

小麦の追肥による生育パターン の変化と追肥技術への応用

倉井耕一・木村守¹⁾・遠山明子

摘要：栃木県の黒ボク土壌水田において、追肥時期が小麦の生育・収量等の諸形質へ及ぼす影響を検討した。この結果、茎立前の追肥は茎立期に近いほど稈長が伸び、穂数が増えて増収したが、倒伏しやすくなった。茎立後の追肥は稈長の伸びや穂数の増加が少なく倒伏しにくくなったが、一穂粒数が増加することによって増収した。出穂期の追肥は稈長、穂数、一穂粒数、倒伏及び収量の変化はみられなかったが、穀粒の粗蛋白含量が増加し、品質が低下した。

上記の結果から、倒伏に強いバンドウワセはもっとも増収効果の高い茎立期に、倒伏に弱い農林61号は倒伏しにくい茎立後20日に追肥時期を設定し、草丈、茎数、葉色値による追肥要否の診断基準を策定した。農林61号は茎立20日後の値が草丈×茎数値で40,000以下、草丈×葉色値1,500以下、茎数×葉色値で40,000以下が、バンドウワセは茎立期の値が葉色値で46以下、草丈×葉色値で900以下が追肥を必要と診断される基準値である。診断基準をいくつかの栽培条件に適用したところ、おおむね策定した診断値で対応できた。

キーワード：小麦、追肥、生育パターン

Change of growth by the phase of top dressing and the Improved method of fertilizer application in wheat

Koichi KURAI, Mamoru KIMURA and Akiko TOHYAMA

Summary: We examined the effect of top dressing to growth and yield of wheat cultivated on drained paddy field of black volcanic ash soil. Application of top dressing before internode elongation stage increased stem length, spike number, yield and lodging. The application after the stage showed a little increase of stem length, spike number and lodging, resulted in high-yielding by the increase of grain number per spike. The top dressing at heading stage had no effect on culm length, spike number, number of grains per spike and lodging, however, protein content of grain was increased and grain quality was deteriorated.

As a result of the examination, we supposed that optimum time of top dressing was in internode elongation stage for a lodging resistant variety, Bando Wase, and after twenty days of internode elongation stage for a lodging susceptible variety, Norin 61. Threshold of the top dressing application was estimated by plant height, stem number and leaf color index. Reference point for Norin 61 after twenty days of internode elongation stage was under 40,000 point as plant height(cm) X stem number, 1,500 as plant height X leaf color index and 40,000 as stem number X leaf color index. The point for Bando Wase in internode elongation stage was under 46 as leaf color index and 900 as plant height X leaf color index.

Key words: wheat, top dressing, growing pattern

I 緒言

関東地方の麦作期間の気象は、冷たい季節風が強く吹き、乾燥した晴れた日が続くのが特徴である。このため圃場では、低温・乾燥によって窒素の分解がおこりにくく、冬期間の麦の養分吸収も緩慢になる。また、本県に多い黒ボク土壌は、腐植含量は多いが、低温下での分解がしにくく、気温の上昇する春先以降に窒素の分解が進むという特徴をもっている。このため、追肥等により麦の生育をコントロールすることが難しく、施肥は基肥を重点にした方法がとられてきた⁵⁾。

追肥の基準は2月中下旬から3月上旬に窒素成分で0.2～0.3kg/aを施用することとされているが、一律に行うと倒伏を招き品質の低下をもたらすことから、生育状況や気象状況に応じて対応するというあいまいな表現をとっている。このように判断基準が明確ではないため、実際に追肥が行われる例は少ないが、現実には麦の生育が不安定な年が多い。過去10年間の農業試験場における小麦「農林61号」の出穂期をみても、4月24日から5月13日までと、実に19日もの差がみられるように、気象の変動は大変大きくなっており、これらは出穂の早晚のみならず、あきらかに肥料不足と思われる生育を招いて、収量へも影響するようになっている。

これからの麦作は、労力をかけずに必要な管理だけをしっかりと行うことが求められている。気象変動に対応した収量安定化技術は、最低限必要とされる技術であり、このなかで追肥技術はもっとも効果的な技術であると思われる。このため従来の追肥技術を見直し、あらたにその技術を組み立てていくことが必要になっている。

本研究は追肥時期の違いが小麦の生育に与える影響を明らかにし、追肥の判断基準値を策定するために行なった。この結果、倒伏しにくく、かつ品質を低下させずに収量を確保できる追肥時期を明らかにできた。また、判定しやすい判断基準値を策定できたのでここに報告する。

II 材料及び方法

1. 追肥時期の違いによる生育パターンの変化

1990年～1991年に農林61号をもちいて、1991年～1992年にバンドウワセを用いて追肥時期の違いが生育、収量及び品質に与える影響を調査した。追肥は硝安を用い（以下同様）1990年は窒素成分で0.3kg/aを、1991年及び1992年は0.4kg/aを施用した。追肥時期は茎立20日前（ほぼ従来の追肥時期にあたる）、茎立期、茎立後20日、同30日（1991年農林61号、1991年～1992年バンドウワセ）、同40日（1992年バンドウワセ）及び出穂期に設定した。

基肥量は1990年の農林61号で窒素成分0.3、0.5、0.8kg/aの3段階で行った他は、農林61号は0.8kg/a、バンドウワセ1.0kg/aで行った。燐酸成分及び加里成分はそれぞれ1.8kg/a及び1.6kg/aで行った。播種時期は農林61号は11月1日前後、バンドウワセは11月10日前後とした。播種は30cm幅でドリルシーダーによる機械播種で行い（以下同様）、播種量は農林61号が0.8kg/a、バンドウワセは1.0kg/a前後とした。なお、試験は農業試験場内洪積水田（厚層多腐植質多湿黒ボク土猪倉統）の水稲後作で実施した。

生育途中の調査は各追肥時期、登熟期及び成熟期に1mを採取し茎数、穂数、遅れ穂数を調査した。またその中から10株をサンプリングし、草丈、稈長及び葉色を調査した。葉色は完全展開葉上位第2葉の中央を葉緑素計（ミノルタ社製）をもちいて測定した。一穂粒数は成熟期の畦1m間の粒数を穂数で除して算出した。また畦1m間の粒重を稈重で除した値を粒茎比として算出した。これらの調査は各試験区1区当たり2ヶ所ずつ行い、平均の数値を用いた。収量調査については1区当たり4.5㎡を収穫し、所定の方法により子実重及び千粒重を調査した。また追肥をしない区との比較により収量比を算出した。製粉は小型製粉機を用いて所定の方法によって行い、粉色は測色色差計（日本電色社製）を用いて測定した。粒の粗蛋白含量及び硝子率については近赤外線分析計（ネオテック社製）により測定した。等級については食糧事務所の検査に依った。

