

施肥法の違いが U-21L とコシヒカリの生育・収量に
及ぼす影響

2006 年 2 月 6 日

宇都宮大学農学部生物生産科学科

植物生産学コース 作物生産技術学研究室

033127 z 沖山 毅

目次

I.	緒言	1
II.	材料と方法	
1	栽培方法	3
2	試験区	3
3	調査項目及び調査方法	6
III.	結果	
1	気象経過及び生育概要	11
2	生育経過	14
3	病虫害発生程度	20
4	乾物重, 窒素含有率・ケイ酸吸収特性及び成長解析	22
5	穂長・稈長・節間長	26
6	押し倒し抵抗	28
7	玄米品質及び食味	30
8	収量及び収量構成要素	34
IV.	考察	36
V.	摘要	38
VI.	謝辞	40
VII.	引用文献	41

I. 緒言

作物統計（農林水産省 2007）によれば、コシヒカリは、1970 年では 150,056ha 作付けされていた。2005 年では 556,345ha の面積で作付けされており全体の品種の 38%を占めるまでに作付面積を拡大している。ここまで作付面積を拡大してきたのは、耐病性、耐倒伏性などで多くの欠点を持っているにもかかわらず、良食味であるという特徴を持っていたからである。

栃木県の場合、水稻作付面積 57,055ha の内、コシヒカリは 48,327ha と実に 84.7%を占めていて（農林水産省 2005）、主要な品種となっていることがわかる。作付面積がこれだけ多いのは、従来の基肥重点から基肥窒素減肥追肥重点の「じっくり型稲づくり」への栽培技術の改善、「水稻の生育診断・予測システム」の開発によって適切な肥培管理ができ、倒伏が少なくなって収量の安定化が進んだ結果と考えられる。

栃木県ではコシヒカリを中心に売れる米づくりを推進しているが、最近の異常気象により収量・品質が不安定になっており、2001 年では低温・寡照で 1 等米比率が約 40%で過去最低となり、2002 年には 9 月のフェーン現象により 1 等米比率が約 60%となり 2 年連続で品質が低下した（大谷ら 2003）。2003 年、2004 年と 1 等米比率は 90%以上の値を維持しているが、異常気象によって高品質米の生産や多収量をねらう栽培は容易ではなくなっていると考えられる。

2004 年から米政策改革が始まった。その中の政策の一つに、2010 年までに「米づくりの本来あるべき姿」の実現を目指すとする。これは、売れる米づくりを基本として多様な消費者ニーズを起点とし、需要ごとに求められる価格条件等を満たしながら、安定的供給が行われる消費者重視、市場重視の米づくりが行われることをいう。これまで以上に、農業者は多様な消費者ニーズに応え

るために、創意工夫を行い生産に取り組まなければならない。

本研究では、宇都宮大学農学部附属農場で育成されており、収量・耐病性・耐倒伏性・食味の面でコシヒカリを上回る可能性がある新品種「U-21L」を用い、施肥法の違いが生育特性、収量並びに収量関連形質に及ぼす影響をコシヒカリと比較・検討した。

II. 材料と方法

1. 栽培方法

試験は真岡市下籠谷地区にある宇都宮大学農学部附属農場内の水田圃場を用いて行った。圃場の土壌は黒ボク土である。供試品種は、宇都宮大学農学部附属農場で育成された「U-21L」と「コシヒカリ」である。

床土および覆土は粒状倍土（グリーンエース）を用いた。種子は 2006 年 4 月 18 日に比重 1.13 で塩水選を行い、温湯消毒催芽機「湯芽工房(タイガー・カワシマ社製)により 60°C で 10 分間温湯消毒した後、流水で 3 日間浸種した。その後 28°C で 14 時間催芽処理を行った。催芽種子は 4 月 21 日に、60 cm × 30 cm × 3 cm の田植機移植用育苗箱に乾粒換算で 80 g /箱を播種した。

育苗箱は、ハウス内で保温シートをかけて 4 日間育苗し、その後保温シートをはずし、農場の慣行法で育苗した。全層施肥法は、育苗期間は 35 日間とした。移植は 6 条乗用側条施肥田植機で行い、全層施肥法は 5 月 26 日に行った。側条施肥法は、育苗期間は 27 日間とし、移植は 5 月 18 日に行った。

2. 試験区

試験区の構成を第 1 表に示した。

全層施肥法

U-21L, コシヒカリとも、標準施肥区は、農場の慣行法（基肥：穂肥第 1 回：穂肥第 2 回 = 4 kg : 1 kg : 1 kgN/10a）で栽培した（第 1 表）。施肥は 2006 年 5 月 23 日に化成肥料（N-P₂O₅-K₂O : 10%-18%-16%）を、標準施肥区では窒素成分で 4.0kg/10a の割合で基肥として施用した。穂肥として、7 月 25 日と 8 月 1 日に NK 化成肥料（N-P₂O₅-K₂O : 18%-0%-16%）を施用した。宇都宮大学農学部附属農場の穂肥の標準施肥量は窒素成分で 1.0kg/10a であるが、本

年度は天候不順であったため、窒素成分で 0.8kg/10a に変更した。

5月25日に代かきを行い、5月26日に栽植密度は 20.8 株 / m² (30 cm × 16 cm) に設定し、1 株あたり 3 本で機械移植した。移植時の苗は、U-21L は葉数 4.5、草丈 22.6cm、コシヒカリは葉数 4.1、草丈 23.7cm であった。

除草剤として、6月5日に、ジョイスターLフロアブルを 500ml/10a 散布した。

側条施肥法

側条施肥法は、農場の慣行法 {全層+側条：穂肥第1回：穂肥第2回 = (2 + 2) kg : 1 kg : 1 kgN/10a} で栽培した、U-21L とコシヒカリの 2 区を設定した (第1表)。2006年5月16日に化成肥料 (N-P₂O₅-K₂O : 10%-18%-16%) を、窒素成分で 2.0kg/10a を施用し、田植え時に稲体の横 3 cm、深さ 5 cm の溝を作って化成肥料 (N-P₂O₅-K₂O : 10%-18%-16%) を、窒素成分で 2.0kg/10a 施用した。穂肥として、7月14日と8月25日に NK 化成肥料 (N-P₂O₅-K₂O : 18%-0%-16%) を、窒素成分で 0.8kg/10a 施用した。

5月17日に代かきを行い、5月18日に栽植密度は 20.8 株 / m² (30 cm × 16 cm) に設定し、1 株あたり 3 本で、6 条乗用側条施肥田植機で機械移植した。

5月27日に、除草剤としてキックバイ 1 キロ粒剤を 1kg/10a 散布した。6月1日に、殺虫剤としてトレボン を 2 kg/10a 散布した。

第1表 試験区の構成.

試験区		基肥 (kgN/10a)	穂肥 1 (kgN/10a)	穂肥 2 (kgN/10a)	合計 (kgN/10a)
全層施肥					
U-21L	標準施肥区	4	0.8	0.8	5.6
コシヒカリ	標準施肥区	4	0.8	0.8	5.6
側条施肥					
U-21L	標準施肥区	4	0.8	0.8	5.6
コシヒカリ	標準施肥区	4	0.8	0.8	5.6

試験区面積は、全層施肥法では各試験区5a, 側条施肥法では各試験区2aとした.

基肥は化成肥料(N-P-K:10%-18%-16%)を用いた. 追肥は, NK化成肥料(N-P-K:18%-0%-16%)を用いた.

