

水稻「はえぬき」の有機栽培における生育目標と発酵鶏糞の施用基準

誌名	山形県農事研究報告
ISSN	13473719
著者名	三澤,秀樹 大場,伸一 卯月,恒安 上野,正夫
発行元	山形県立農業試験場
巻/号	38号
掲載ページ	p. 83-101
発行年月	2006年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水稻「はえぬき」の有機栽培における生育目標と発酵鶏糞の施用基準

三澤 秀樹・大場 伸一¹・卯月 恒安²
上野 正夫

Growth Target and Fertilization Standard of Fermented Chicken Droppings on a Paddy Rice Variety 'Haenuki' Under Organic Cultivation

Hideki MISAWA, Shinichi OBA¹, Tsuneyasu UZUKI² and Masao UENO

近年、農業が果たすべき役割として、農業が持つ自然循環機能を活かしつつ環境と調和した生産方式の導入のもと消費者ニーズにも配慮した安全で安心な農産物生産が望まれている。

一方、水稻の有機栽培では病害虫対策や家畜排せつ物利用技術など解決すべき問題が多く、技術水準はまだ十分ではない。また、山形県内における水稻の作付面積約7万haの内有機栽培面積は300ha程度にとどまっている。このため、県的水稻主力品種である「はえぬき」の有機栽培面積を拡大し、販売力を強化するために生育目標と発酵鶏糞の施用基準を明らかにした。

水稻の有機栽培において脅威となるのは病害虫の発生であり、その中でも本県において最も大きな被害を及ぼしている病害はいもち病である。そこで、まず水稻「はえぬき」における葉いもちの発生を軽減する栽培方法を検討した。次に、この結果に基づき葉いもち発生の軽減に効果のある生育目標と施用基準を策定した。

目 次

I 緒 言	84	5 出穂前追肥と穂数・籾数	89
II 耕種的防除法の開発	84	6 堆肥と生育	90
1 試験方法	84	7 最高茎数と収量構成要素	91
2 肥料の種類といもち病菌の侵入度	85	8 出穂前追肥の省略と収量構成要素	91
3 移植期から穂孕期の生育と 葉面積指数	85	IV 稲体栄養条件と生育	93
4 最高分けつ期から穂揃期の生育と 株間湿度	86	1 試験方法	94
5 最高茎数と葉いもち発生株率	86	2 施肥と稲体栄養条件	94
6 栽植密度と最高茎数	87	3 堆肥と稲体栄養条件	95
III 発酵鶏糞や堆肥の施用と生育	87	4 稲体栄養条件と葉面積指数	95
1 試験方法	87	V 総合考察	96
2 基肥の施用量と最高茎数	87	1 生育目標と施用基準の策定	96
3 活着期追肥と最高茎数	88	2 適正な堆肥と基肥の施用量の推定	97
4 肥料の種類と 最高分けつ期から穂孕期の生育	88	3 今後の課題と問題点	97
		VI 摘 要	98
		VII 引用文献	98
		Summary	100

1 現山形県置賜総合支庁産業経済部西置賜農業技術普及課

2 現山形県村山総合支庁産業経済部西村山農業技術普及課

I 緒 言

山形県においては、水稻の病害虫の耕種的防除法として、塩水選による健全で充実した種子の選抜法と温湯浸法によるいもち病やばか苗病などの種子伝染性病害の防除技術¹⁾、中干しによるイネミズゾウムシの防除技術²⁾、カメムシの生息密度を下げるための除草技術³⁾、雑草対策として除草機利用技術^{4,5)}等が開発されてきた。

また、ケイ酸による稲体体質強化によるいもち病の軽減技術^{6,7,8)}などが開発されてきたが、栽培面からの葉いもちや穂いもちの発生軽減技術は開発されていない現状にあった。

農林水産省統計情報部発行の作物統計(1994~2003年)によれば山形県において水稻の病害虫による収量被害のうちいもち病はその約6割を占め、水稻の収量被害に及ぼす影響が最も大きい。葉いもちの多発生や葉いもちが穂いもちに進展し^{9,10,11)}、穂いもちが被害を拡大していることは周知のところである。^{12,13,14,15,16,17)}

いもち病の胞子は葉上の水滴中で発芽し付着器を形成し葉に侵入するが¹⁸⁾、発芽後侵入前に水滴が乾燥すると死滅する¹⁰⁾。風や降雨が弱く、曇りの天候が続き葉上に水滴が滞留している時間が長いと感染しやすい^{19,20)}。病斑形成後は湿度が高いと急性型では胞子形成が多く長時間続き、慢性型でも胞子形成を盛んに行う²¹⁾。また、葉上の病斑における胞子形成と離脱は高湿度条件下で行われる^{22,23)}。稲体の葉鞘でんぷん蓄積率が低く、窒素含量が多いと発病しやすい^{23,24)}。