2. 生育診断基準値の作成

前記試験の結果にもとづき、生育診断基準値を作成するため次の試験を行った。追肥時期は農林61号では茎立後20日、バンドウワセは茎立期とした。

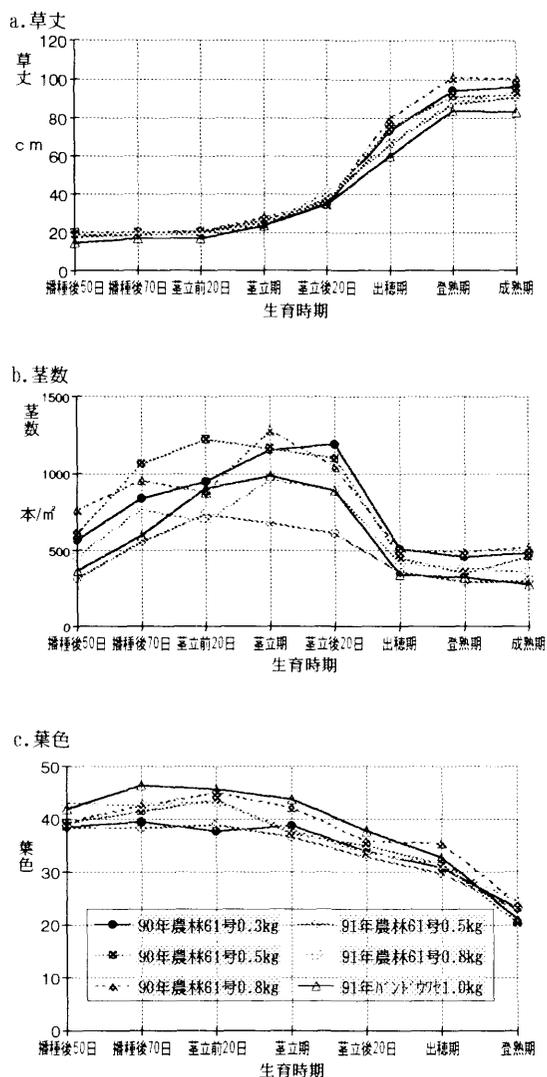
1) 追肥量の決定

1992年に、農林61号を用い窒素を成分量で0.2、0.4及び0.6kg/aの3段階で茎立期及び茎立後20日に追肥し、それぞれの時期における適正な追肥量を検討した。基肥窒素施肥量は0.5、0.8、1.1kg/aの3段階で、播種期は10月30日とした。その他の条件及び調査方法は前記試験に準じた（以下同様）。

2) 生育診断基準値の作成

1990年～1994年に農林61号の、1991年～1994年にバンドウワセの追肥判定のための生育診断基準値作成の試験を行なった。基準形質及び基準値は追肥時期の形質と成熟期の倒伏及び収量形質との関係から決定した。追肥量は農林61号では1991年が0.3kg/a以外は0.4kg/a、バンドウワセでは1991年～1992年が0.3kg/a、1993年～1994年が0.4kg/aである。基肥量は農林61号が窒素成分で0.3、

小麦の追肥による生育パターンの変化と追肥技術への応用



第1図 無追肥条件下での草丈，茎数，葉色の推移

注1. 凡例は播種年度，品質，a 当たり基肥窒素量を示す
注2. 登熟期は5月中旬調査

0.5, 0.8, 1.1kg/a, バンドウワセが0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6kg/aで，試験年度×基肥量の要因数は農林61号で12, バンドウワセで9である。また堆肥は施用しなかった。

3. 異なる栽培条件における診断基準値の適合性

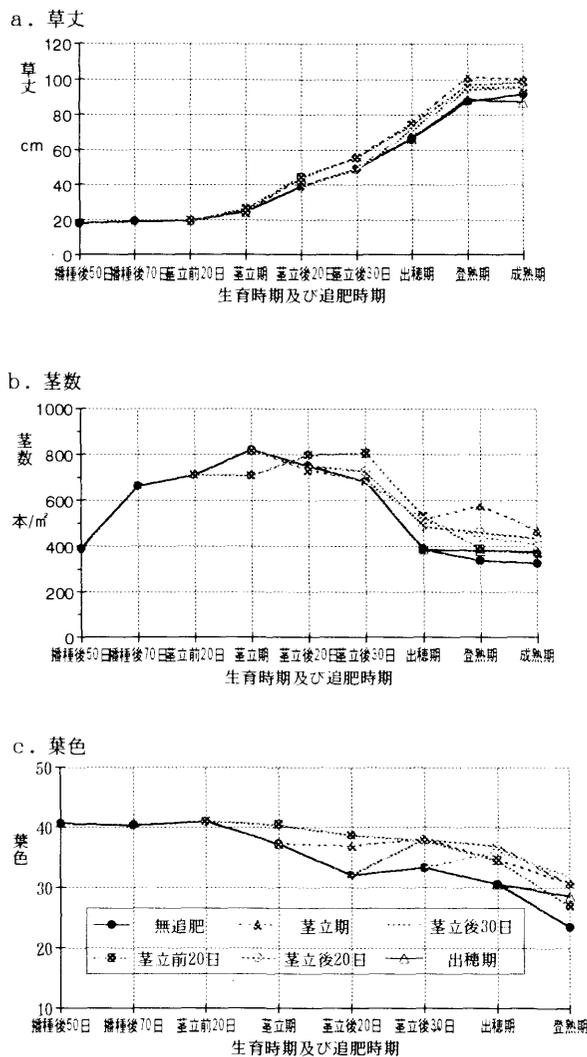
作成した生育診断基準値が汎用性があるかどうかを確認するため，以下の栽培条件について検討した。

1) 晩播条件における診断値の適合

1993年に農林61号を用いて晩播条件に診断値が適合するかどうかを検討した。播種時期は11月10日で，播種基準日より10日遅らせた。基肥窒素施肥量は0.5, 0.8, 1.1kg/aで，窒素成分で0.4kg/aを茎立後20日に追肥した。

2) 堆肥投入条件における診断値の適合

1993年及び1994年に農林61号，また1994年にバンドウ



第2図 追肥時期が生育に及ぼす影響（1991年，農林61号）

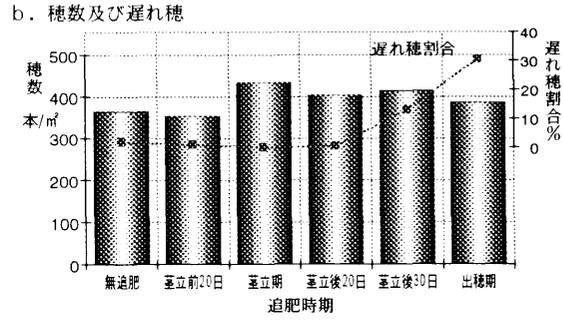
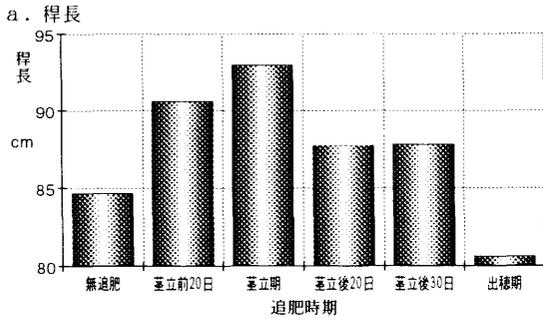
注1. 凡例は追肥時期，追肥量は窒素で0.3kg/a
注2. 登熟期は5月中旬調査

ワセを用い，堆肥を投入した場合に診断値が適合するかどうかを検討した。堆肥は稲わら堆肥を用い100kg/a施用した。基肥窒素施肥量は1993年が0.8kg/aで，1994年は0.6, 0.8, 1.0, 1.2kg/aの4段階とした。窒素成分で0.4kg/aを茎立期及び茎立後20日にそれぞれ追肥した。