穂肥1は7月25日に, 穂肥2は8月1日に施用した.

3. 調査項目及び調査方法

生育調査

生育調査は、各試験区で周囲を含めて欠株のない場所を選び、草丈、主稈葉数、莖数を調査した。生育調査地点として5株2条の計10株を1試験区当たり3地点設置した。全層施肥法では、2006年6月8日(移植後13日)から8月29日(移植後95日)まで2週間おきに調査した。側条施肥法では、6月1日(移植後14日)から8月24日(移植後98日)まで2週間おきに調査した。

葉色調査

葉色値の測定には、ミノルタ社製葉緑素計(SPAD502)を用いて最上位展開葉の1葉前の葉を測定した。全層施肥法は、2006年6月27日(移植後32日)から9月14日(移植後111日)まで生育調査時に調査した。側条施肥法では、6月29日(移植後42日)から9月21日(移植後126日)まで生育調査時に調査した。

株の掘り取り調査

全層施肥法において、株の掘り取り調査は、生育調査地点の平均莖数の株を、周辺から選び掘り取った。2006年7月13日(移植後48日)と、8月16日(移植後82日)、9月27日(移植後124日)をそれぞれ最高分けつ期、穂揃期、収穫期として調査した。掘り取った株は根を切除し、葉面積を自動面積計(林電工株式会社型式)で測定した後、穂、葉身、葉鞘+莖に分け、80℃で2日間乾燥後、乾物重を測定した。乾物試料は、1cm程度に裁断した後、HEIKO製粉碎機(SAMPLE MILL TI-100)で微粉碎し、窒素測定には島津社製NCアナライザー(SUMIGRAPH NC-80)を用いた。側条施肥法では、8月16日(移植後90日)と、9月26日(移植後131日)をそれぞれ、穂揃期、収穫期として調査し

た．全層施肥法と同様な方法で調査を行った．

ケイ酸吸収特性

ケイ酸含量は，収穫期の株の掘り取り調査で採取した窒素分析の試料を用いた．

佐藤（1999）の方法により，粉末試料を 80℃で 1～2 日間乾燥させ，デシケータに入れて放冷し，約 0.125g 正確に秤量し，白金坩堝に入れバーナーで灰化させた．灰化させた後，炭酸ナトリウムを 1g 加え 900℃で 10 分間融解させた．白金坩堝ごとテフロンビーカーに入れ，60℃に温めておいたステンレス製蒸留水で固形化した融解物を溶かした．完全に溶解したら塩酸を 15ml 加え pH を 7 に調整し，100ml に定容して試料溶液とした．

ケイ酸含量測定前に，二重の濾紙（No.5C）による乾燥濾過をした．その後，濾過した試料溶液を用い，日立制作所製 I C P 発光分析機（SAS1200VR）で測定した．

成長解析

成長解析は，石井・深川（2004）の方法に従って，以下の項目について行った．本実験は植物体の地上部のみを解析の対象とした．

面積当たりの乾物重の増加速度，すなわち個体群成長速度（crop growth rate ; CGR, g/m²/日）を次式で計算した．

$$\text{CGR} = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$$

ここでWは土地面積当たりの乾物重（g），W₁とW₂はそれぞれ時期 t₁および t₂における土地面積当たりの乾物重である．

NARは，個体群における純同化率（net assimilation rate ; NAR, g/m²/

日) で、次式で計算した.

$$\text{NAR} = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \times (\ln L_2 - \ln L_1) / (L_2 - L_1)$$

ここで L は、土地面積当たりの葉面積 (m^2), つまり葉面積指数 (leaf area index ; LAI, m^2/m^2) である. L_1 と L_2 はそれぞれ t_1 および t_2 における葉面積指数である.

また、平均葉面積指数を次式で計算した.

$$= (L_2 - L_1) / (\ln L_2 - \ln L_1)$$

ここで、 L_1 と L_2 は、それぞれ t_1 および t_2 における葉面積指数である.

病害調査

全層施肥法において、病害はいもち病と紋枯れ病について調査した. 1 試験区につき 40 株を 3 地点, 2006 年 9 月 9 日(移植後 106 日)に調査した. いもち病は葉いもちと穂いもちについて調査し, 葉いもちは, 最上位葉から 3 葉目までのいずれかに 5 mm 以上の病斑のある茎を数え, 穂いもちは穂首以上に明らかかな病斑があり, 穂が 50% 以上不稔になっている穂を数えた. 紋枯れ病は葉鞘部を観察し, 最上位葉の葉鞘部に病斑のある場合を 3 とし, その下の葉の葉鞘部にある場合を 2, その下のものを 1, それ以下もしくは無かった場合を 0 とし, 0 ~ 3 の 4 段階で評価した. 1 株の中で最も上位まで罹病している茎の評価を記録した.

側条施肥法では 9 月 11 日(移植後 116 日)に病害調査を行った.

倒伏程度調査

倒伏程度は, 1 試験区あたり 3 ヶ所を調査した. 稲体が直立している場合を 0, 完全倒伏している場合を 5 とし 0 ~ 5 の 6 段階で評価した. 調査は収穫

期の 2006 年 9 月 26 日に行った。

押し倒し抵抗測定

全層施肥法では押し倒し抵抗値を測定した。1 試験区につき 3 地点生育調査区内と同程度の茎数の 6 株を選び、上村ら (1985) の方法により、地際から 20cm の地点に倒伏試験器 (DIK-7401 大起理化工業社製) をあて、調査株が押し当てた地点から 45 度に傾いた時の値を測定した。押し倒し抵抗測定は収穫期の 2006 年 9 月 8 日(移植後 105 日)と 9 月 22 日(移植後 119 日)に行った。

稈長・穂長・節間長調査

収量構成要素の 1 穂粒数と登熟歩合の調査用に掘り取った 5 株を用いた。1 株のなかで最も長い茎から 3 本を選び出し、1 調査地点あたり 15 本について、穂長、稈長、I 節間長から VI 節間長までを測定した。

収量及び収量構成要素

収量と収量構成要素算出用の試料は 2006 年 9 月 26 日(全層施肥法は移植後 123 日、側条施肥法は移植後 131 日)に採取した。収量調査は 1 試験区につき 3 地点、10 株 4 条の計 40 株を地際から刈り取り、3 週間程度風乾した後に行った。40 株の全重を量り、脱穀、風選後に精粒重を量り、籾摺り後の玄米重を総玄米重とし、それを 1.8mm の篩で篩い、粒厚 1.8mm 以上の玄米重を精玄米重とした。精玄米の水分率を米麦水分計ライスタ m (Kett 科学研究所製) で測定し、結果は精玄米の水分率を 15% に換算して示した。また、全重から精粒重を引いたものを藁重とし、総玄米重から精玄米重を引いたものを屑米重とした。刈り取り時に株間と条間を記録し、栽植密度 (株/m²) を求め調査結果は

m²あたりに換算した.