一般に葉いもちの発生を軽減する耕種的防除法として密植と多肥を避けることが重要といわれてきた。上記の研究などを踏まえると、密植を避けることはほ場内におけるイネの過密を避けて株間湿度を低く保つことができるので、葉上の水滴の滞留時間を短くし、いもち病菌の感染機会を減少する。さらに株間湿度を低く保つことにより分生胞子の形成や離脱の機会を減少することができる。また、多肥を避けることは、過剰窒素が引き起こすイネの過繁茂による株間湿度の増加を抑え、稲体の窒素含量を適正に保ちいもち病の進展を軽減することができる。このように耕種的防除法を取り入れた水稻の栽培によりいもち病被害は軽減できるものと考えられる。

そこで、水稻の栽培の面から葉いもちの発生を軽減できる栽培方法を検討し、その生育目標について明らかにした。

また、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」により、牛、豚、鶏などの家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進を図ることが課題と

なっており、今後水稻の有機栽培においても家畜糞堆肥などの利用機会が増えてくると考えられる。そこで、葉いもちの発生を軽減できる生育目標を考慮し、家畜糞堆肥や発酵鶏糞を用いて一定の収量・品質を確保する施用基準を明らかにした。

なお、山形県病害虫防除所には水稻病害虫発生予察ほ場の調査資料を頂き感謝する。

II 耕種的防除法の開発

水稻の有機栽培において問題となるのは病害虫の発生であり、その中でも山形県において最も大きな被害を及ぼしている病害はいもち病である。そこで、まず「はえぬぎ」におけるいもち病の発生を軽減する栽培方法を検討した。

1 試験方法

試験年次：1992~2003年、場所：山形県立農業試験場内水田ほ場(細粒灰色低地土)。品種：はえぬぎ。苗種：中苗。移植時期5月20日前後。栽植密度：苗数5本/株、疎植11.1株/m²(30cm×30cm)、標植16.7株/m²(30cm×20cm)、密植22.2株/m²(30cm×15cm)。家畜糞堆肥：牛糞粗殻堆肥(TN1.42%, C/N25.0, 水分56%)200kg/aを1996年より連年施用(無堆肥区は無施用)。

発酵鶏糞区：発酵鶏糞(TN2.4~2.5%, C/N10.5, 水分21%)、基肥1.3~1.6kgN/a(最高莖数調査は0.0~1.6kgN/a)、活着期追肥0.0~0.3kgN/a、出穂40、30日前追肥0.0~0.3kgN/a、栽植密度：標植、種子消毒：温湯浸法、雑草防除：除草機(6月2回)及び手取り、その他病害虫防除：なし、水管理：深水管理(中干時期、登熟期間を除く)。

ぼかし肥料区：ぼかし肥料(菜種油粕：骨粉：米糠=6:1:3, TN5.9%)、基肥1.3kgN/a、出穂30日前追肥0.3kgN/a、栽植密度：疎植・標植・密植、種子消毒：温湯浸法、雑草防除：除草機(6月2回)及び手取り、その他病害虫防除：なし、水管理：深水管理(中干時期、登熟期間を除く)。

化学肥料区：化学肥料(基肥：はえぬぎ専用、追肥：NK化成)基肥0.6~0.7kgN/a、出穂25日前追肥0.2kgN/a、栽植密度：標植、種子消毒：温湯浸法、雑草防除：除草機(6月2回)及び手取り、その他病害虫防除：なし、水管理：深水管理(中干時期、登熟期間を除く)。

慣行区：化学肥料(基肥：はえぬぎ専用、追肥：NK化成)基肥0.6kgN/a、出穂25日前追肥0.2kgN/a、栽植密度：密植、種子消毒・その他病害虫防除：化学農薬(慣行無防除区は本田期無防除)、雑草防除：化学農薬、水管理：慣行。