3) 灰色低地土における診断値の適合

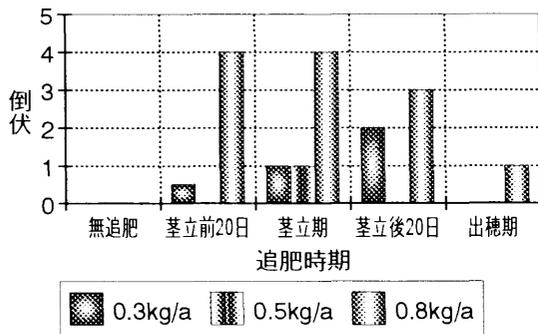
1994年にバンドウワセを用い，灰色低地土において診断値が適合するかどうかを検討した。試験は農業試験場栃木分場水田の水稲後作で実施した。基肥窒素施肥量は0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6kg/aの6段階で，窒素成分で0.4kg/aを茎立期に追肥した。

III 試験結果



第3図 追肥時期が稈長、穂数及び遅れ穂数に及ぼす影響 (1991年, 農林61号)

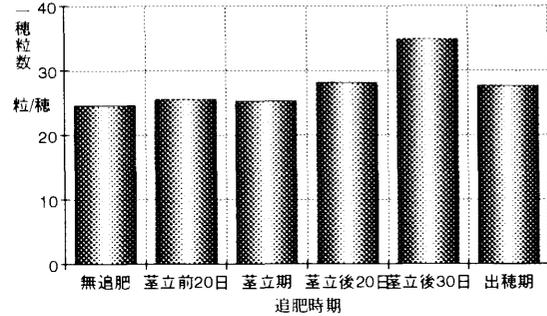
注. 窒素追肥量は0.3kg/a



第4図 追肥時期と倒伏 (1990年, 農林61号)

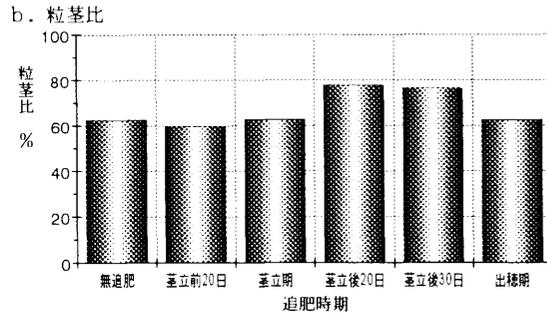
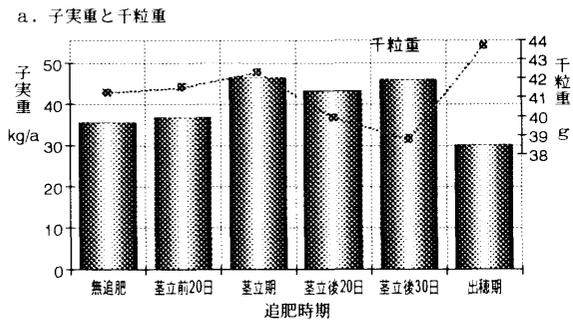
注1. 凡例はa当たり基肥窒素量. 窒素追肥量は0.4kg/a

注2. 倒伏程度は0(無)~5(甚)の6段階



第5図 追肥時期と一穂粒数 (1991年, 農林61号)

注. 窒素追肥量は0.3kg/a



第6図 追肥時期と子実重、千粒重及び粒茎比 (1991年, 農林61号)

注1. 窒素追肥量は窒素で0.3kg/a

注2. 粒茎比は子実重/稈重の百分率

1. 追肥時期の違いによる生育パターンの変化

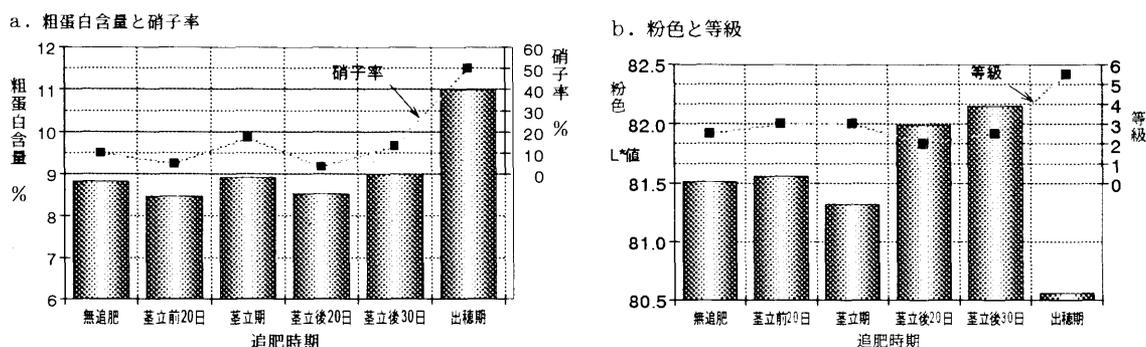
1) 生育期間中の形質の推移

無追肥条件における生育時期別の主要各形質の推移を第1図に示す. 草丈は茎立期まではほとんど伸長しないが, 茎立後20日頃から急激に伸長し, 出穂後10日頃には停止した. 試験年度, 基肥窒素量及び品種の差は, 生育前半は小さかったが, 茎立後20日以降に大きくなった. 茎数は茎立前20日頃まで増加し, 茎立期以降急激に減少した. 試験年度, 基肥窒素量及び品種の差は, 生育の初

期から大きかったが, 出穂期以降は差が小さくなった. 葉色は茎立前20日頃まで僅かずつ増加するが, それ以降は減少した. 試験年度, 基肥窒素量及び品種の差は, 茎数と同様に生育の初期から大きかった.

2) 窒素追肥時期が生育、収量形質へ及ぼす影響

追肥時期による生育形質の変化を第2~3図に示す. 草丈の伸長速度は茎立前20日から出穂前までの追肥では早まったが, 出穂期の追肥ではあまり変わらなかった. 茎数は追肥によって減少する時期が遅れた. 葉色は茎数同



第7図 追肥時期と粒及び粉の品質、等級 (1991年, 農林61号)

注1. 窒素追肥量は0.3kg/a
 注2. 粗蛋白含量, 硝子率は粒を近赤外線分析計で, 粉色は60%粉を測色色差計で測定した。
 注3. 粉の等級は上上(1)~下下(9), 食糧事務所調査

第1表 追肥時期が成熟期の生育に及ぼす影響

追肥時期	成熟期の特徴
茎立前20日	稈長が伸びる。穂数が増える
茎立期	稈長が最も伸びる。穂数が最も増える。倒伏が最もしやすい。最も増収する。
茎立後20日	稈長の伸び少ない。穂数の増加少ない。倒伏は少ない。増収する。一穂粒数が増加する。粒茎比が増加する。千粒重がやや減少する。
茎立後30~40日	稈長の伸び少ない。穂数の増加少ない。倒伏は少ない。増収する。一穂粒数がさらに増加する。粒茎比がさらに増加する。千粒重が減少する。遅れ穂が増加する。
出穂期	稈長伸びない。穂数は増えない。倒伏しない。増収しない。一穂粒数は増えない。粒茎比変わらず。千粒重は増加する。粗蛋白含量は増加する。外観品質は低下する。遅れ穂はさらに増加する。