収量構成要素は、収量調査用の試料から求めた平均的な穂数を持つ株を収量調査地点の周辺で採取した。掘り取った株数は 1 調査地点につき 5 株である。各株の平均的な穂 4 本を取り出し、1 調査地点当たり 20 穂を脱穀し、芒と枝梗を丁寧に取り除いた籾を、比重 1.06 の食塩溶液で塩水選を行い、登熟籾と不登熟籾とに分別し、それぞれの粒数を測定し 1 穂籾数と登熟歩合を算出した。玄米千粒重は収量調査後の精玄米を用い 20g を秤量し、その粒数から算出した。

玄米品質・食味調査

玄米の品質について、白未熟粒と玄米蛋白質含有率を調査した。白未熟粒、玄米蛋白質含有率ともに収量調査後の精玄米を用い、1 試験区あたり 3 地点調査した。白未熟粒の 1 地点あたりの調査粒数は 500 粒である。明らかな白未熟粒（乳白・心白・背白・腹白・基白の合計）の粒数を記録した。玄米蛋白質含有率は成分分析計 AN-700（Kett 科学研究所製）を用いて測定した。

米の品質・食味関連形質について全層施肥法試験区の米をとちぎパールライス株式会社に送り調査を依頼した。

Ⅲ. 結果

1. 気象経過と生育概要

(1) 気象経過

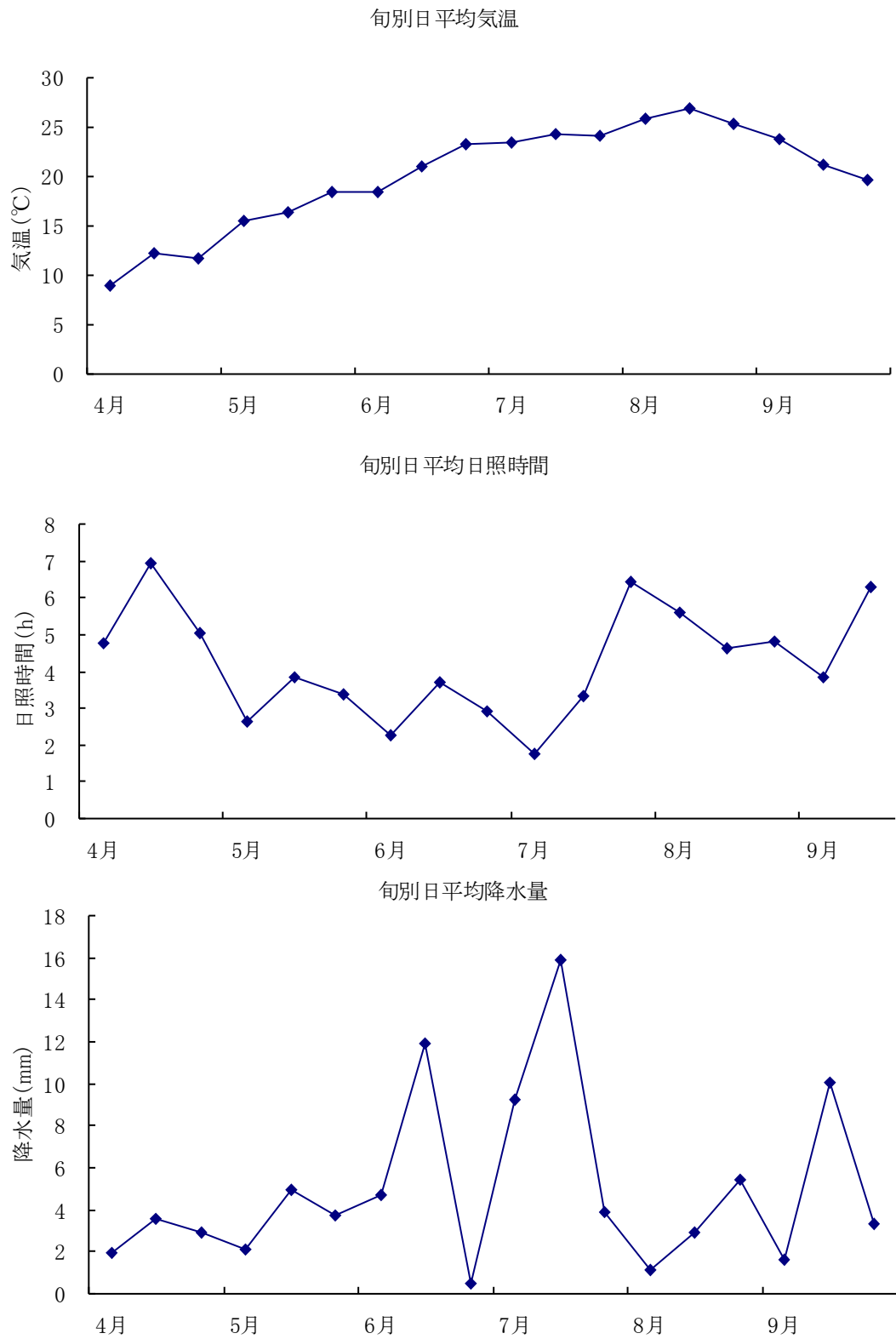
第1図に水稻生育期間の旬別日平均気温、旬別日平均降水量、旬別日平均日照時間を示した。移植後の5月下旬から7月中旬まで日照不足が続いた。夏の日照時間は少なかった。7月の天候はとくに不良で、平年に比べて降水量は多く、日照時間は少なかった。

2006年の気温は平年並み、降水量も平年並みであったが日照不足の年であった。

(2) 生育概要

第2表に生育の概要を示した。全層施肥法において、草丈は、U-21Lはコシヒカリよりも高かった。葉数は、U-21LとコシヒカリではややU-21Lが多くなった。最大茎数は、コシヒカリ316本/m²に対してU-21Lは396本/m²と多かった。穂数はU-21Lで239本/m²、コシヒカリで216本/m²であった。有効茎歩合は、U-21Lが60.3%であり、コシヒカリは68.3%とU-21Lが低かった。

側条施肥法において、草丈はU-21Lとコシヒカリは同程度であった。全層施肥法に比べ、草丈はU-21Lでは低く、コシヒカリは高くなった。茎数はU-21Lがコシヒカリより多かった。全層施肥法とほぼ同程度であった。穂数はU-21Lよりもコシヒカリが多かった。全層施肥法よりも側条施肥法では穂数は多くなり、コシヒカリでは45本/m²多かった。有効茎歩合では、U-21Lよりもコシヒカリが大きかった。全層施肥法よりも有効茎歩合は高く、U-21Lでは5.4%、コシヒカリでは12.9%高かった。



第1図 2006年度の日平均気温・日照時間・日平均降水量の推移.

第2表 生育経過.

試験区	草丈 (cm)	最終 葉数	最大 茎数 (本/m ²)	穂数 (本/m ²)	有効茎 歩合 (%)	出穂日	穂揃期	倒伏程度
全層施肥								
U-21L 標準施肥区	133	14.7	396	239	60.3	8月15日	8月18日	1
コシヒカリ 標準施肥区	119	14.3	317	216	68.3	8月13日	8月15日	1
側条施肥								
U-21L 標準施肥区	127	14.5	388	255	65.7	8月13日	8月15日	1
コシヒカリ 標準施肥区	124	14.3	322	261	81.2	8月11日	8月14日	2.3

倒伏程度は0(倒伏なし)～5(倒伏甚)の6段階として目視で判定した.

