

小麦に対する実肥の効果とその要否判断への 水稲葉中窒素測定装置の利用

澤田富雄*・三好昭宏*・吉川年彦*

要 約

- 1 出穂後10日の0.4kg/a 窒素追肥 (実肥) 施用により, 低温で出穂が遅延する年には, 成熟期が遅延した。
- 2 実肥施用により, 穂数, 千粒重が増加し, 10%程度の増収が期待できたが, 低温で出穂が遅延する年には, 無施用との差が小さくなった。
- 3 実肥施用による子実中タンパク質含有率の増加率が高い年には, 硝子粒の増加により, 外観品質の低下も大きかった。
- 4 水稲葉中窒素測定装置による小麦葉の測定値 (CCN 値) は, 葉中窒素含有率の近似値を表していたが, むしろ葉色値によく適合しており, 葉色値の代替として用いる方がよいと考えられた。
- 5 高タンパク質化栽培をめざす場合, 出穂後10日に, CCN 値がおおむね3.0以下では実肥施用を実施すべきであると考えられた。

Effect of Topdressing at the Ripening Stage and Application of Leaf Nitrogen Content Analyser for Fertilization of Wheat

Tomio SAWADA, Akihiro MIYOSHI and Toshihiko YOSHIKAWA

Summary

- (1) By topdressing at the ripening stage (TRS), application of nitrogen 0.4kg/a at 10 days after the heading stage, date of maturity was delayed in year of lower temperature.
- (2) TRS also increased the number of ears, the thousand-kernel-weight and the yield by 10%, but not in the years where heading was delayed by lower temperatures.
- (3) With TRS, when the increasing rate of the content of protein in wheat grain was higher, the quality was lower because of the increasing grassy grain content.
- (4) To analyse wheat leaves with a Leaf Nitrogen Content Analyser (CCN) was used. The CCN value roughly indicated the nitrogen content in the wheat leaf, and was highly related to color value. Accordingly, it was better that the CCN value was used instead of the color value for nitrogen content.
- (5) It is suggested that topdressing at the ripening stage is effective when CCN indicates less than 3.0%, from 10 days after the heading stage.

キーワード：小麦, 携帯型葉中窒素測定装置, 葉中窒素含有率, タンパク質, 品質

緒 言

小麦においては, 実需者の高タンパク質化の要望が強く, うどん用では, 10~11%の子実中タンパク質含有率が求められている¹⁾が, 兵庫県産小麦は, 9%程度の含有率で, 実需者の要望を満たしているとは言えない。

こうしたタンパク質含有率は, 兵庫県奨励品種「シロガネコムギ」の品種特性であるが, 出穂期以降の追肥により, 子実中タンパク質含有率が高くなる^{1, 2, 3, 5)}と

いう報告もあり, 施肥改善による高タンパク質化栽培が期待されている。しかし, このような追肥により, 成熟期の遅延, 硝子粒の増加による外観品質の低下などの弊害も生じている^{1, 5)}。

岩井ら²⁾や高山⁵⁾は, 出穂期以降の追肥により, 2日程度の成熟遅延が生じる場合があるとしており, 年によっては, 成熟期が梅雨にずれこみ, 小麦の品質に致命的な影響を与える危険性も考えられる。そのため, 状況に応じて出穂期以降の追肥の要否を判断するための指標作成の必要性も生じている。ところで, この時期の追肥を「実肥」と称することがあり⁵⁾, 本報告も以下, それ

2001年8月30日受理

*中央農業技術センター

に做う。

一方、葉中窒素含有率を水稻の生葉を用いて測定できる携帯型近赤外分析装置（携帯型水稻葉中窒素測定装置、CCN）が開発され、植物体を傷つけることなく、個体の窒素栄養状態の追跡調査が可能となってきた⁶⁾。

そこで、小麦における実肥の効果を明らかにするとともに、携帯型水稻葉中窒素測定装置を小麦に応用し、実肥施用前の測定値をもとに、実肥の要否を判定するための指標を検討したので、報告する。