様に減少する時期が遅れた。

追肥時期の違いによる成熟期の生育形質や収量形質を第4~8図に示す。稈長は茎立期の追肥によって最も長くなった。次いで茎立前20日で、茎立期以降の影響は小さく、出穂期の追肥では違いはなかった。穂数も稈長と同様に茎立期の追肥によって最も多くなり、茎立前20日も増加したが、茎立期以降の増加は少なかった。しかし茎立後30日以降は遅れ穂が著しく増加した(第3図)。倒伏は試験年度や基肥窒素量及び品種によって違いがみられたが、稈長が最も長くなる茎立期の追肥で最も多い傾向がみられた。次いで茎立前20日で、茎立期以降は少なくなる傾向がみられた(第4図)。一穂粒数は茎立期までの追肥では無追肥と差がなかったが、茎立期以降の追肥で増加した。しかし出穂期の追肥では増加はしなかった(第5図)。追肥による出穂遅延の影響は小さかったが、熟期は遅延する傾向を示し、遅い追肥ほど成熟期が遅延した。

収量形質では、子実重は茎立期の追肥で最も多く、次いで茎立期以降の追肥で多い傾向がみられた。しかし出穂期の追肥では増加しなかった。千粒重は茎立期までの追肥では無追肥と差がなかったが、茎立期以降の追肥で

は減少する傾向を示した。しかし出穂期の追肥では最も増加した。粒茎比は茎立期以降の追肥によって高くなったが、茎立期までと出穂期の追肥では差がなかった(第6図)。粗蛋白含量は、追肥によってわずかに増加したが、その後は茎立後40日でもほとんど増加しなかった。しかし出穂期の追肥では急激に増加した。また出穂期の追肥は子実の硝子率の増加をもたらした、粉色や検査等級が低下した(第7図)。これらの結果を追肥時期別に第1表にまとめた。

以上のことから、適切な追肥時期は増収効果の最も高い茎立期と、増収効果はやや低い倒伏が少ない茎立後20日であった。これらの追肥時期は草丈、茎数、葉色等の追肥の判定基準とする形質の試験年度や基肥窒素量の違いによる差も大きかった。

2. 生育診断基準値の作成

1) 追肥量の決定

農林61号の茎立期と茎立後20日に窒素追肥量を変えて生育、収量等の変化を検討した。

茎立期には追肥量が増加するにつれて、稈長が伸び、倒伏が増加し、子実重が増加したが、粗蛋白含量の増加は明瞭ではなかった。茎立後20日では稈長の伸びは大き

第2表 追肥量の違いが農林61号の生育、収量、品質に及ぼす影響

a. 茎立期追肥

基肥・追肥量 窒素 kg/a	成熟期 月 日	稈長 cm	子実重 kg/a	千粒重 g	倒伏	粗蛋白含量 %	
0.5	0	6 18	88.7	37.6	36.0	0	7.5
	0.2	19	91.3	38.7	37.8	0	8.2
	0.4	20	94.4	42.0	36.1	2	8.9
	0.6	19	96.4	39.9	35.6	2	8.4
0.8	0	6 18	95.5	52.9	38.4	0	9.6
	0.2	19	95.2	53.2	37.9	0	9.2
	0.4	19	94.3	62.3	35.2	3	10.0
	0.6	19	97.7	51.4	37.4	1	9.5
1.1	0	6 18	89.7	44.6	36.0	0	8.9
	0.2	19	91.2	44.5	38.1	0	9.1
	0.4	19	94.2	51.6	36.6	0	8.9
	0.6	21	101.5	56.7	34.4	4.5	10.2

b. 茎立後20日追肥

基肥・追肥量 窒素 kg/a	成熟期 月 日	稈長 cm	子実重 kg/a	千粒重 g	倒伏	粗蛋白含量 %	
0.5	0	6 18	88.7	37.6	36.0	0	7.5
	0.2	19	88.6	38.9	36.5	0	8.7
	0.4	19	88.3	44.5	36.6	0	9.0
	0.6	19	92.9	48.9	36.2	0	9.5
0.8	0	6 18	95.5	52.9	38.4	0	9.6
	0.2	19	90.9	51.2	37.7	0	8.5
	0.4	20	98.8	53.2	35.0	2	10.1
	0.6	20	94.2	54.9	32.5	3	11.1
1.1	0	6 18	89.7	44.6	36.0	0	8.9
	0.4	19	90.0	44.7	35.0	0	9.0
	0.6	20	91.7	56.6	36.2	0.5	10.4

注 倒伏は無(0)～甚(5)の6段階評価

第3表 農林61号の茎立後20日追肥における諸形質の変動幅

因子名	草丈 cm	茎数 本/m ²	葉色	子実重 kg/a	粒茎比 %	一穂粒数 粒/穂	倒伏	収量比 %
平均	37.9	988	37.0	48.1	77.7	28.3	0.9	129
最大値	47.7	1347	45.3	62.1	109.9	35.0	4.0	178
最小値	32.2	513	30.7	35.3	54.8	20.9	0.0	92
標準偏差	4.1	316	5.0	7.5	16.4	3.7	1.4	26

