年間を通して両者の関係をみると、葉色値が35付近までは各年次とも葉色が濃いほど収量が増加した。しかし、それより葉色値が濃くなると年次によって両者の関係が異なり、さらに葉色が濃くなると収量が増加する場合と逆に減少する場合があった。

収量に対する穂肥IIの効果は、1990年に出穂前10日の葉色が薄い場合に穂肥II施用で収量が増加する傾向が認められたが、その他の年次では認められなかった。

6. 葉色と登熟期の稲の形態

登熟期の穂長、止葉の葉身長及び止葉葉身の傾斜角度はいずれも出穂前10日頃の葉色値と極めて高い相関関係が各年次とも認められた(表5)。すなわち、出穂前10日頃の葉色が濃いほど止葉の葉身長が長く、その傾斜角度も大きくなり登熟期の受光態勢が悪化することが認められた。

考 察

本試験では葉色と米の外観品質、白米蛋白質含有率及

び収量等の各形質との関係について、栽植密度、中間追肥、穂肥I、穂肥IIの窒素量を変えて、1990年は普通期植(5.28移植)、1991、1992年は早植(4.30移植)で検討した。

1. 葉色と外観品質

松島ら^{13,14,16)}は玄米の検査等級をよくするためには登熟歩合の向上が重要であり、登熟歩合は受光態勢や単位面積当たり粒数の多少によって大きく影響されることを報告している。

受光態勢については、松島¹⁶⁾、松崎¹⁹⁾は出穂前30日後または葉令指数70~90の時期の追肥は上位葉を伸長させ、受光態勢が悪化することを報告している。

本試験の結果、出穂前10日頃の葉色値及び穂肥Iは、水稻の受光態勢に関与する穂長、止葉葉身長、止葉葉身傾斜角度との間に極めて高い相関関係が得られた。本試験では穂肥Iを出穂前24日頃、葉令指数88の幼穂長1mm頃に施用しており、出穂前10日頃の葉色値はこの穂肥Iの窒素の影響が大きい。松島、松崎の報告から推察すると本試験での穂長、止葉の葉身長はこの穂肥Iの窒素の影響を強く受けたと考えられた。しかし、本試験の結果でみると、穂長、止葉の葉身長及び葉身傾斜角度との相関関係は穂肥Iの窒素施用量よりも出穂前10日頃の葉色値との相関関係が安定して高い。このことから、出穂前10日頃の葉色値は穂長、止葉の葉身長及び葉身傾斜角度等の受光態勢の良否の指標として重要であると考えられた。

m^2 当たり粒数は、穎花分化終期前後の稲体の窒素吸収量と相関が高いことが報告されている^{10,19)}。本試験の結果、 m^2 当たり粒数は出穂前10日頃の葉色値と最も高い正の相関関係が、次いで穂肥Iと高い相関関係が得られた。葉緑素計による葉色値は稲体窒素濃度と相関が高い^{8,9)}ことから、出穂前10日頃の葉色値は、 m^2 当たり粒数の一つの指標とみなすことができると考えられる。しかし、出穂前10日頃の葉色値と m^2 当たり粒数との相関関係(回帰直線)は年次によって差異が認められた。これは穎花数は出穂までの気温、日射量の影響も強く受けることによる^{11,21)}と考えられる。

水稻の栽植密度と玄米の外観品質との関係については、井原⁵⁾、著者ら³⁾が密植で登熟歩合が高く良質化することを報告している。水稻の施肥管理や稲体窒素濃度が玄米の外観品質に及ぼす影響については、出穂期以後の追肥が登熟を高め、品質が向上するという報告は多い^{18,19,24)}。出穂以前の施肥と外観品質の関係については、川嶋ら⁷⁾の調査によれば、出穂前25日以降の追肥で検査