なお、各区の玄米粒数歩合並びに千粒重、精玄米重、

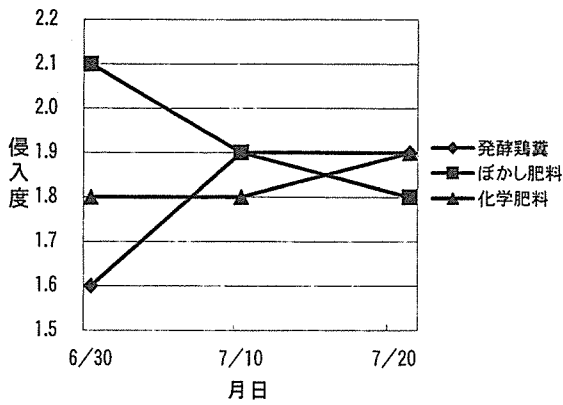


図1 肥料の種類といもち病菌の侵入度

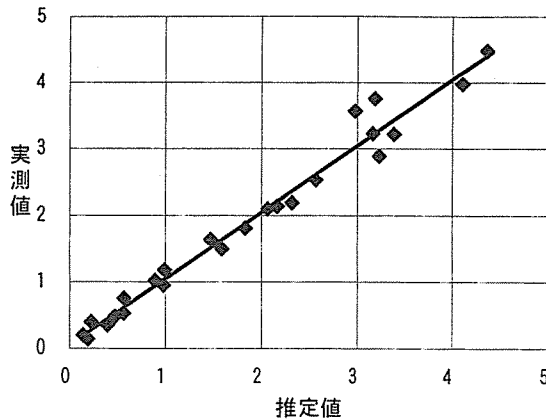


図2 実測LAIと推定LAI

整粒歩合は1.9mm網選別による。

2 肥料の種類といもち病菌の侵入度

(1) 調査方法

1998年に発酵鶏糞区(標植), ばかし肥料区(標植), 化学肥料区(密植)において葉鞘検定(検定用レース: 007, 6月30日, 7月10日, 21日)と葉色調査(7月10日, 20日)を行った。

(2) 結果及び考察

発酵鶏糞区においていもち菌の侵入度は6月30日に1.6とやや低かったが, 7月10日~21日に1.8~1.9となった。ばかし肥料区において侵入度は6月30日に2.1とやや高かったが, 7月10日~21日に1.8~1.9となった。化学肥料区において侵入度は6月30日~7月21日に1.8~1.9とほぼ一定で推移した。各区で全般に侵入度は低く推移しており, 侵入度に大きな差はなかった(図1)。7月10日と20日の葉色(SPAD値)では発酵鶏糞区が42.8, 36.5, ばかし肥料区が44.5, 40.3, 化学肥料区が42.7, 39.9となった。

この結果より, 「はえぬき」において, 発酵鶏糞区, ばかし肥料区, 化学肥料区の各区で侵入度は低く, 葉

表1 草丈・茎数とLAI (草丈cm, 茎数本/m)

年度	項目/月日	6/10	6/20	6/30	7/10	7/20
1992	草丈	25.1	31.3	36.3	49.3	58.8
	茎数	241	437	622	679	673
	実測LAI	0.20	0.48	1.18	2.14	3.23
	推定LAI	0.14	0.47	0.99	2.17	3.16
1993	草丈	29.1	35.0	45.2	53.8	60.6
	茎数	235	411	575	610	604
	実測LAI	0.14	0.53	1.64	2.19	3.57
	推定LAI	0.20	0.56	1.47	2.32	2.98
1994	草丈	27.0	36.4	49.2	62.0	72.3
	茎数	311	567	656	646	599
	実測LAI	0.40	1.02	2.10	3.22	4.48
	推定LAI	0.23	0.90	2.07	3.39	4.36
1995	草丈	28.9	33.9	44.7	61.9	73.4
	茎数	244	440	628	622	553
	実測LAI	-	0.75	1.50	2.89	3.9
	推定LAI	0.20	0.57	1.59	3.23	4.10
1996	草丈	29.1	34.8	45.0	52.9	60.2
	茎数	431	666	700	688	648
	実測LAI	0.35	0.95	1.81	2.53	3.76
	推定LAI	0.40	0.98	1.83	2.57	3.19

いもちの感染拡大時期である7月においては肥料の種類によって侵入度に大きな差はない。

また, 葉いもちの初発期頃の6月30日の侵入度が高い順にばかし肥料区, 化学肥料区, 発酵鶏糞区となっており, 7月10日の葉色が高い順にばかし肥料区, 発酵鶏糞区, 化学肥料区となっており, 侵入度と葉色の関係では葉色が濃いと侵入度が高まりやすいとみられるが肥料の種類との関係では明確ではない。

以上のことから, 今回用いた肥料の種類と侵入度との間には直接的な関係はみいだせなかった。

3 移植期から穂孕期の生育と葉面積指数

(1) 調査方法

1992~96年に慣行区(密植)において生育調査(茎数, 草丈: 6月10日, 20日, 30日, 7月10日, 20日)と葉面積指数調査(6月10日, 20日, 30日, 7月10日, 20日)を行った。