注1. n=12

注2. 葉色は葉緑素計(ミノルタ社製)を用いた

第4表 農林61号の茎立後20日追肥における追肥時期の生育形質と収量形質の相関

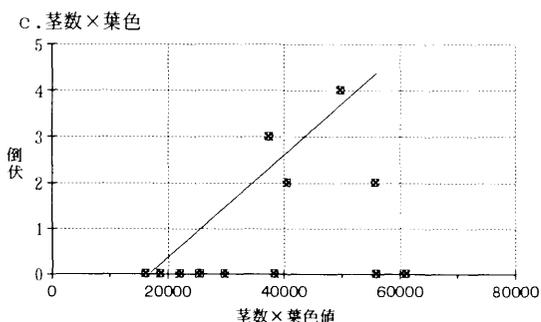
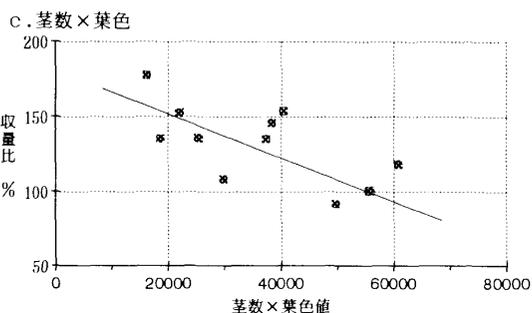
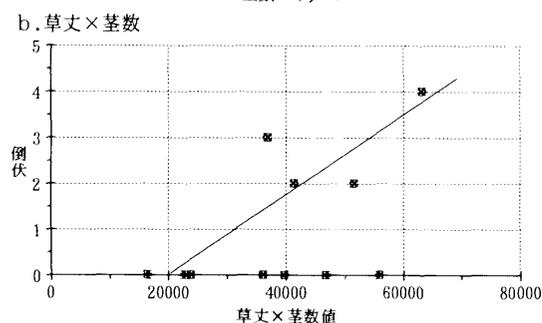
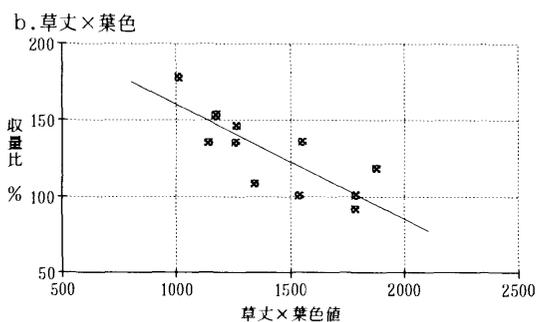
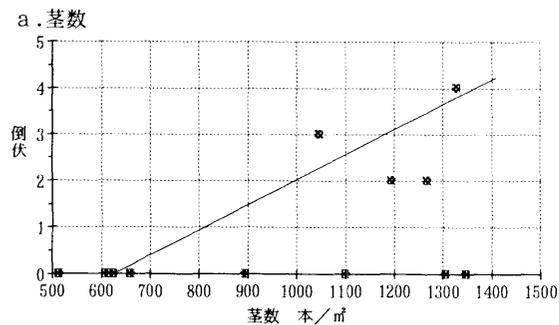
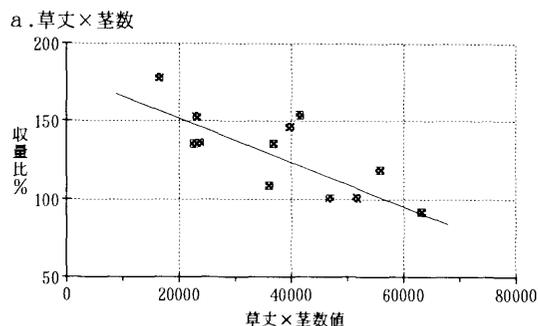
形質名	草丈	茎数	葉色	草丈×茎数	草丈×葉色	茎数×葉色
子実重	-.563+	.033	-.048	-.178	-.323	-.016
粒茎比	-.566+	-.879**	-.365	-.881**	-.530+	-.799**
一穂粒数	-.572+	-.732**	-.115	-.771**	-.364	-.589*
倒伏	.462	.464	.076	.560+	.292	.368
収量比	-.802**	-.660*	-.611*	-.764**	-.803**	-.699*

注1. n=12

注2. **, *, +はそれぞれ1,5,10%水準であることを示す.

くなく、倒伏の増加も少なかったが、子実重は増加した。(第2表)。この結果増収効果が高く、品質への影響がしかし追肥量0.6kg/aでは粗蛋白含量の増加が大きく、少ない0.3~0.4kg/aを追肥の適量とした。適正值といわれる上限の11.5%を越える恐れがあった

小麦の追肥による生育パターンの変化と追肥技術への応用



第8図 農林61号の莖立後20日における生育診断値と収量比

注. 直線は推定線を示す

第9図 農林61号の莖立後20日における生育診断値と倒伏

注. 直線は推定線を示す

第5表 バンドウワセの莖立期追肥における諸形質の変動幅

因子名	草丈 cm	莖数 本/m ²	葉色	子実重 kg/a	粒莖比 %	一穂粒数 粒/穂	倒伏	収量比 %
平均	20.4	1196	45.7	55.8	85.9	25.9	0.3	151
最大値	23.6	2022	51.3	68.5	101.0	34.7	2.5	204
最小値	17.6	493	42.6	44.8	59.1	19.4	0.0	98
標準偏差	2.1	410	2.6	6.5	14.4	4.1	0.8	42

注1. n = 9

注2. 葉色は葉緑素計 (M社製) を用いた.

2) 生育診断基準値の作成

(1) 農林61号

1990年～1994年までのデータを用い、農林61号の追肥判定のための診断基準値の作成を行なった。農林61号は倒伏に弱い品種のため、診断基準値作成の追肥時期は増収効果が高く倒伏する恐れのない莖立後20日とした。

莖立後20日の追肥における形質の変動幅は、子実重で35.3～62.0kg/a、収量比で92～178、倒伏で0～4であっ

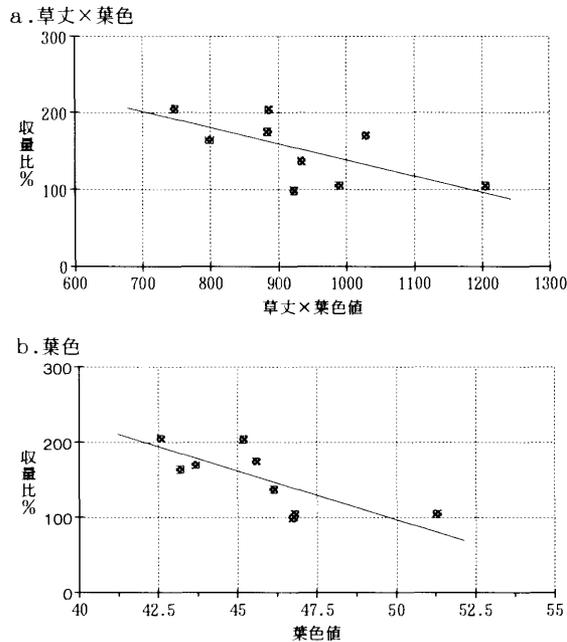
た。また、粒莖比は同じく55～110、一穂粒数は20.9～35.0で、いずれの形質も変動幅が大きかった(第3表)。莖立後20日における草丈、莖数、葉色値及び各形質をそれぞれ掛けた値と、追肥後の子実重、無追肥に対する収量比及び倒伏等との相関をとった。収量比は全ての形質と5%水準で負の相関が見られた。特に草丈及び草丈×葉色値とは0.8を越える値が得られた。倒伏は草丈×莖数値と10%水準で正の相関が見られた。また粒莖比は葉色

第6表 バンドウワセの茎立期追肥における追肥時期の生育形質と収量形質の相関

形質名	草丈	茎数	葉色	草丈×茎数	草丈×葉色	茎数×葉色
子実重	-.285+	.248	.334	-.162	-.042	-.261
粒茎比	-.925**	-.424	-.546	-.615+	-.877**	-.486
一穂粒数	-.097	-.921**	-.309	-.851**	-.217	-.877**
倒伏	.572	.754**	.808**	.849**	.762*	.824**
収量比	-.475	-.139	-.735*	-.253	-.633+	-.240

注1. n = 9

注2. **, *, +はそれぞれ1, 5, 10%水準であることを示す.