等級が向上した事例もあるが、悪化した事例も多い。この原因は、追肥によってやっと登熟できるような粒には未熟粒が多く、全体としての整粒歩合を低下させるためではないかと考察している。松島ら^{13,14)}は生育中期の窒素制限によって登熟しにくい二次枝梗の籾を少なくして、登熟歩合を向上させることによって品質も向上すると報告している。

本試験の結果でも疎植は密植に比べて、同一施肥条件下では、出穂前10日頃の葉色が濃く、玄米外観品質も劣った。また、幼穂形成期に施用した穂肥Ⅰの影響が大きいことが確認された。さらに、出穂前10日頃の葉色値と玄米の外観品質（検査等級、未熟粒歩合、良質粒歩合、登熟歩合）との間に安定して高い相関関係が各年次とも認められた。この要因は出穂前10日頃の葉色値は既述したように登熟歩合に大きく関与しているところの受光態勢、 m^2 当たり籾数と強く結びついていたことによると考えられた。これらのことから、出穂前10日頃の葉緑素計による葉色値は品質予測の重要な指標になり得ると考えられる。中生新千本の場合の良質化のためには出穂前10日頃の葉色値を早植では37以下、普通期植では35以下で推移させることが重要と考えられる。

本試験では穂肥Ⅱの品質への影響は小さかった。本試験の供試圃場は粘質で保肥力の高い圃場であった。地力の低い、秋落ちしやすい圃場における穂肥Ⅱの品質への影響は今後の検討が必要である。

2. 葉色と白米蛋白質含有率

精米・玄米中の蛋白質または窒素含有率が高くなると米の食味が低下することが認められている^{1,6,11,13,18)}。

米の蛋白質含有率は出穂以後の稲体または葉身の窒素濃度、及び出穂期以後の窒素追肥の影響が大きいことが報告されている^{13,14,16,22)}。本試験でも出穂期～登熟期の葉色値と白米蛋白質含有率とには高い正の相関関係が各年次とも認められた。また、出穂前10日頃の穂肥Ⅱの窒素施用は白米蛋白質含有率を高めることが認められた。穂肥Ⅱの窒素施用量が同一であれば出穂前10日頃の葉色が濃いと白米蛋白質含有率が高くなることも認められた。

佐々木²⁰⁾は、玄米の窒素濃度が1.3%以上になると食味が低下したと報告している。ケルダール法で測定した玄米窒素濃度と食味計（佐竹製作所製）による白米蛋白質含有率との間には高い正の相関関係が認められ（古土井ら、未発表）、佐々木が指摘している玄米窒素濃度1.3%に相当する白米蛋白質含有率（サタケ食味計）は概ね6.6%であった。図7に示した出穂前10日頃の葉色値及び穂肥Ⅱ窒素施用量と白米蛋白質含有率との関係から、白

米蛋白質含有率が6.6%に達する出穂前10日頃の葉色値を求めると、穂肥Ⅱに10a当たり窒素2kg施用する場合で33、無施用では39程度であることを示している。従って、良食味米生産の上からは、中生新千本では出穂前10日頃の葉色値が35以上では穂肥Ⅱの施用を控える必要があると考えられる。

すでに、著者ら³⁾は密植によって白米蛋白質含有率が低下することを報告したが、本試験でも密植で出穂期の葉色が薄く、白米蛋白質含有率も低くなることを確認した。

以上のことから、穂肥Ⅱ窒素施用量、出穂前10日頃及び出穂期頃の葉緑素計による葉色値は白米蛋白質含有率と強く結びついていることが認められる。このため、これらの項目は食味評価の診断指標のひとつとして活用できると考えられる。

3. 葉色と収量

収量と出穂前10日頃の葉色値との関係は年次によって異なり、1991年は葉色が濃いほど多収であった。これは葉色の割りには m^2 当たり籾数が他の2年より少なかったこと、登熟期が好天で経過したことから、葉色が濃くても登熟歩合の低下が小さかったことによるものと考えられる。一方、1990年と1992年は葉色値35前後で収量が最も多く、それより葉色値が低くても高くても収量は低かった。1990年は登熟期後半の著しい日照不足で、1992年は出穂期前後が寡照、高夜温で経過したため葉色が濃くても籾数の多いものほど登熟歩合が低下し、減収したと考えられる。