(2) 結果及び考察

調査結果については表1に示すとおりとなった。この結果をLAIの推定式 $[a \times (\text{草丈}(\text{cm}))^b \times (\text{茎数}(\text{本}/\text{m}))^c]$ ²⁵⁾に当てはめると, $a=1.91 \times 10^{-7}$, $b=2.21$, $c=1.17$ のとき実測LAIと推定LAIのグラフの傾きが1.00で相関の決定係数(R^2)が最も高く0.976であった(図2)。

以上のことから, 推定LAIは草丈, 茎数と一定の関係があり実測LAIと相関が高いことが解る。

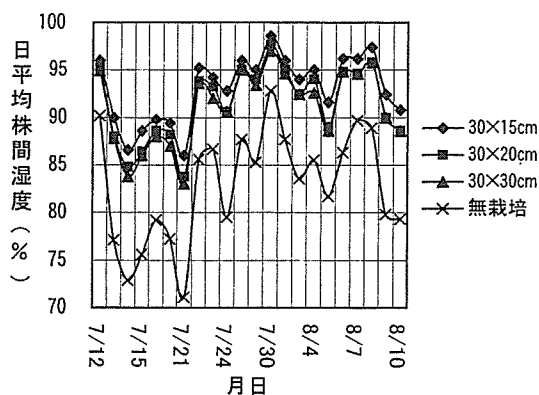


図3 日平均株間湿度 (7月中旬～8月上旬)

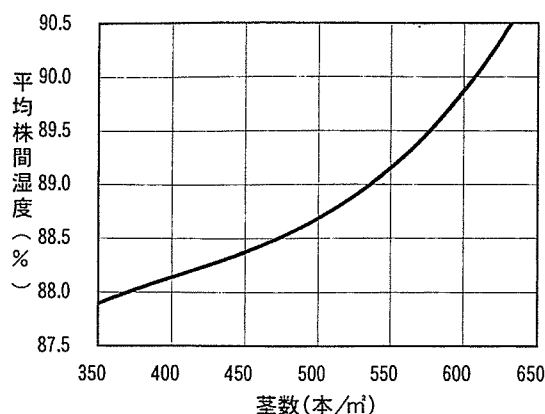


図4 平均株間湿度 (7月中旬) と茎数 (7月10日)

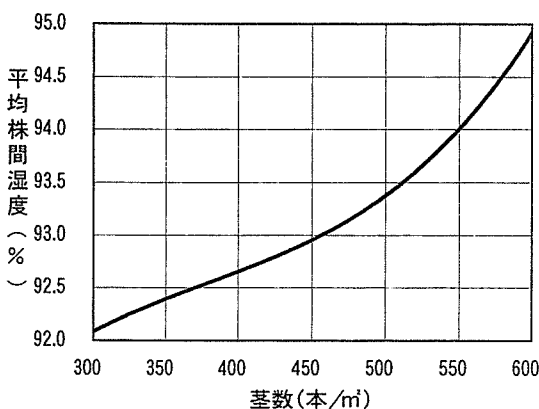


図5 平均株間湿度 (7月下旬) と茎数 (7月20日)

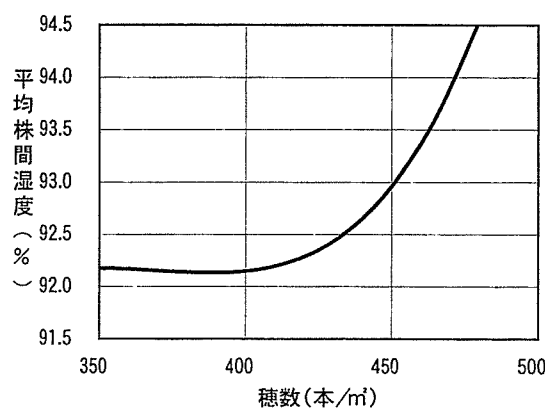


図6 平均株間湿度 (8月上旬) と穂数 (穂揃期)

4 最高分けつ期から穂揃期の生育と株間湿度

(1) 調査方法

1998年にぼかし肥料区 (疎植, 標植, 密植) において生育調査 (草丈, 茎数: 7月10, 22日, 穂揃期) と株間湿度調査 (地上約20cm: 7月12日～8月10日) を行った。