材料及び方法

1998～2000年（播種年度）に「シロガネコムギ」を栽培し、実肥施用区と無施用区を設置した。実肥の施用時期と施肥量は、出穂10日後に窒素0.4kg/aとし⁵⁾、出穂後10日（実肥施用前）、出穂後20日（実肥施用後10日）のCCN値を測定した。試験区の構成および耕種概要を表1に示した。各試験区ごとに生育調査、収量調査、品質調査を実施し、子実中タンパク質含有率を測定した。タンパク質含有率測定には近赤外分光光度計（IA500）を用いた。また、1998年の試料80点を用いて、出穂後10日と20日におけるCCN値と葉緑素計（SPAD502）の葉色値との関係を調査するとともに、1999年の試料80点を用いて、同様の時期に、葉中窒素含有率を測定し、その値を実測値としてCCN値との関係を解析した。葉中窒素含有率の測定には、NCアナライザーを用いた。

結 果

図1に各年の旬別平均気温を示した。生育期間全般に、2000年が最も高温で、1999年が最も低温であった。1998年はその中間であった。

表2に生育反応、収量・品質調査結果を示した。1998および2000年は、実肥施用により出穂後20日のCCN値、

子実中タンパク質含有率、穂数、千粒重が増加し、精子実重も12～15%増加した。しかし、外観品質は低下した。その原因は主として硝子粒の増加によるものであった。1999年も同様の傾向を示したが、実肥施用区の出穂後20日のCCN値、収量は無施用区とほぼ同程度で、子実中

表1 試験区の構成と耕種概要

年	試験区	播種 (月日)	施肥(窒素kg/a)			
			基肥	追肥	追肥	追肥
1998	実肥施用	11.9	0.6	0.2	0.3	0.4
	無施用		0.6	0.2	0.3	0
1999	実肥施用	11.10	0.6	0.2	0.3	0.4
	無施用		0.6	0.2	0.3	0
2000	実肥施用	11.14	0.6	0.2	0.3	0.4
	無施用		0.6	0.2	0.3	0

注) 施肥時期：基肥は播種直前、追肥は2月上旬、3月上旬、出穂後10日（実肥施用区のみ）。

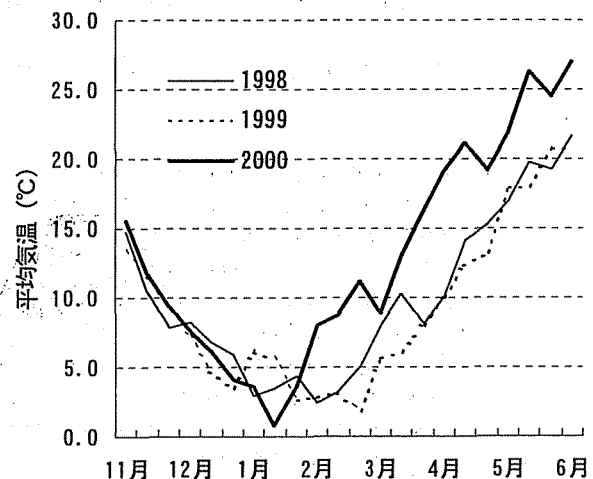


図1 麦作期間中旬別平均気温

表2 生育反応および収量・品質

年	試験区	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	CCN値*		稈長 (cm)	穂長 (本/m ²)	穂数 (kg/a)	精子 実重 (%)	慣行 対比 (g/L)	容積 重 (g)	千粒 重 (%)	外観** 品質	タンパ ク質
				+10 (%)	+20 (cm)									
1998	実肥施用	4.18	6.6	3.5	4.4	82	7.7	573	57.3	115	810	37.7	6.0	13.4
	無施用	4.18	6.6	3.2	3.1	74	7.6	553	50.0	100	803	35.9	2.0	10.9
1999	実肥施用	4.22	6.11	4.1	3.8	77	7.3	574	63.2	101	840	39.5	2.5	11.8
	無施用	4.22	6.9	4.0	3.7	77	8.6	588	62.5	100	822	37.4	1.5	10.3
2000	実肥施用	4.17	6.3	3.1	3.4	70	6.9	455	42.9	112	814	37.8	7.8	11.8
	無施用	4.17	6.3	3.3	3.1	68	7.2	372	38.3	100	813	35.7	1.8	9.3