第10図 バンドウワセの茎立期における生育診断値と収量比

注. 直線は推定線を示す

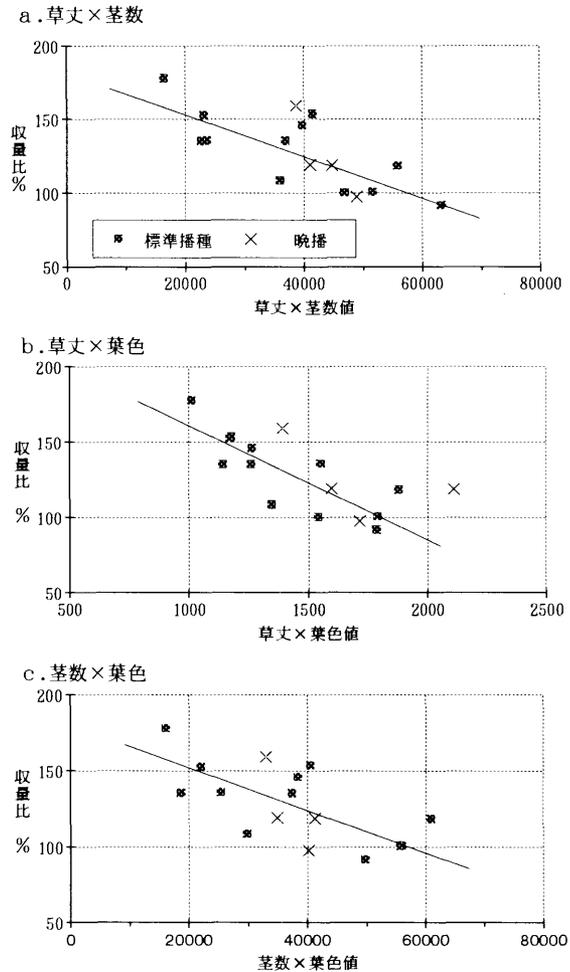
値, 一穂粒数は葉色値と草丈×葉色値を除いた各形質と10%水準以上の高い負の相関が得られた(第4表)。

収量比は草丈×茎数値が40,000以下, 草丈×葉色値が1,500以下, 茎数×葉色値が40,000以下で100以上が得られた(第8図)。倒伏値が3以下になる値は, 茎数では1,100本/m²以下, 草丈×茎数では40,000以下, 茎数×葉色値では40,000以下であった(第9図)。また倒伏が3を越えた結果はひとつしかないなど, この時期の追肥が倒伏に及ぼす影響は小さかった。このことから, 農林61号の茎立後20日追肥の生育診断値は収量比を指標とした。

なお, 草丈値はこの時期には伸長速度が大きいので, 応用場面では追肥時期の確定が不十分になる恐れがあることから省いた。

(2) バンドウワセ

1991年~1994年までのデータを用い, バンドウワセの追肥判定の診断基準値の作成を行なった。バンドウワセ



第11図 農林61号の晩播栽培における茎立後20日の生育診断値と収量比

は倒伏に強い品種であることから, 基準値作成の追肥時期は増収効果の高い茎立期とした。

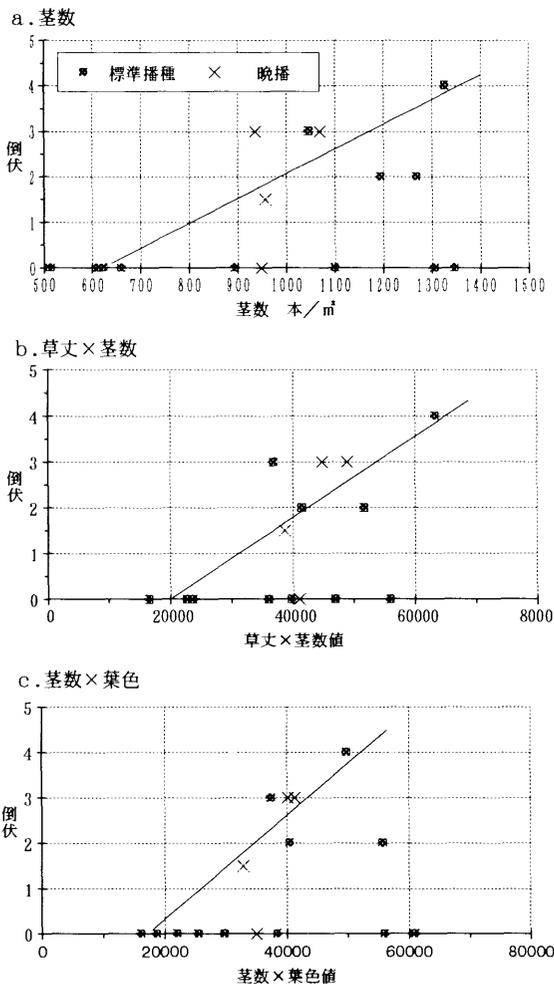
茎立期の追肥における形質の変動幅は, 子実重で44.8~68.6kg/a, 収量比で98~204, 倒伏で0~2.5(ただし, 倒伏したのは1サンプルのみ)であった。また, 粒茎比は同じく59~101, 一穂粒数は19.3~34.7で, 倒伏を除いて変動幅が大きかった(第5表)。

茎立期における草丈, 茎数, 葉色値及びそれぞれの形質を掛けた値と, 追肥後の子実重, 収量比及び倒伏等と

の相関をとった。収量比は葉色値及び草丈×葉色値と10%水準以上で負の相関が見られた。倒伏は草丈を除く形質と5%水準以上で正の相関が見られた。また粒茎比は草丈、草丈×茎数、草丈×葉色値等と10%水準以上で、一穂粒数は茎数、草丈×茎数、茎数×葉色値等と1%水準以上で負の相関が得られた(第6表)。

収量比は草丈×葉色値が900以下、葉色値は46以下で100以上が得られた(第10図)。倒伏は1サンプルでみられたのみで、生育診断値を求めるには問題があった。このことからバンドウワセの茎立期における追肥の生育診断値は収量比を指標とした。

3. 異なる栽培条件における診断値の適合性

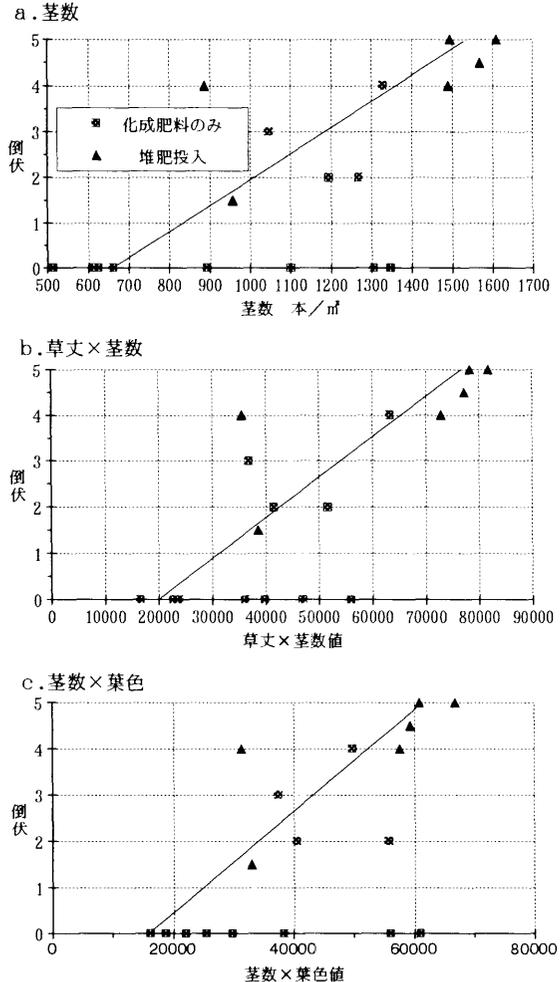


第12図 農林61号の晩播栽培における茎立後20日の生育診断値と倒伏

1) 晩播条件における診断値の適合

晩播栽培は農林61号で行なった。晩播は標準播種より茎立期が6日、出穂期が4日遅れた。茎立後20日の草丈は標準播種と差がなかったが、茎数は多く葉色は濃かった。また追肥によって倒伏は増加し、収量比は小さくなる傾向がみられた。