2. 生育経過

(1) 草丈

草丈の推移を第2図に示した。全層施肥法では、生育期間を通して、U-21Lはコシヒカリよりも高く推移した。

側条施肥法では、U-21Lとコシヒカリはほぼ同様な草丈の推移をした。

(2) 茎数

茎数の推移を第3図に示した。全層施肥法において、茎数は2006年7月6日(移植後41日)に最高茎数に達し、その後すぐに値が低下した。生育期間を通してU-21Lはコシヒカリより高く推移した。

側条施肥法において、茎数は6月29日(移植後42日)に最高茎数に達し、その後直ぐに値は低下せず、7月13日(移植後56日)の調査では最高茎数とほぼ同じ茎数であった。側条施肥法では、全層施肥法とは異なった茎数の推移を示した。

(3) 葉数

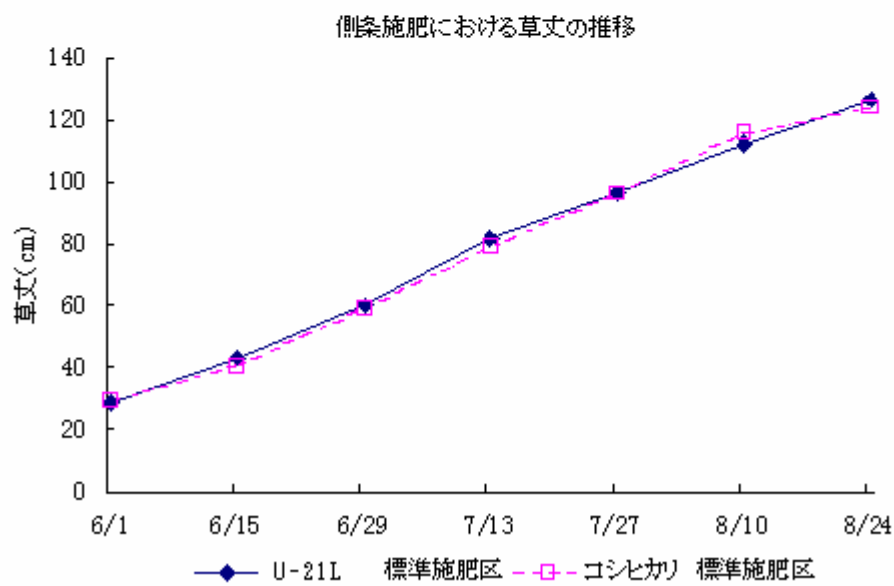
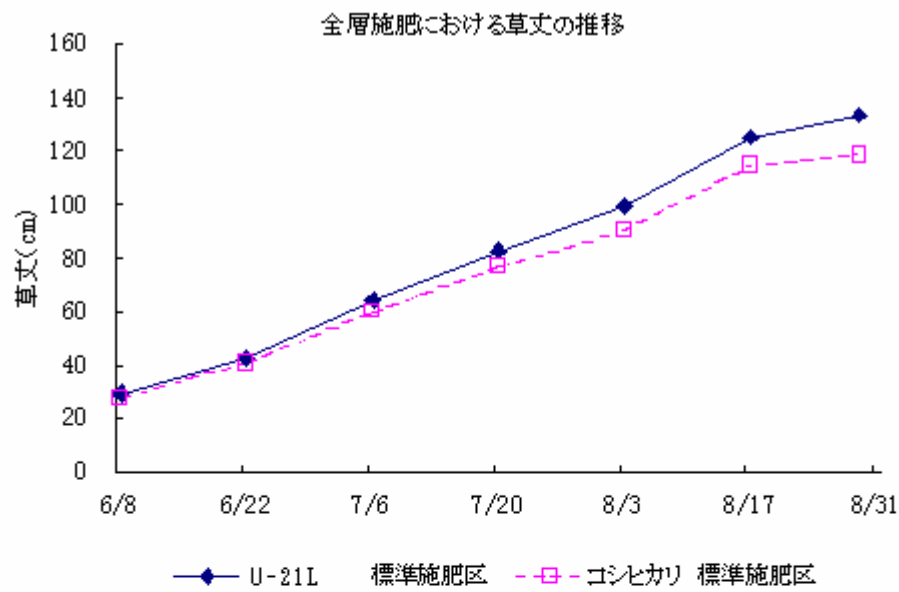
葉数の推移を第4図に示した。全層施肥法、側条施肥法では、葉数は、U-21Lのほうがコシヒカリよりも若干高く推移した。

(4) 葉色値

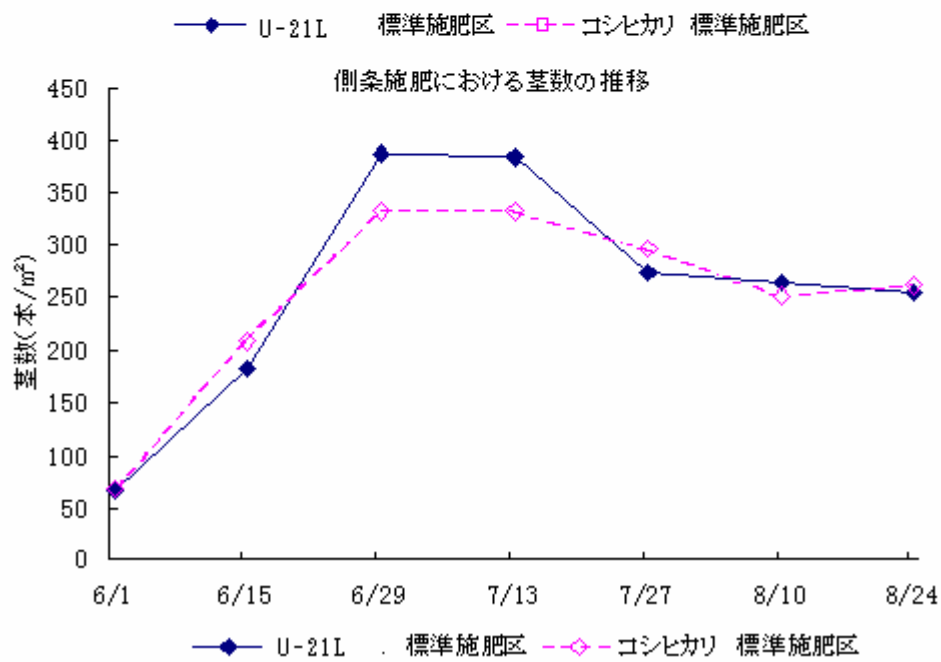
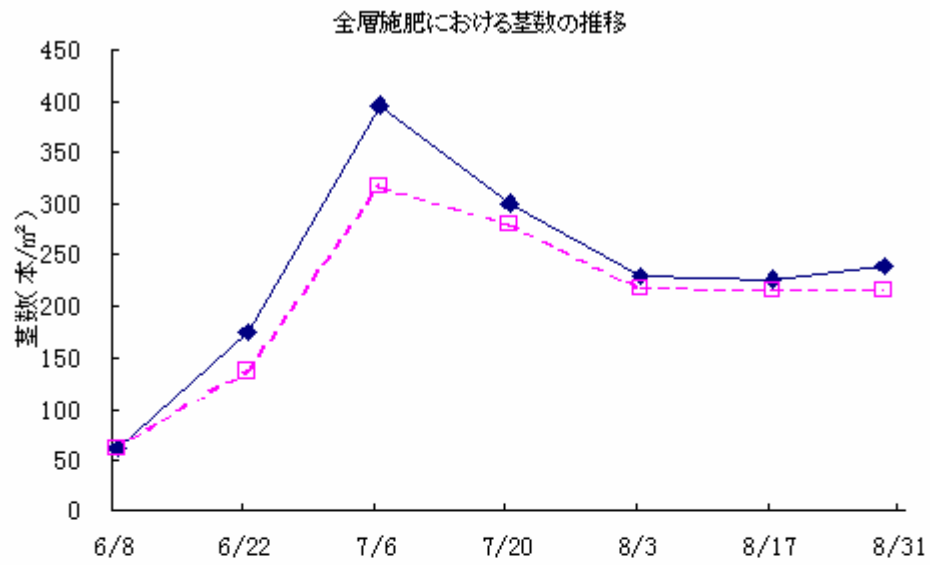
葉色値の推移を第5図に示した。全層施肥法では、2006年8月1日の2回目の穂肥を施用後、U-21Lとコシヒカリの葉色値はほぼ同じになった。その後、