(2) 結果及び考察

株間湿度は図3のとおりとなった。これを7月10日の茎数と7月中旬の平均株間湿度, 7月20日の茎数と7月下旬の平均株間湿度, 穂数と8月上旬の平均株間湿度の関係で示すと図4, 図5, 図6になる。7月中旬の株間湿度が急激に高まるのは7月10日の茎数が470～480本/m²以上, 7月下旬の株間湿度が急激に高まるのは7月20日の茎数が440～450本/m²以上, 8月上旬の株間湿度が急激に高まるのは穂数が420～430本/m²以上のときである。これらの茎数や穂数を最高茎数で示すと470～480本/m²である (図7)。

また, 7月10日の推定LAIと7月中旬の株間湿度, 7月20日の推定LAIと7月下旬の株間湿度の関係を図8, 図9に示した。7月中旬の株間湿度の増加が高ま

るのは7月10日の推定LAIが2.3～2.4以上, 7月下旬の株間湿度の増加が高まるのは7月20日の推定LAIが2.9～3.0以上のときである。

したがって, 最高茎数が470～480本/m²以上, 7月10日, 20日の推定LAIがそれぞれ2.3～2.4, 2.9～3.0以上の場合に株間湿度の急激な高まりがみられる。

5 最高茎数と葉いもち発生株率

山形県病害虫防除所が実施した水稻病害虫発生予察ほ場 (山形農試場内水田ほ場) における調査結果を以下に述べる。

(1) 調査方法

1994～2003年に慣行無防除区 (密植) において地上約1mに発生源 (前年の罹病株) を設置し生育調査 (茎数: 6月10日～7月30日 (概ね10日毎)) と葉いもち発生株率調査 (6月20日～8月10日 (概ね10日毎)) を行った。