* CCN値で、+10は出穂後10日（実肥施用前）、+20は出穂後20日（施用後10日）を示す。

** 外観品質は1（上上）～5（中中）～9（下下）で評価した（神戸食糧事務所社支所調べ）。

タンパク質含有率の増加，外観品質の低下は他年に比べて抑えられた。実肥施用区の成熟期は，無施用区に比べると，1999年には2日程度遅延したが，1998，2000年には無施用区と同時期となり，必ずしも成熟が遅れることはなかった。

図2に出穂後20日の葉中窒素含有率と子実中タンパク質含有率の関係を示した。両者の間には $r = 0.761$ (0.1%水準で有意)と，高い相関があった。

子実中タンパク質含有率を従属変数とした回帰直線は，

$$y = 6.8428 + 1.0885x$$

(y：子実中タンパク質含有率，x：葉中窒素含有率)

で示され，標準誤差は0.497%であった。

図3にNCアナライザーで測定した葉中窒素含有率を実測値として，CCN値との関係を示した。葉中窒素含有率とCCN値との相関は， $r = 0.725$ (0.1%水準で有意)と高かったが，実測値を従属変数として作成した回帰直線から算出した標準誤差は0.455%と，やや大きかった。図4にCCN値と葉色値の関係を示した。その相関は，全体で $r = 0.905$ (0.1%水準で有意)とかなり高く，CCN値と葉中窒素含有率に対する相関より高かった。

図5に出穂後20日のCCN値と子実中タンパク質含有率の関係を示した。出穂後20日のCCN値と子実中タンパク質含有率の相関は， $r = 0.627$ (1%水準で有意)と，比較的高かった。また，図6に示したように，出穂後10日のCCN値が出穂後20日の値と比べて，1998年，2000年ではおおむね高まったのに対し，1999年では，出穂後10日のCCN値は高いものの，出穂後20日のCCN値は高まらず，むしろ低下していた。さらに，出穂後20日のCCN値が最も高い1998年には，タンパク質含有率も13.4%と非常に高くなっていた。

考 察

表2に示すように，実肥施用により，千粒重，子実中タンパク質含有率は高まり，外観品質は低下することが明らかとなった。また，1999年と1998，2000年はやや傾向が異なった。生育期間の気温の経過も，前者と後者では異なっていた。すなわち，1999年は出穂期ごろまでやや低温に経過したため，出穂期が遅延したのに対し，1998年は出穂期ごろまで，2000年は生育期間全般に高温に経過したため，出穂が早まっており，成熟期も1999年と1998，2000年では3～9日の差が生じていた。さらに，1999年は，CCN値，穂数，収量の差が試験区間にみられず，実肥施用区と無施用区のタンパク質含有率の差も，両年に比べて小さかった。

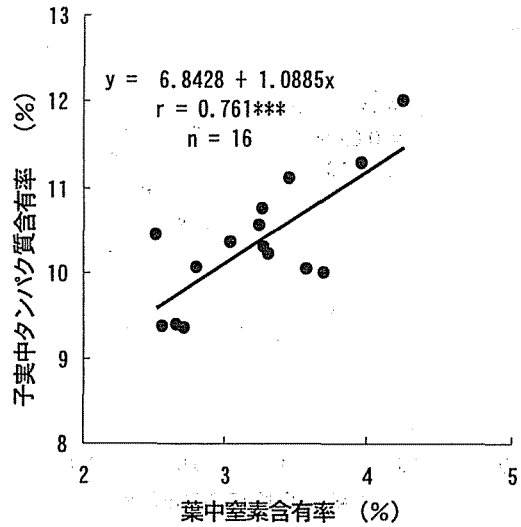


図2 出穂後20日の葉中窒素含有率と子実中蛋白質含有率の関係 (1999年)