茎立後20日の診断では、標準播種の収量比を基準とした各推定線上に分布した。また倒伏を基準としても標準播種の推定線上に分布した(第11, 12図)。このことから、茎立後20日における判定は標準播種における診断値を用いることができる。



第13図 農林61号の堆肥投入条件における茎立後20日の生育診断値と倒伏

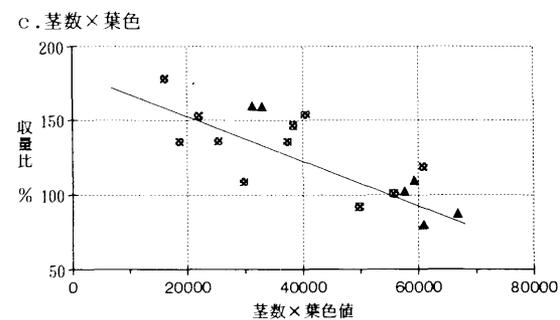
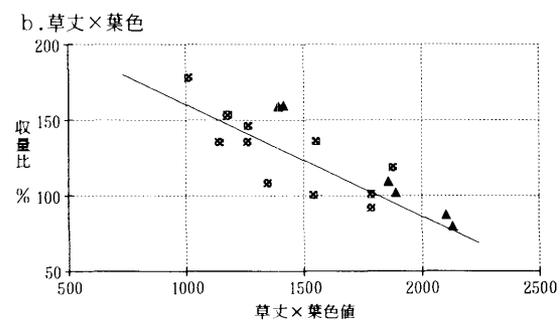
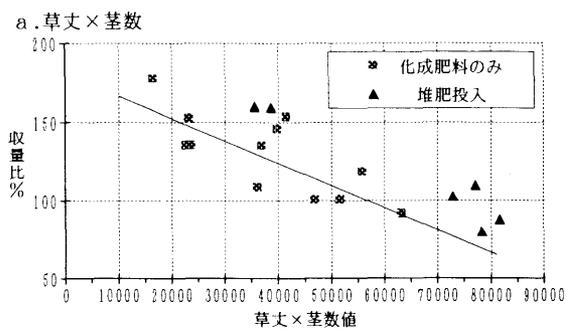
2) 堆肥の影響

堆肥投入試験は農林61号及びバンドウワセで行なった。茎立期追肥及び茎立後20日追肥で倒伏が増加する傾向がみられた。

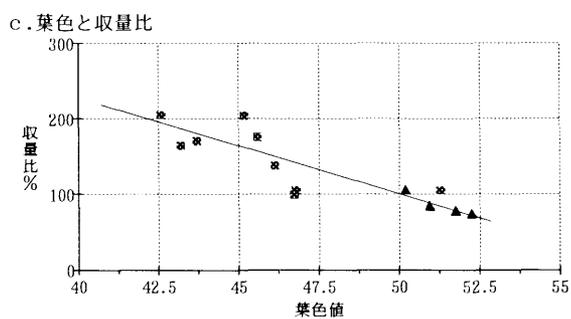
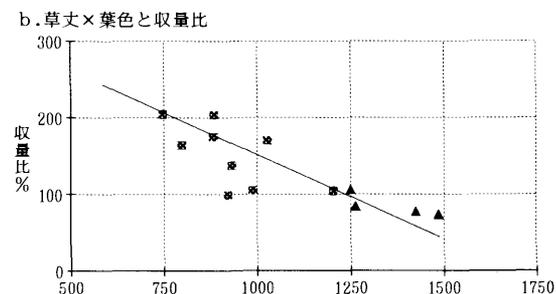
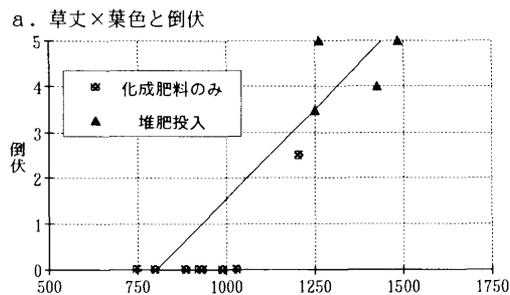
農林61号の診断では、収量比を指標とした場合は推定値上に分布したが、倒伏を指標とした場合は一部はずれるデータがみられた(第13, 14図)。

バンドウワセでは堆肥投入試験を行なった年は倒伏が多くみられたが、診断基準とした各形質はほぼ標準播種の推定値上に分布した(第15図)。

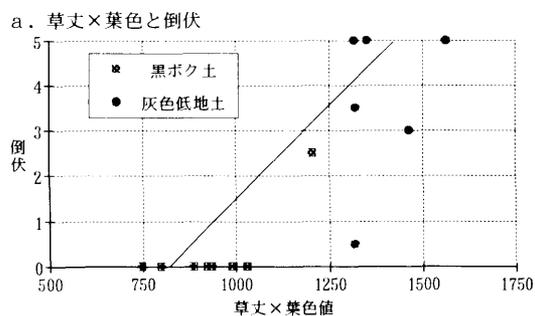
これらのことから、堆肥投入条件は収量比を指標として使用した場合は標準播種を適用できるが、倒伏では適用できなかった。



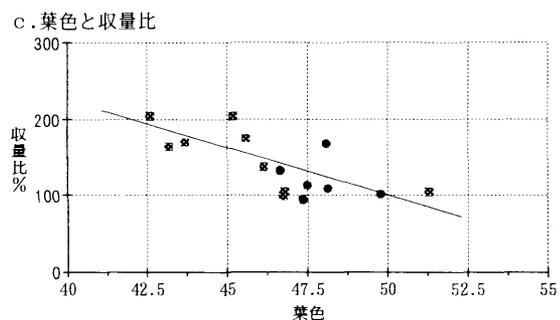
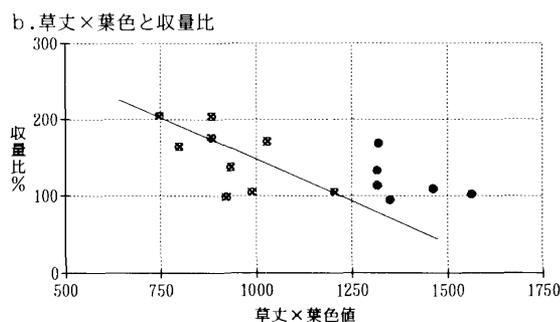
第14図 農林61号の堆肥投入条件における莖立後20日の生育診断値と収量比



第15図 バンドウワセの堆肥投入条件における莖立期の生育診断値と倒伏, 収量比



第16図 バンドウワセの灰色低地土における莖立期の生育診断値と倒伏, 収量比



3) 灰色低地土における診断

灰色低地土における試験はバンドウワセを用いて行なった。この年は倒伏が多くみられた。また一穂粒数や粒莖比についても標準播種の推定値より多い傾向がみられた。しかし収量比を指標とした各形質はほぼ標準播種の推定値上に分布した。また葉色値についても標準播種の診断値である46以下であれば倒伏のおそれはなかった(第16図)。このことから灰色低地土での判定は標準播種における診断値を適用できる。