(2) 結果及び考察

6月30日～7月10日頃における最高茎数と最高分けつ期から出穂期までの最高葉いもち発生株率の関係をみると, 最高茎数が500本/m²以下のとき葉いもち発

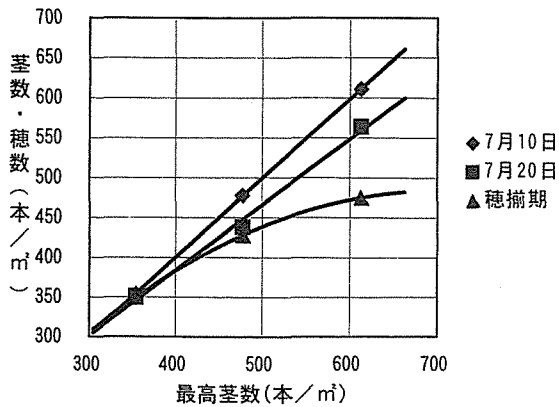


図7 最高茎数と茎数・穂数の推移

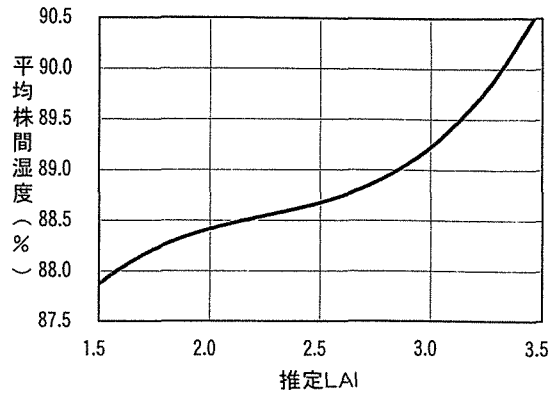


図8 平均株間湿度（7月中旬）と推定LAI（7月10日）

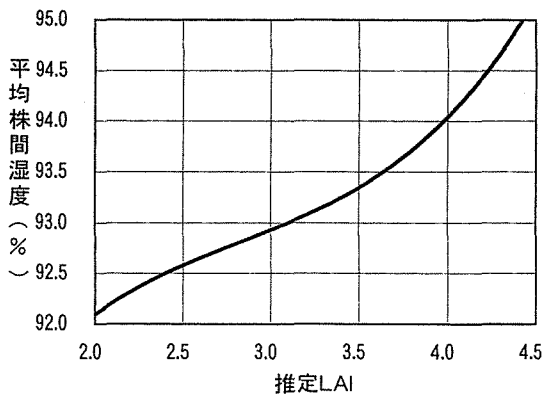


図9 平均株間湿度（7月下旬）と推定LAI（7月20日）

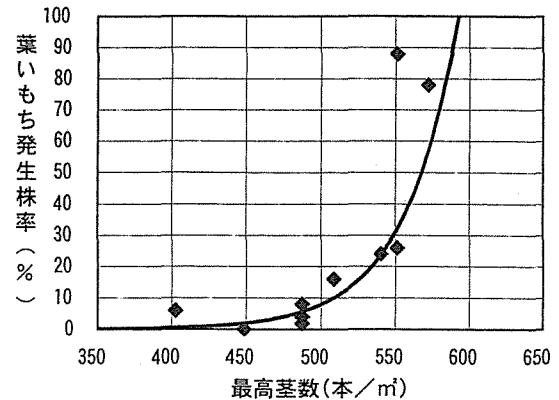


図10 葉いもち発生株率と最高茎数

生株率は10%以下と低く、最高茎数が500本/m²以上のとき葉いもち発生株率は急激に増加している（図10）。

いもち病に対し無防除では場内に発生源がある場合でも、最高茎数が概ね500本/m²以下であれば葉いもち発生は軽減されていると考えられる。

なお、1999～2001年、2003年に本試験の発酵鶏糞区（標植、発生予察ほ場からのほ場間距離31m程度）において発生源を設置せず同様の調査を実施した結果、葉いもちの発生は皆無であった。

6 栽植密度と最高茎数

(1) 調査方法

1997～98年にぼかし肥料区（疎植、標植、密植）、1998年に発酵鶏糞区（標植）と化学肥料区（密植）において生育調査（茎数：6月20日、30日、7月10日、20日）を行った。

(2) 結果及び考察

ぼかし肥料区で栽植密度を疎植、標植、密植した場合、最高茎数が500本/m²を越えない栽植密度は17.5株/m²以下であった。標植のとき発酵鶏糞区の最高茎数はぼかし肥料区とほぼ同じ最高茎数となった。密植のとき

化学肥料区の最高茎数はぼかし肥料区とほぼ同じ最高茎数となった（図11）。

この結果から、「はえぬき」においては最高茎数の増減は肥料の種類よりも栽植密度に影響されやすいと考えられ、ぼかし肥料区、発酵鶏糞区において最高茎数が500本/m²を越えない栽植密度は5本/株植えのとき17.5株/m²以下である。

III 発酵鶏糞や堆肥の施用と生育

水稲の有機栽培では家畜糞堆肥や有機質肥料等による栽培が求められており、家畜糞堆肥と発酵鶏糞を用いた栽培における「はえぬき」の生育と収量構成要素について検討を行った。