登熟中期まで U-21L とコシヒカリはわずかに値が増加したものの、全体としては生育を追って低下した。登熟中期から収穫期にかけて両品種とも急激に値が低下したが、U-21L が高く推移した。

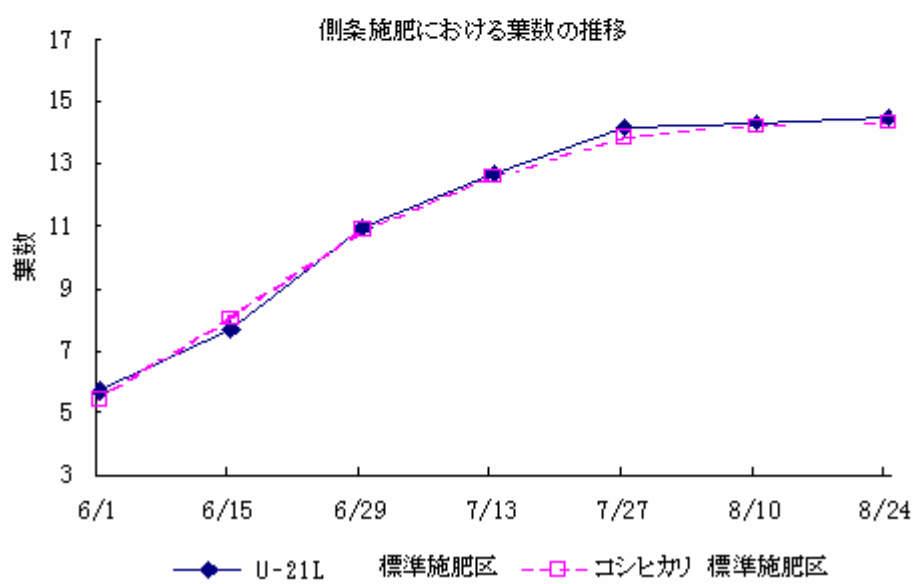
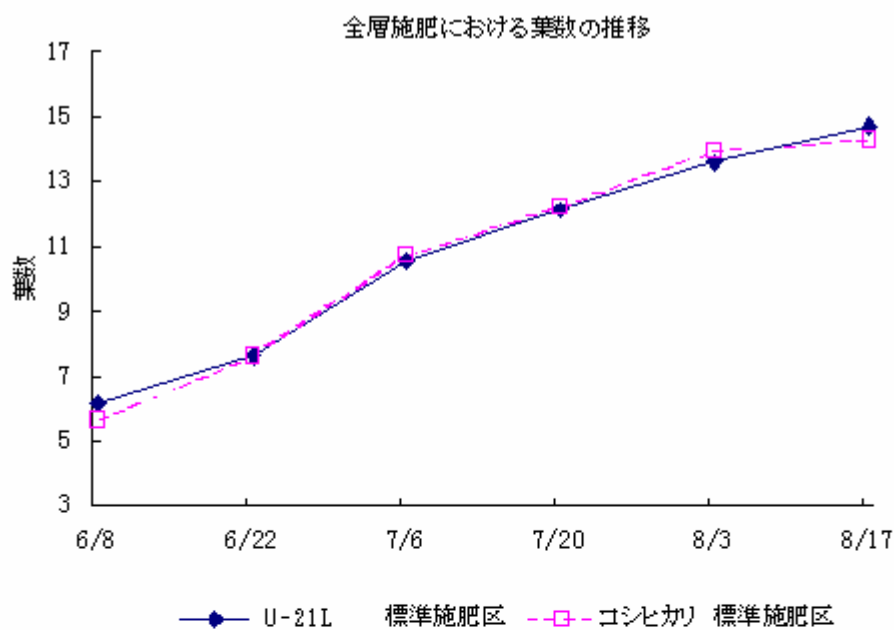
側条施肥法では、生育初期は高く推移したが、直ぐに値が低下した。穂肥散布後、一時的に葉色値は高くなったが直ぐに低下し、全体としては生育を追って低下していった。U-21L よりもコシヒカリが高く推移した。



第2図 草丈の推移。



第3図 基数の推移.



第4図 葉数の推移。

・ 病害虫発生程度

いもち病罹病程度を第3表に示した。全層施肥法では、葉いもち発生茎率、穂いもち発生茎率とも U-21L でコシヒカリよりも低い値となった。

側条施肥法では、U-21L とコシヒカリの葉いもち発生茎率は同程度であった。穂いもち発生茎率は、U-21L のほうがコシヒカリよりも低くなった。全層施肥法と比べると、穂いもち発生茎率と葉いもち発生茎率は側条施肥区で低かった。

第3表 いもち病罹病程度.

試験区		穂いもち 発生茎率 (%)	葉いもち 発生茎率 (%)
全層施肥			
U-21L	標準施肥区	3.3	2.0
コシヒカリ	標準施肥区	5.7	5.0
側条施肥			
U-21L	標準施肥区	2.0	0.01
コシヒカリ	標準施肥区	2.3	0.01

4. 乾物重, 成長解析および窒素吸収量・ケイ酸吸収特性

(1) 器官別乾物重

全層施肥法における最高分けつ期, 穂揃期, 収穫期における器官別乾物重を第6図に示した.

乾物重は, 標準施肥量では U-21L は, コシヒカリよりも大きかった. 特に収穫期の穂の乾物重は, U-21L がコシヒカリよりも大きかった.

(2) 成長解析

第4表に全層施肥法における各生育段階における個体群成長速度 (CGR), 純同化率 (NAR), および平均葉面積指数 (LAI) を示した.

最高分けつ期から穂揃期の CGR は, U-21L では 16.88 で, コシヒカリは 16.31 と U-21L の方が大きかった. 穂揃期から収穫期の CGR は, U-21L は, 12.69 であり, コシヒカリは 6.89 とコシヒカリで大きく減少した.

LAI は, 最高分けつ期から穂揃期では U-21L がコシヒカリより大きかった. 穂揃期から収穫期では U-21L よりコシヒカリが大きくなった.

NAR は U-21L とコシヒカリで, 最高分けつ期から穂揃期では, LAI の大きかった区で小さくなる傾向が見られた.