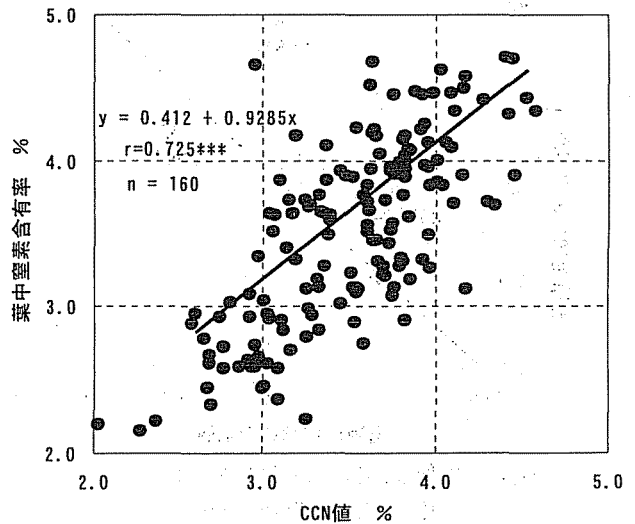


図3 CCN値と葉中窒素含有率との関係 (1999年)

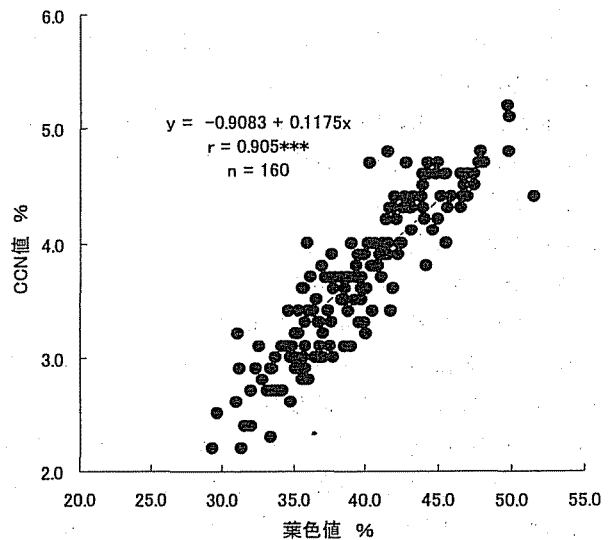


図4 CCN値と葉色値の関係 (1998年)

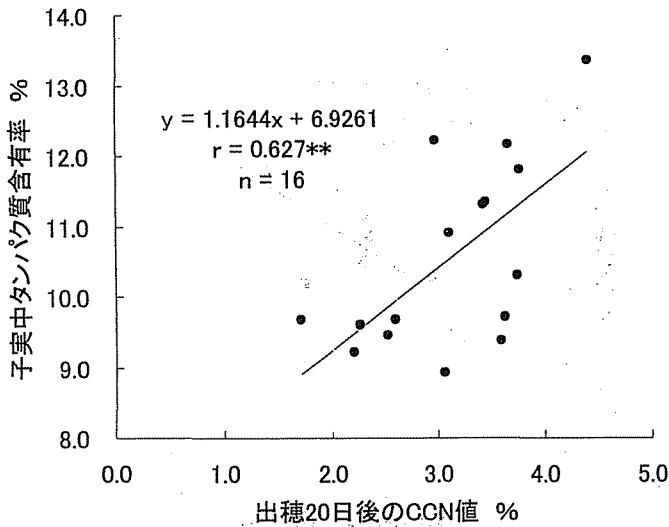


図5 出穂20日後のCCN値と子実中タンパク質含有率の関係(1998~2000年)