1 試験方法

試験方法は「II 耕種的防除法の開発」と同じ。

2 基肥の施用量と最高茎数

(1) 調査方法

1999～2001年、2003年に発酵鶏糞区（標植）において基肥の施用量を変えて生育調査（茎数：6月20日、30日、7月10日、20日）を行った。

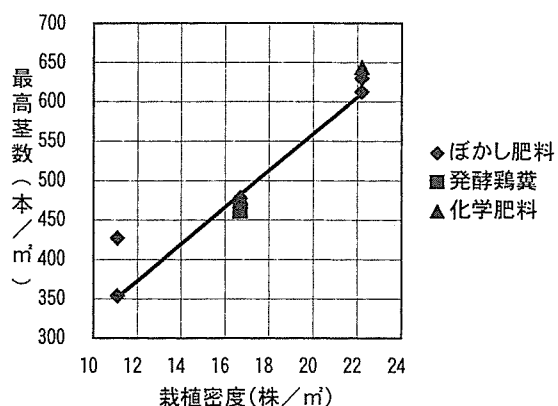


図11 栽植密度と最高茎数

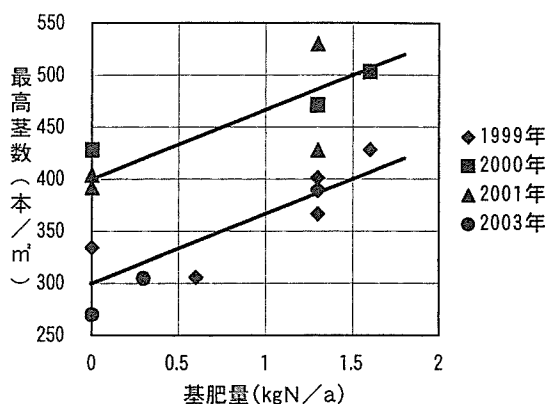


図12 基肥量と最高茎数

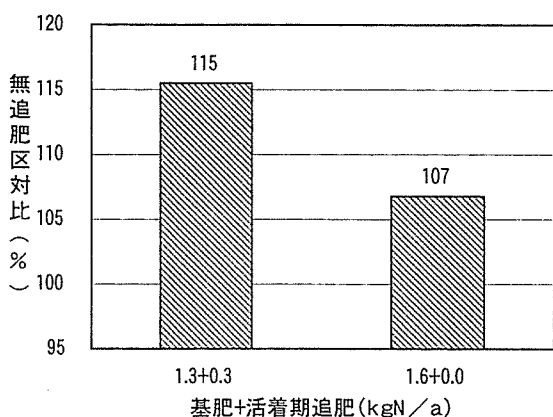


図13 基肥+活着期追肥と最高茎数

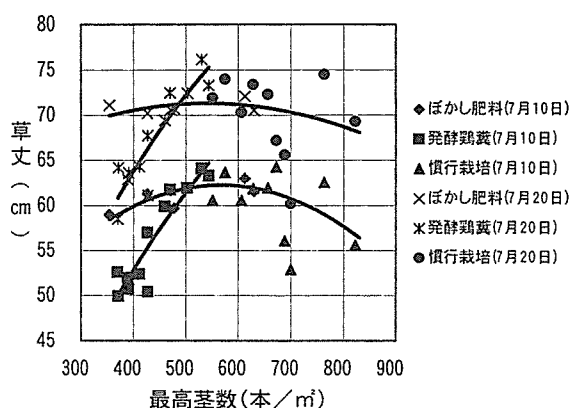


図14 最高茎数と草丈

(2) 結果及び考察

2000年と2001年は気象条件が良好であったために生育が順調で最高茎数が無施肥区で平均408本/m²、1.3kgN/a施用区で平均476本/m²、1.6kgN/a施用区で503本/m²となった。

1999年と2003年は分けつ期が低温であったために生育が停滞し最高茎数が無施肥区で平均302本/m²、0.3kgN/a施用区で305本/m²、0.6kgN/a施用区で306本/m²、1.3kgN/a施用区で平均387本/m²、1.6kgN/a施用区で428本/m²となった(図12)。

この結果から、茎数多発年にあつて最高茎数が500本/m²に達する発酵鶏糞の施用量は1.3~1.6kgN/aである。また、この施用量のとき茎数少発年にあつては最高茎数は400本/m²である。

3 活着期追肥と最高茎数

(1) 調査方法

2000年に発酵鶏糞区(標植)において追肥区(基肥1.3kgN/a+活着期追肥0.3kgN/a)、増肥区(基肥1.6kgN/a+活着期追肥なし)、無追肥区(基肥1.3kgN/a+活着期追肥なし)の各区を設け生育調査(茎数:6月20日、

30日、7月10日、20日)を実施した。

(2) 結果及び考察

追肥区の最高茎数は544本/m²で、無追肥区の最高茎数471本/m²に比べ15.5%増加した。また、増肥区の最高茎数は503本/m²で、無追肥区に比べ6.8%増加した(図13)。

この結果から、追肥区は増肥区に比べ効果的に最高茎数を増加することができ、無追肥区に比べ最高茎数を15%程度増加することができる。

4 肥料の種類と最高分けつ期から穂孕期の生育

(1) 調査方法

1998~2001年と2003年に発酵鶏糞区(標植)、1997~98年にぼかし肥料区(疎植、標植、密植)、1994~2003年に慣行区(密植)において生育調査(草丈、茎数:6月10日、20日、30日、7月10日、20日)を実施した。

(2) 結果及び考察

最高茎数と草丈の関係は、発酵鶏糞区においては最高茎数が増加するにつれて草丈も伸長する傾向にあり、最高茎数500本/m²近傍において7月10日の草丈は

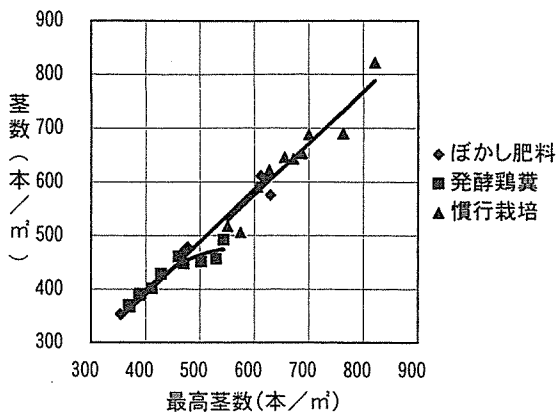


図15 最高茎数と茎数 (7月10日)

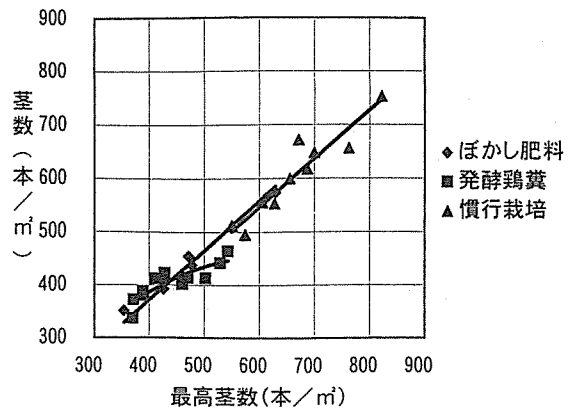


図16 最高茎数と茎数 (7月20日)