これらのことから、葉色のみによる収量の適確な予測は困難であるが、少なくとも出穂前10日頃の葉色値が35付近までは葉色が濃いほど多収であるので、安定多収を図るうえからは、中生新千本では出穂前10日頃の葉色値を35より低くしないことが重要と考えられる。

和田²⁴⁾、松崎ら¹⁸⁾は穂ぞろい期窒素追肥は登熟歩合の向上を通じて収量が増大することを報告している。また、和田²³⁾は減数分裂期に窒素を追肥した区は出穂期において窒素含有率が高く、しかも貯蔵澱粉量も多く、登熟に好影響を与えていると考察している。しかし、本試験では減数分裂期にあたる出穂前10日頃に穂肥Ⅱを施用したが、増収効果は、1991年には、出穂前10日頃の葉色が薄い場合に若干認められたが、その他の年次では認められなかった。松島¹⁵⁾は穂ぞろい期追肥が有効な条件として、出穂期の茎葉の窒素濃度が1.3%以下、出穂後地中から窒素の供給が少ない水田であると述べている。また、和田²³⁾は穎花数が最適穎花数よりやや多い場合に穂ぞろい期追肥の効果が高いことを報告している。本試験におい

表6 出穂前10日の葉色値と穂肥II施用のめやす

葉色 区分	葉色 (ミノルタ葉緑素計)		穂肥II窒素施用量 kg/10 a	備 考
	早 植	普通期植		
極淡	～32	～30	2～2.5) 穂肥IIの増収効果は あるが、収量は低い 良質、多収 品質、食味が劣る
淡	32～34	30～32	1～1.5	
適性	35～37	33～35	0	
濃	39～	37～	0	

- 注1) 診断時期：出穂前10日頃（葉耳間長0 cm）
 2) 葉色は完全展開葉の上から2枚目を測定する。
 3) 早 植：4月下旬～5月上旬植
 普通期植：5月下旬～6月中旬植
 4) 現地の土壌条件を考慮する。

表7 幼穂形成期の葉色値と穂肥I施用のめやす

葉色 (ミノルタ葉緑素計)		穂肥I窒素施用量 kg/10 a
早 植	普通期植	
～32	～30	2～3
34～36	32～34	2
38～	36～	0

- 注1) 診断時期：出穂前24日頃（幼穂長1 mm）
 2) 現地の土壌条件を考慮する。

ては、籾数の多い区ほど葉色が濃く、茎葉の窒素濃度も高くなってたと推察されること、本試験の供試圃場は粘質で保肥力が高く、各処理区とも秋落ちがみられなかったこと等により、本試験では、穂肥IIの効果が小さかったと考えられる。

4. 葉色による穂肥施用のめやす

出穂前10日頃の葉色値及び穂肥II施用量と品質、白米蛋白質含有率、収量性等の面から総合的に考えると、出穂前10日頃の適正な葉色値は早植で35～37、普通期植で33～35であると考えられる。これより葉色値が低いと収量が低く、これより葉色値が高いと外観品質が低下し、白米蛋白質含有率が高くなり食味が低下すると考えられる。穂肥IIは出穂前10日頃の葉色値が35以上では施用しないことが良食味化のために重要であると考えられる。これらのことから、表6のように、出穂前10日の葉色のめやすと葉色値に対する穂肥II施用のめやすを策定した。

また、出穂前10日頃の葉色値を適正な範囲で経過させるためには、幼穂形成期に施用する穂肥Iの施肥技術が非常に重要となる。本試験の幼穂形成期の葉色値、穂肥Iの窒素施用量と出穂前10日頃の葉色値との関係から、出穂前10日頃の葉色値を適正に経過させるために、表7のよ