Ⅳ 考 察

小麦の従来追肥時期は穂数や粒数を確保しやすい幼穂形成期頃の2月下旬に設定してある。しかし追肥の要否は判断基準が明らかではなく、現実に追肥はほとんど行われぬのが実状である。このため本試験ではまず適切な追肥時期を明らかにする試験を行なった。この結果、莖立期までの追肥は穂数の増加によって最も収量を確保しやすいが、草丈が伸びやすく倒伏しやすい。また莖立後20日頃の追肥は穂数の増加は少ないが、一穂粒数の増加によって収量を確保でき、草丈の伸びが少ないため、倒伏しにくくなることが明らかになった。またこれらの時期は草丈、莖数、葉色などの変化が大きく判定がしやすい、さらに追肥量が適正であれば粗蛋白含量の増加もなく品質低下の心配もないことなどが明らかになった。

佐藤¹³⁾は節間伸長開始時期の追肥は増収効果は高いが下位節間の伸長時期と一致し、倒伏を助長しやすい。また早い時期の穂肥は最高分けつ期より前になり、過剰な穂数をもたらして倒伏を助長する一因となると指摘している。また江口^{1,2)}の報告を引用して、遅い時期の追肥は増収効果に比べて倒伏の増加が少ないとしている。穂肥は幼穂形成期にあたるⅦ期からⅩ期までに施されるが、小穂形成期(Ⅷ期)までの肥効(ほぼ節間伸長開始期頃)における小穂数の増加とそれ以降の穎花分化期(Ⅸ期～Ⅹ期)における1小穂当たり粒数の増加の肥効があり、後者による増収効果も高い場合がある⁷⁾。この時期の追肥については十分な研究がなされていないということであるが、今回の試験によってこれらのことが確認できた。品質の変化については、最近の研究でも出穂期頃の追肥は粗蛋白含量を増加させ、色調を悪化させ、製粉性を落とすことが報告されている^{3,9)}が、本試験においても同様の結果を得た。この原因は出穂期には穂数及び一穂粒数がほぼ決定しており、この時期の追肥による肥効は穀粒窒素を増加させるだけに使われるためと考えられた。事実、本試験でも増加が認められたのは、遅れ穂と千粒重だけであった。ただ出穂期前までの追肥で、

品質の低下がみられなかったことは(ただし遅れ穂の増加を考慮すべきであるが)、追肥時期の許容範囲を広げられることとして特記すべきであろう。

追肥要否の判定基準は農林61号を莖立後20日で、バンドウワセを莖立期で作成した。莖立期は増収効果が最も高いことと、麦の形態が変わるわかりやすい時期ということで適切な時期であるが、最も倒伏しやすい時期ということで農林61号ははずした。

小麦の追肥の要否を診断する指標については、地域性を考慮した様々な方法が検討されている。児玉⁴⁾は生育栄養診断値として、施肥時期の9期にもおよぶきめ細かなものを作成している。その基準となる形質には本報告と同様草丈、莖数、葉色値を用いている。ただし時期の判定は幼穂長を測定することによって決定している。これは対象となる地域が重粘土地帯で積雪がある八郎潟であるため、微妙なコントロールが必要であるためと思われる。また山口¹⁴⁾は農林61号の栄養診断を葉位別の適正窒素保有量を求めることによって行い、窒素保有量の判定を葉色による簡易判定法で可能なことを報告している。この他にも葉色や画像処理による栄養診断も試みられている^{3,6,8)}。

本県では麦作は水稻の裏作という補完的な意味合いが強いことから、上記のような複雑な技術を応用することは困難である。また追肥時期の特定についてもより簡便な方法が望まれる。従来追肥時期は暦旬を基準としており、追肥の要否についても曖昧であった。本試験では莖立期を基準として追肥時期を2時期としたが、その基準となる莖立期の確定は観察によって十分対応できる。莖立期は、主莖長が2cmあるいは1株当たり上位3本の平均最長節間長が1cmを超えた日としたが、外観的に判断してもそれほど差はない。しかし、莖立期や莖立後20日頃の各形質は刻々と変化しているため、より正確な診断をするには単一形質ではなく2つの形質の積を用いた方が良いと思われる。このため本試験では変化の大きい形質である草丈を診断値としては除いた。

異なる栽培条件下への応用は、それぞれ試験年度やデータ数が少ないなどの懸念はあるが、播種時期の違い、堆肥投入の有無、土壌の違いなど幾つかの条件下で行なうことができた。その結果、標準栽培条件下で作成した診断基準を用いて追肥要否の判定が可能であった。このことは、これらの診断時期の生育状態と成熟期の生育の相関関係が高いことを示している。しかしあてはまりの悪い堆肥投入条件などは、当面基準値を下げるなどの対応が必要であろう。

以上のように、本試験では小麦の生育条件に合わせた

追肥技術を策定した。葉色を測定するために葉緑素計を用いたが、本機は一般に普及していないため、当面は指導機関に頼らざるを得ないが、今後専用のカラースケール板の開発なども考える必要がある。また追肥には最も速効性ということで硝安を用いたが、機械化栽培に適した粒形の追肥肥料の開発なども進めていく必要がある。また、本試験は水稻跡、畦幅30cmという制約があり、他の栽培条件への対応も十分とはいえないが、今後応用の段階で少しずつ汎用性を増していく必要がある。

謝 辞

試験実施に当たり、半田昇前主任技術員、若槻淳技術員には多くの点でご苦勞をかけた。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

1. 江口久夫ら(1969)暖地における小麦の良質化栽培に関する研究 第2報. 3要素施用量および窒素の施用時期・施用法と品質との関係. 中国農試報告A17:81-111.
2. 江口久夫ら(1983)小麦の多収・良質化のための窒素施肥法. 農業及園芸58:790-794.
3. 岩井政志・澤田富雄ら(1994)窒素追肥が小麦の生育、品質に及ぼす影響. 日作紀63別1:104-105.
4. 児玉徹(1993)Ⅳ生育診断と施肥 寒地秋播きコムギの生育・栄養診断と追肥. 農業技術体系麦編技174の2-21.
5. 琴寄融(1984)Ⅱ肥効を左右する諸条件 4 関東東山地域の肥効と施肥. 農業技術体系麦編技157-160.
6. 松崎昭夫ら(1982)大麦の生育診断に関する研究. 日作紀51別1:25-26.
7. 野田健児ら(1953)暖地麦類の生育相に関する研究 第1報. 小麦の成育過程における有効無効分蘗の分岐及び幼穂の分化発達と節間伸長との関係について. 九州農試彙報1:407-424.
8. 中谷誠・川島茂人(1994)ビデオ画像による麦類の葉色判定. 日作紀63:42-47.
9. 小柳敦史・小前幸三ら(1995)窒素追肥が小麦粉の粒径とタンパク質含量に及ぼす影響. 日作紀64別1:76-77.
10. 六本木和夫・鈴木清司(1985)水田裏作小麦に対する窒素分施の影響. 埼玉農試研報41:95-108.
11. 佐藤暁子・小柳敦史ら(1996)コムギの子実と粉の無機成分に及ぼす土壌の種類と施肥の影響. 日作紀65:29-34.
12. 佐藤暁子・小柳敦史ら(1988)作物学会関東支部3号:33-34.
13. 佐藤淳一(1984)追肥(穂肥). 農業技術体系麦編技109-114.
14. 山口幹周(1988)小麦農林61号の栄養診断による窒素追肥の要否判定法. 関東東海農業の新技术5号:81-87.