(3) 窒素含有率, 窒素含有量

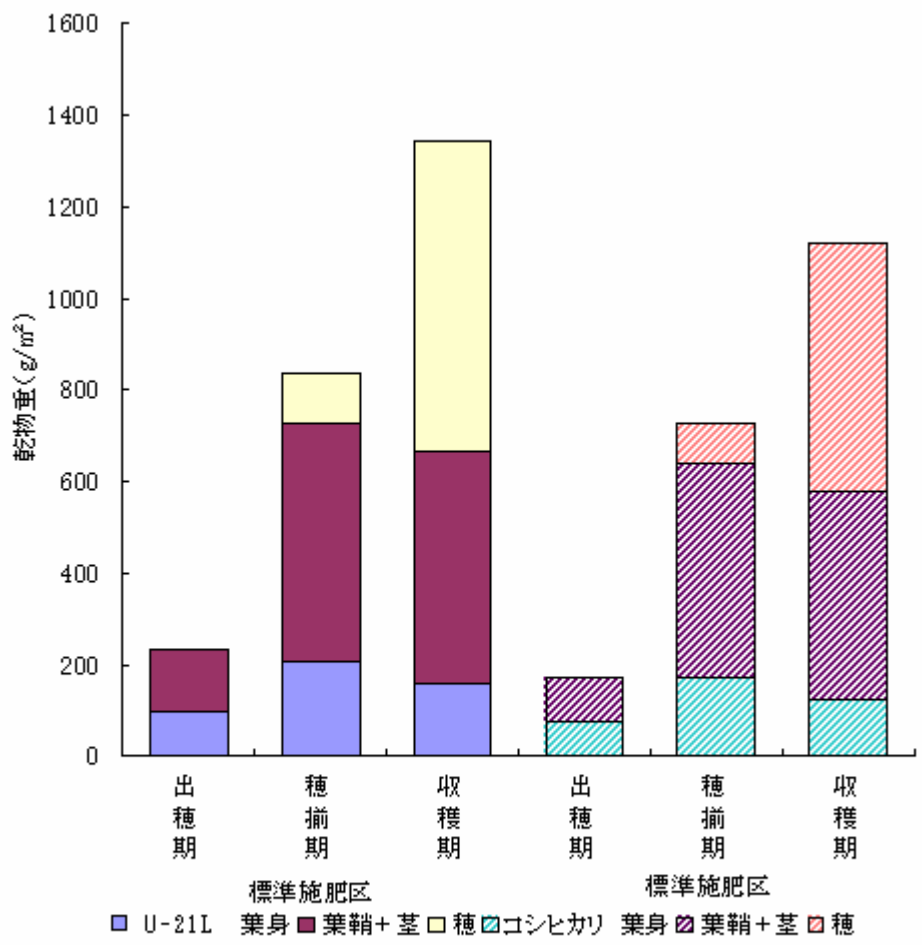
全層施肥法における窒素含有率, 窒素含有量を第5表に示した.

全体の含有率は, 最高分けつ期, 穂揃期では U-21L がコシヒカリよりも高く, 収穫期ではコシヒカリが高かった. 穂の窒素含有率は U-21L では穂揃期に比べ収穫期で下がったのに対し, コシヒカリでは穂揃期に比べ収穫期で含有率が増加した.

(4) ケイ酸吸収特性

全層施肥法における収穫期のケイ酸含有率, ケイ酸含有量を第6表に示した.

全体の含有率は, U-21L とコシヒカリでは, U-21L が高かった. 含有量では, 特に穂の含有量が U-21L でコシヒカリよりも高かった.



第5図 全層施肥による器官別乾物重の推移

第4表 成長解析.

試験区	最高分げっ期～穂揃期			穂揃期～収穫期		
	CGR (g/m ² /日)	NAR (g/m ² /日)	LAI	CGR (g/m ² /日)	NAR (g/m ² /日)	LAI
全層施肥						
U-21L 標準施肥区	16.88	4.62	3.66	12.69	3.69	3.36
コシヒカリ 標準施肥区	16.31	5.97	2.74	9.40	4.06	3.92

第5表 器官別の窒素含有率・含有量.

試験区	窒素含有率				窒素含有量			
	葉身 (%)	葉鞘 (%)	穂 (%)	全体 (%)	葉身 (g/m ²)	葉鞘 (g/m ²)	穂 (g/m ²)	全体 (g/m ²)
全層施肥								
最高分げっ期 U-21L 標準施肥区	2.50	0.93		1.61	2.51	1.22		3.73
最高分げっ期 コシヒカリ 標準施肥区	2.39	0.84		1.51	1.79	0.81		2.60
全層施肥								
穂揃期 U-21L 標準施肥区	2.31	0.69	1.21	1.16	4.80	3.58	1.37	9.75
穂揃期 コシヒカリ 標準施肥区	2.10	0.66	0.98	1.03	3.55	3.08	0.88	7.51
全層施肥								
収穫期 U-21L 標準施肥区	0.95	0.37	0.99	0.75	1.52	1.87	6.76	10.15
収穫期 コシヒカリ 標準施肥区	0.81	0.37	1.13	0.79	1.01	1.68	6.11	8.81

第6表 収穫期のケイ酸含有率・含有量.

試験区	ケイ酸含有率				ケイ酸含有量			
	葉身 (%)	葉鞘 (%)	穂 (%)	全体 (%)	葉身 (g/m ²)	葉鞘 (g/m ²)	穂 (g/m ²)	全体 (g/m ²)
全層施肥								
U-21L 標準施肥区	5.38	4.39	2.08	3.34	8.57	22.11	14.15	44.83
コシヒカリ 標準施肥区	4.89	3.96	1.54	2.89	6.11	18.00	8.36	32.47

5. 穂長・稈長・節間長

穂長・稈長・節間長を第7表に示した。全層施肥法と側条施肥法では U-21L は穂長，稈長でコシヒカリよりも長かった。また，各節間別で見ても，U-21L がコシヒカリよりも長かった。

第7表 穂長・稈長・節間長.

試験区	穂長 (cm)	稈長 (cm)	I (cm)	II (cm)	III (cm)	IV (cm)	V + VI (cm)
全層施肥							
U-21L 標準施肥区	24.4	101.2	42.8	23.5	17.3	11.0	6.7
コシヒカリ 標準施肥区	20.8	94.2	40.3	22.2	15.6	10.0	6.3
側条施肥							
U-21L 標準施肥区	22.2	98.8	39.5	22.3	17.7	11.0	8.2
コシヒカリ 標準施肥区	20.4	92.9	38.7	22.1	15.3	9.8	6.9

6. 押し倒し抵抗値

押し倒し抵抗の測定値を第8表に示した。U-21L とコシヒカリを比べると、2回の調査とも抵抗値はU-21Lのほうが大きかった。2006年9月8日の調査では、U-21L標準施肥区が49.6であり、コシヒカリ標準施肥区では11.3と約5倍の差があった。

第 8 表 収穫期における押し倒し抵抗.

試験区		9 月 8 日 (kPa/株)	9 月 22 日 (kPa/株)
U-21L	標準施肥区	49.6	38.2
コシヒカリ	標準施肥区	11.3	11.9

7. 玄米品質及び食味

(1) 食味計と品質調査

第9表に食味計 AN-700 による玄米成分分析と白未熟粒率の結果を示す。

全層施肥法において、タンパク含有率は U-21L の方がコシヒカリより低かった。評価値は、U-21L とコシヒカリは同程度であった。

側条施肥法は、全層施肥法の結果と同じであった。全層施肥区と側条施肥区を比べると、タンパク質含有率は側条施肥区で小さくなり、また、評価値は高くなった。

白未熟粒の発生率は、全層施肥法では、U-21L のほうがコシヒカリよりも高かった。

側条施肥法では、白未熟粒の発生率は、U-21L のほうがコシヒカリより低かった。側条施肥法では、全層施肥法よりも白未熟粒が減少し、玄米タンパク質も減少した。

(2) 米の検査結果（依頼分析）

第10表に、玄米における成分分析の結果を示す。タンパク質含有率は U-21L が低く、アミロース含有率、評価値はコシヒカリと同程度であった。

第11表に、精米における成分分析の結果を示す。タンパク質含有率は U-21L がコシヒカリよりも低かった。アミロース含有率はややコシヒカリが高かった。評価値は、U-21L のほうが若干高くなった。

第12表に、炊飯米における成分分析の結果を示す。外観、バランスで、若

干ではあるがコシヒカリよりも U-21L が高かった。理化学的特性では，硬さはコシヒカリの方が U-21L よりも高く，付着は U-21L が高かった。

第9表 食味計による玄米成分分析と白未熟粒率.