うに、穂肥Iの施用のめやすを策定した。

摘 要

本県の主要な水稻品種中生新千本を用いて、幼穂形成期以後の葉色、並びに穂肥施用量が玄米の外観品質、白米蛋白質含有率、収量および登熟期の稲の形態に及ぼす影響について検討し、良質安定化のための葉緑素計葉色値による穂肥施用のめやすを策定した。

1. 出穂前10日の葉色値は穂長、止葉の葉身長及び止葉葉身の傾斜角度と高い正の相関があり、受光態勢の指標となり得ると考えられた。

2. 外観品質（検査等級、良質粒歩合、未熟粒歩合）は出穂前10日の葉色値と高い相関関係が認められ、葉色が濃いと品質が劣化した。同一施肥条件下では、密植は疎植に比べて葉色が薄く、品質が優った。

3. 白米蛋白質含有率は出穂期～登熟期の葉色値が大きいほど、また、穂肥IIの窒素施用量が多いほど高かった。穂肥IIの窒素施用量が同一の場合は、出穂前10日の葉色値が大きいほど高かった。同一施肥条件下では、密植は疎植に比べて出穂前10日の葉色が薄く、白米蛋白質含有率が低かった。

4. m²当たり籾数は出穂前10日の葉色値と高い正の相関関係が認められた。

5. 収量と出穂前10日の葉色値との関係は年次によって傾向が異なったが、葉色値が35までは葉色値が大きいほど収量が多くなった。

6. 細粒グライ土での穂肥IIの品質、収量への影響は小さかった。

7. 以上の結果に基づき、中生新千本の葉色値に基づく穂肥施用のめやすを策定した。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、当センター作物研究部長大竹茂登氏より有益な御助言や本稿の校閲をいただいた。本試験の実施に当たっては当センター作物研究部研究員、技術員諸氏の協力をいただいた。また、本試験における米の検査等級調査は農林水産省広島食糧事務所東広島支所にご協力いただいた。これら関係各位に感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 竹生新次郎・渡辺正造・杉本貞三・真部尚武・酒井藤敏・谷口喜廣：1985. 多重回帰分析による米の食味の判定式の設定. 澱粉科学32 51-60
- 2) 古土井悠・大竹茂登：1991. 米の良質良食味化のための葉色診断と穂肥施用法について. 日本作物学会中国支部研究収録32 16-17
- 3) 古土井悠・大竹茂登：1993. 稚苗移植水稻の栽植密度が白米蛋白質含有率に及ぼす影響. 日本作物学会中国支部研究収録34 52-53
- 4) 古土井悠・大竹茂登・原田昭彦・上原由子・中沢征三郎・若山 譲・谷本俊明：1993. 県産米の食味の現状と改善方向. 第25回農業技術センター研究成果発表会要旨集. 広島県農政部編. 1-8
- 5) 井原 豊：1981. 手植え疎植栽培. 稲作全書イネII栽培技術の基本. 農文協. 東京. 735-746
- 6) 石間紀男・平 宏和・平 春枝・御子柴穆・吉川誠次：1974. 米の食味に及ぼす窒素施肥および精米中のタンパク質含有率の影響. 食総研報 29 9-15
- 7) 川嶋良一・松本 顕：1981. 米の品質. 稲作全書イネII栽培技術の基本. 農文協. 東京. 837-891
- 8) 北川靖夫・岡山清司・広川智子：1987. 葉緑素計によるコシヒカリの葉色と稲体窒素濃度. 富山農技セ研究報告 1 1-7
- 9) 熊谷勝己・中西正則・原田康信：1991. 非破壊的手法による水稻窒素吸収量の推定と窒素吸収パターンの類型化. 山形農試研報 25 23-34
- 10) 玖村敦彦：1955. 水稻における葉身の窒素濃度が収量構成要素に及ぼす影響. 日作紀 24 177-180
- 11) 玖村敦彦：1990. 物質生産・物質配分からみた多収性の生理. 稲学大成第2巻生理編. 農文協. 東京. 555-581
- 12) 松江勇次：1993. 水稻の食味に及ぼす環境条件の影響及び良食味の奨励品種選定に関する研究. 福岡総農試特報 6 1-73
- 13) 松島省三・松崎昭夫：1972. V字理論による安全良質稲作(3). 農及園 47:1130-1134
- 14) 松島省三・松崎昭夫：1972. V字理論による安全良質稲作(4). 農及園 47:1271-1276
- 15) 松島省三：1983. 稲作診断と増収技術. 農文協. 東京. 1-133
- 16) 松島省三：1990. 収量構成要素からみた多収性の生理. 稲学大成第2巻生理編. 農文協. 東京. 583-603
- 17) 前重道稚：1981. 米の食味関与要因の変動に関する研究. 第2報 玄米タンパク質含量の生産地間差異. 広島農試研報 44 29-38
- 18) 松崎昭夫・松島省三・富田豊雄・勝木依正：1972. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第109報 穂揃期窒素施肥が倒伏抵抗性・根の活力・収量および品質におよぼす影響. 日作紀 41 139-146
- 19) 松崎昭夫：1975. 水稻の葉令指数90までの窒素吸収量が外部形態・倒伏および収量構成要素に及ぼす影響. 日作紀 44 458-464
- 20) 佐々木康之：1991. 米の食味と栽培条件. 平成2年度第2回農業施設研修会 米の味とセンシング. 農業施設学会編 1-10
- 21) 鈴木 守：1980. 暖地水稻の収量成立過程の物質生産的特徴に関する研究. 九州農試報 20(4) 429-494
- 22) 丹野文雄：1992. 福島県における良食味品種安定生産のための総合計量化方式による水稻の生育. 窒素栄養診断. 予測法. 福島農試研報 36 1-62
- 23) 土屋隆生：1993. 近赤外線を利用した食味計で評価した広島県産中生新千本とコシヒカリの食味特性とその地域性. 広島農技セ研究報告 57 63-68
- 24) 和田源七：1969. 水稻収量におよぼす窒素栄養の影響. とくに出穂期以後の窒素の重要性について. 農技研報 A16 27-167