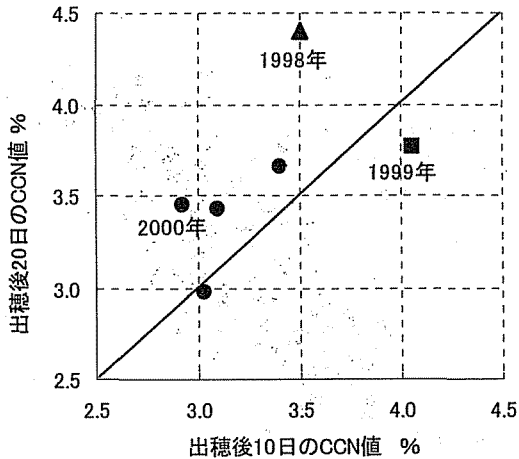


図6 出穂後10日と20日のCCN値の関係(実肥施用区1998~2000年)

このことから、実肥施用の効果は、下記のように考えられる。

①気温が低く、出穂が遅延する年には実肥施用により成熟が遅延する。

②穂数、千粒重の増加などにより、10%程度の増収が期待できるが、出穂が遅延する年には、差が小さくなる。

③子実中タンパク質含有率は、増加率が高い場合、外觀品質の低下も大きい。

CCNは、本来、水稲専用に関された装置で、水稲葉身において窒素含有率の測定精度が最も高い波長が選択され、装置に組み込まれている。そのため、葉の構造が水稲とは異なり、光学的な特性も異なると考えられる小麦での測定精度は水稲に比べて低くなることが予想される。今回の結果も、水稲⁶⁾の標準誤差0.178に比べると、標準誤差0.455と、測定精度は低かった。一方、CCN値と葉色値は $r = 0.905$ 、標準誤差0.285と良好であった。

したがって、小麦の葉から得られるCCN値は、葉中窒素含有率の近似値を表してはいるが、むしろ、葉色値によく適合しており、葉色値の代替として用いる方がよいと考えられた。

出穂後20日のCCN値と子実中タンパク質含有率との間の相関は比較的高い。また、出穂後20日のCCN値と出穂後10日の値を比較すると、出穂の早まった年(1998年、2000年)ではおおむね高まっているのに対し、出穂の遅延した1999年では、出穂後10日のCCN値は高いものの、出穂後20日のCCN値は高まらず、むしろ低下していた。さらに、出穂後20日のCCN値が最も高い1998年には、子実中タンパク質含有率も13.4%と非常に高くなっていた。

このことから、子実中タンパク質含有率を適正範囲内に制御しつつ品質の低下を抑えるためには、出穂時期を目安に、出穂の早い年と遅い年で施肥量を変え、早い年ではやや減肥して、出穂後20日のCCN値を上昇させすぎないようにする必要があったと考えられた。図5において、出穂後20日のCCN値が3%以下のものは子実中タンパク質含有率が10%以下であった。これらは全て無施肥区で、それらの出穂後10日のCCN値も3%前後であることから、出穂後10日の判定時に、CCN値がおおむね3.0以下の時には実肥施用を実施すべきであると考えられた。

引用文献

- (1) 岩井正志・澤田富雄・須藤健一(1994): 窒素追肥が小麦の生育、品質に及ぼす影響: 日作紀, 63(別1), 104
- (2) 岩井正志・澤田富雄・須藤健一(1995): 出穂期以降の追肥が小麦のタンパク質含量に及ぼす影響: 日作紀, 64(別2), 187
- (3) 岩井正志・澤田富雄・須藤健一(1996): 出穂期以降の追肥が小麦のタンパク質含量蓄積に及ぼす影響: 日作紀, 65(別1), 100
- (4) 日本麦類研究会(1981): 小麦粉, その原料と加工品: (麦類研究会) 159
- (5) 高山敏之(1998): 実肥による小麦子実中タンパク質含量の向上: 近畿中国地域における新技術, 33, 28~29
- (6) 吉川年彦・澤田富雄・三好昭宏・小河拓也・中村信彦(1997): 携帯型近赤外分析装置による水稲の栄養診断 第3報 携帯型近赤外分析装置による水稲葉中窒素の測定の精度の向上: 土肥学会講演要旨集, 43, 102