試験区		ケット成分分析計 AN-700		
		評価値	タンパク質含有率 (%)	白未熟粒 (%)
全層施肥				
U-21L	標準施肥区	77	6.1	8.7
コシヒカリ	標準施肥区	76	6.4	6.1
側条施肥				
U-21L	標準施肥区	79	6.0	3.3
コシヒカリ	標準施肥区	78	6.3	5.6

タンパク質含有率は乾物換算値で示した.

第10表 玄米における成分分析.

試験区		ケット成分分析計 AN-800			評価値
		タンパク質含有率 (%)	アミロース含有率 (%)	脂肪酸 (mg)	
全層施肥					
U-21L	標準施肥区	8.4	18.9	16.3	65
コシヒカリ	標準施肥区	8.4	18.9	16.0	67
試験区		サタケ粉砕食味計 STB-1			食味値
		タンパク質含有率 (%)	アミロース含有率 (%)	酸化度	
全層施肥					
U-21L	標準施肥区	8.3	18.9	7.0	74
コシヒカリ	標準施肥区	8.1	19.3	7.0	76

タンパク質含有率は乾物換算値で示した.
とちぎパールライス株式会社で測定した.

第11表 精米における成分分析.

試験区		ケット成分分析計 AN-800		
		タンパク 質含有率 (%)	アミロース 含有率 (%)	評価値
全層施肥				
U-21L	標準施肥区	7.5	18.7	70
コシヒカリ	標準施肥区	7.5	18.6	71

試験区		サタケ粉碎食味計 STB-1		
		タンパク 質含有率 (%)	アミロース 含有率 (%)	食味値
全層施肥				
U-21L	標準施肥区	6.9	18.6	77
コシヒカリ	標準施肥区	6.8	18.5	79

タンパク質含有率は乾物換算値で示した。
とちぎパールライス株式会社で測定した。

第12表 炊飯米における成分分析.

試験区		サタケ炊飯食味計 STA-1				
		外観	硬さ	粘り	バランス	食味値
全層施肥						
U-21L	標準施肥区	8.8	5.1	8.8	8.9	86
コシヒカリ	標準施肥区	9.3	4.8	9.4	9.4	89

試験区		タケト干電機 テンシプレスサー			
		硬さ	こし	付着	粘り
全層施肥					
U-21L	標準施肥区	16.62	27.84	61.67	54.10
コシヒカリ	標準施肥区	20.09	30.81	62.22	59.56

サタケ炊飯食味計の、外観・粘り・バランスは、0.0(劣)～10.0(優)の範囲で評価した。硬さは、5.0を中心に数値が低いほど軟らかく、数値が高いほど硬くなる。
とちぎパールライス株式会社で測定した。

8. 収量および収量構成要素

(1) 収量

収量を第13表に示した。全層施肥法では、U-21Lは、全重、精籾重、総玄米重、精玄米重が、コシヒカリよりも大きくなった。屑米重が多く、U-21Lは、コシヒカリよりも大きかった。

側条施肥法では、U-21Lが、全重、精籾重、総玄米重、精玄米重、藁重、がコシヒカリよりも大きくなった。全層施肥法よりも側条施肥法で精玄米重が高かった。

(2) 収量構成要素

収量構成要素を第14表に示した。全層施肥法では、穂数は、とU-21Lよりもコシヒカリでは大きくなった。一穂籾数はU-21Lでコシヒカリよりも大き

かった。登熟歩合は、コシヒカリの方が高かった。

側条施肥法では、穂数と一穂粒数は、コシヒカリよりも U-21L の方が大きくなった。登熟歩合と千粒重はコシヒカリの方が大きくなった。全層施肥法と比べると、穂数は側条施肥区で多くなった。U-21L の一穂粒数は全層施肥法よりも少なくなった。登熟歩合は側条施肥区の方が両品種とも高くなった。千粒重は全層施肥法よりも小さくなった。

第 13 表 各試験区における収量。

試験区	全重 (g/m ²)	精粒重 (g/m ²)	藁重 (g/m ²)	粒/藁	総玄米重 (g/m ²)	屑米重 (g/m ²)	屑米比率 (%)	精玄米重 (g/m ²)
全層施肥								
U-21L 標準施肥区	1380	647	732	0.89	533	49	9.2	484
コシヒカリ 標準施肥区	1314	603	710	0.86	500	28	5.5	472
側条施肥								
U-21L 標準施肥区	1541	669	872	0.77	549	32	5.9	517
コシヒカリ 標準施肥区	1440	648	792	0.82	532	20	3.7	512

第 14 表 各試験区における収量構成要素.

試験区	穂数 (本/m ²)	一穂粒数 (粒/本)	総粒数 (1000 粒/m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g/1000 粒)
全層施肥					
U-21L 標準施肥区	231	133	30.6	74.1	21.8
コシヒカリ 標準施肥区	240	106	25.4	84.7	22.6
側条施肥					
U-21L 標準施肥区	249	123	30.6	82.3	21.3
コシヒカリ 標準施肥区	247	107	26.4	91.1	22.0

IV. 考察

水稻の生育について

U-21L とコシヒカリでは、穂揃期まで草丈は同程度であったがその後 U-21L が大きくなった。これは、止葉と穂の伸長がコシヒカリよりも U-21L が大きいと考えられる。茎数は、U-21L はコシヒカリより多かったが、有効茎歩合はコシヒカリと比べて低かった。これは、U-21L は生育初期の分けつ発生は旺盛であるが、茎が太いため初期以降の分けつ間の日射競争が激しくなったことや、本年度が天候不良であったため茎の有効化に十分な日射量を確保できなかったことが考えられる。

葉色値と葉身の窒素含有率には高い正の相関があることより、葉身の葉色値

を調べることで、水稻への窒素供給の多少を推測することができる。側条施肥法では生育中期以降栄養凋落的傾向を示し、有効茎歩合が低下しやすく、必ずしも穂数の増加が収量の増加と結びつかない（御子柴 1982）という。側条施肥区では、葉色値の低下が比較的早かった。本実験では、穂肥を施肥したため窒素が生育中期以降も供給されたと考えられるが、U-21L ではすぐに葉色値が低下してしまったため、肥切れを起こしていた可能性があると考えられた。

押し倒し抵抗値と倒伏程度、節間長について

倒伏程度調査では、U-21L とコシヒカリとも倒伏は見られず軽くなびく程度であった。U-21L はコシヒカリと比べて穂長、稈長は長く、下位 2 節間は長かった。本年度は天候不良であったため、両品種とも登熟歩合が低くなり穂重が軽くなった結果、倒伏しなかったと考えられる。押し倒し抵抗値がコシヒカリよりも U-21L が高いのは茎が太いことが要因と思われるが、詳しい調査は行っていないため今後の検討が必要である。