The Method of Fertilizer Application on the Basis of Leaf Color at Panicle Formation Stg for High Quality and Yield of Rice Cultivar 'Nakateshinsenbon'

Yutaka FURUDOI

Summary

The leaf color in full developed 2nd leaf blade of rice cultivar Nakateshinsenbon determined with the SPAD-502 type chlorophyll meter (Minolta Camera Co.). The effects of leaf color and nitrogen topdressing at panicle formation stage on the yield, quality and protein content of milled rice of cultivar Nakateshinsenbon were investigated.

The results are summarized as follows:

1. The reading of the leaf color at about 10 days before heading showed highly significant positive correlations with the ear length, the length and the angle of inclination of flag leaf blade. It seemed that the reading of the leaf color at about 10 days before heading would be useful for index of the light-intercepting characteristics.
2. The leaf color at about 10 days before heading and quality of hulled rice showed a high correlation.
3. The protein content in milled rice showed a highly significant positive correlation with the leaf color in flag leaf at heading.

Nitrogen topdressing at about 10 days before heading increased the protein content in milled rice.

High reading of the leaf color at about 10 days before heading increased the protein content in milled rice.

4. The number of spikelets per square meter showed a high significant positive correlation with the leaf color at about 10 days before heading.
5. Within less than 35, the reading of the leaf color at about 10 days before heading, the yield was increased with high reading of the leaf color at about 10 days before heading.
6. According to these data, the standard of the amount of nitrogen topdressing on the basis of leaf color at panicle formation stage of rice cultivar Nakateshinsenbon was drawn up.

Key words : rice, Nakateshinsenbon, chlorophyll meter, leaf color, topdressing at panicle formation stage, yield, quality, tasty, light-intercepting characteristics