収量、収量構成要素と玄米品質について

U-21L とコシヒカリの収量を見てみると、U-21L のほうが収量は高くなった。これはコシヒカリに比べて、U-21L の穂数は少ないが一穂粒数が多いため精粒重が大きくなったためであると考えられる。登熟歩合はコシヒカリが U-21L より高かった。U-21L は粒数が多かったため、今年为天候では粒が十分に登熟できなかったと考えられる。

U-21L の白未熟粒が多いのは粒数が多いことと、登熟歩合が低いことが要因と考えられる。

食味について

食味関連形質は、U-21Lがコシヒカリと比較して、同程度または若干劣る傾向を示し、食味値は若干劣った。U-21Lは、登熟歩合が低く、それによって白未熟粒が多くなったことが、外観などの理化学的特性と食味値が優れなかった要因と思われる。

病害とケイ酸含有率，窒素含有率について

U-21Lとコシヒカリの両品種とも紋枯れ病の発生はほとんど見られなかったが、いもち病が発生した。大畑（1989）によると、いもち病は気象条件と密接な関係があり、気温は降雨とともにいもち病の発生を支配する最も大きい要因で、また日照不足の後多照になると稲の抵抗力が低下し、病勢が急速に進展するという。今年度は、いもち病の発生には好適な条件であったと言える。

U-21Lではコシヒカリに比べて穂のケイ酸含有率が特に高いため、ケイ酸が籾殻の表面に集積して物理的に強固になるため穂いもち発生茎率が低くなつたと考えられる。

V. 摘要

水稻品種 U-21L の品種特性を明らかにするために、施肥法を異にして、生育・収量・耐病性・耐倒伏性・食味にどのような影響を及ぼすのかを検討した。U-21L 標準施肥区を設置し、対照区としてコシヒカリ標準施肥区を設置した。結果は以下の通りである。

U-21L は、コシヒカリより出穂期で2日遅い早生の粳種である。コシヒカリに比べて、稈長・穂長は長く、穂数はやや少なく、一穂粒数が多い。

U-21L は玄米収量が、484g/m²でありコシヒカリは 472 g/m²で、U-21L はコシヒカリよりも多収であった。これは、一穂粒数が多いことが多収の要因である。U-21L は、コシヒカリに比べて倒伏抵抗値が大きく、耐倒伏性に優れるこ

とを示した。いもち病の罹病率は低かった。玄米品質はコシヒカリよりもやや優れ、食味はコシヒカリと同程度に良い傾向を示した。これらの結果から、U-21Lはコシヒカリより収量・耐病性・耐倒伏性・食味の面でコシヒカリよりも優れる特性をもつことが示唆された。

Summary

Effects of method of Fertilizer Application on the Growth and Yield of Rice Cultivar, “U-21L” and “Koshihikari”

Takeshi Okiyama

In order to examine the characteristics of a rice cultivar “U-21L”, and the influence by changing the method of fertilizer on the growth of “U-21L”, yield, lodging, blast and eating quality were studied. Standard plot (amount of total applied nitrogen was 5.6kg/10a) were prepared. Cultivar “Koshihikari”, was included as a contrast. The results were as follows:

U-21L is an early-ripening, non-glutinous rice. It headed two days later than Koshihikari. Compared to Koshihikari, culm length and panicle length were longer, and panicle number was slightly fewer and had heavier panicle.

The grain yield of U-21L was 484g/m² and Koshihikari was 472g/m². Total weight was higher than Koshihikari. The major factor in high yield was heavy panicle. The pushing resistance was higher than Koshihikari. U-21L had high pushing resistance, so lodging resistance was higher than Koshihikari. U-21L's foliage and panicle blast morbidity was lower than Koshihikari.

Grain quality of U-21L was slightly higher. For taste, both U-21L and Koshihikari had a similar nice flavor.

It is suggested that U-21L possesses better characters than Koshihikari.

VI. 謝辞

本研究の遂行および本論文の作成にあたり御指導、御助言を頂きました作物生産技術学研究室の前田忠信教授、作物栽培学研究室の吉田智彦教授、三浦邦夫助教授、和田義春助教授、土壌学研究室の平井英明助教授、星野幸一技官には心から深く感謝申し上げます。

この1年、楽しい話題で農場の水田を笑いで満たし、的確な助言で調査を指導して下さいました堀内宜彦先輩、明るい雰囲気です辛い作業の疲れを吹き飛ばし、やる気を起こさせて下さいました君嶋治樹先輩、何事も初めての経験の中でいろいろと私に配慮して下さいました雑賀正人先輩、一緒に楽しく、共に励ましあい、いろいろとお世話になった佐藤顕治君、圃場での作業や分析実験でお世話になりました土壌学研究室の斎藤奏枝先輩、箕輪律子先輩、千葉清史先輩、小番直樹君、そして、私達の調査を温かく見守り御協力して頂きました朝妻英治先輩、圃場管理など様々な面で御協力頂いた宇都宮大学附属農場の技官の皆様、雨の日も夏の暑い日も時に冬の寒い日でも、遠く神奈川から農場に来て一緒に作業を頑張った日本大学の森島規仁君には深く感謝申し上げます。作物栽培学研究室の、笑顔が素敵なノノさん、いつも助言をして下さり気に掛けて下さった穴澤拓未先輩、実験やいろいろな面でお世話になりました Ly Tong 先輩、研究室に温かく迎え入れてくれました小松原美央先輩、日本語で一生懸命話しかけてくれた努力家のマイケルさん、共に励ましあい支えあった、大西千尋君、山崎淳美さん、いつも温かく見守り応援して下さいました栃木県二宮町の上野さん夫婦、私の研究、進路等について御助言を頂き、見守って下さいました全ての方々に、私にすばらしい環境を与え支えてくれた家族に心から深く感謝申し上げます。

VII. 引用文献

石井奉之・深川聡 2004. 成長解析. 日本草地学会編, 草地科学実験調法. 畜産技術協会, 東京. 88—91.

御子柴穆 1982. 水稻の施肥位置. 日本土壌肥料学会編, 施肥位置と栽培技術—現状と問題点—. 博友社, 東京. 139—194.

農林水産省 2007. 米穀の品種別作付け状況累年統計.

<http://www.tdb.maff.go.jp/toukei/a02stoukeiexl?Fname=I002C-001-001-000-000.xls&PAGE=2&TokID=I002&TokKbn=C&TokID1=I002C-001&TokID2=I002C-001-001>

農林水産省 2005. 米穀の品種別作付け状況.

<http://www.tdb.maff.go.jp/toukei/a02stoukeiexl?Fname=I002-16-063.xls&PAGE=2&TokID=I002&TokKbn=B&TokID1=I002B2004-003&TokID2=I002B2004-003-003>

大畑貫一 1989. 稲の病害: 診断・生態・防除. 全国農村教育協会, 東京. 295—299.

大谷和彦・薄井雅之・青木純子・山口正篤・福島敏和・佐藤圭一・星一好 2003. 栃木県産米の食味変動要因と肥培管理による改善法. 栃木農試研報 50:1—18.

佐藤ますみ 1999. 施肥法を異にする黒ボク土水田における土壌・作物体・生産物に関する研究 土壌中ケイ酸含量といもち病との関係といもち病抵抗性を高める施肥法の検討. 宇都宮大学農学部土壌学研究室卒業論文. :1—17.

上村幸正・松尾喜義・小松良行 1985. 湛水直播水稻の倒伏抵抗性について. 日作四支報 22:25—31.