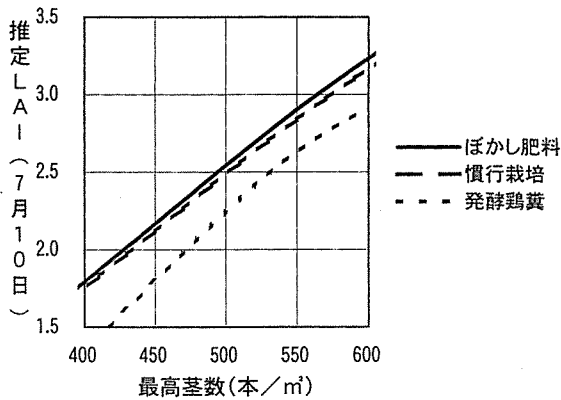


図17 推定LAI (m²/m²) (7月10日) と最高茎数

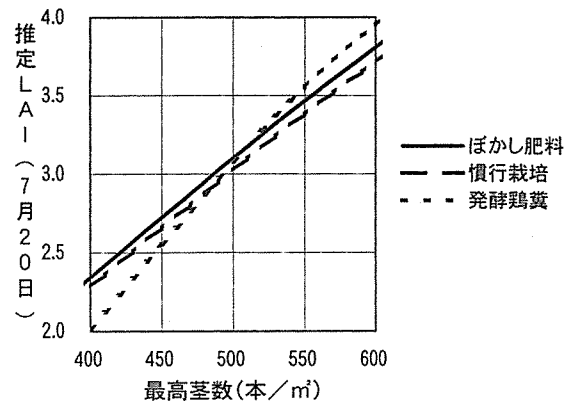


図18 推定LAI (m²/m²) (7月20日) と最高茎数

60~63cm, 7月20日の草丈は70~74cmである。慣行区においては最高茎数が多く草丈の分散も大きいが高茎数500本/m²近傍において7月10日の草丈は60~64cm, 7月20日の草丈は70~74cmである。ぼかし肥料区においては7月10日の草丈は60~63cm, 7月20日の草丈は70~72cmである。また、慣行区とぼかし肥料区では7月10日, 20日のそれぞれにおいて最高茎数500本/m²近傍でほぼ同じ草丈の推移である(図14)。

最高茎数とその後の茎数の関係は、慣行区とぼかし肥料区では7月10日, 20日のそれぞれにおいてほぼ同じ茎数の推移である。一方、発酵鶏糞区では、7月10日, 20日の最高茎数450本/m²以下では他の2区と同程度の推移であるが、それ以上では他の2区より茎数はやや少なく推移する(図15, 16)。

この結果から、「はえぬき」栽培の最高分けつ期から穂孕期においては、ぼかし肥料区と慣行区では草丈や茎数の増加に及ぼす肥効はほぼ同じである。発酵鶏糞区では最高茎数500本/m²近傍において他の2区に比べ、草丈の推移に及ぼす肥効は同程度であるが、茎数の増加に及ぼす肥効は小さい。

また、各肥料区における最高茎数と7月10日, 20日の草丈, 茎数の推移から推定LAI 2.3~2.4, 2.9~3.0の値は最高茎数で示すと発酵鶏糞区では480~520本/m², ぼかし肥料区では470~480本/m², 慣行区では470~490本/m²である(図17, 18)。

5 出穂前追肥と穂数・籾数

(1) 調査方法

1999年に発酵鶏糞区(標植, 基肥1.3kgN/a)において出穂前追肥の2回区(出穂40日前0.3kgN/a + 出穂30日前0.3kgN/a), 40日前区(出穂40日前0.3kgN/a), 30日前区(出穂30日前0.3kgN/a), 無穂肥区(出穂前追肥なし)の各区を設け収量構成要素調査(穂数, 籾数: 成熟期), 玄米タンパク質含有率調査(成熟期)を実施した。

(2) 結果及び考察

2回区の穂数は340本/m²であり無穂肥区の305本/m²に比べ11.5%増加しており、一穂籾数は80.7粒/本であり無穂肥区の80.1粒/本に比べ0.7%増加した。

40日前区の穂数は330本/m²であり無穂肥区に比べ8.2%増加しており、一穂籾数は80.2粒/本であり無穂

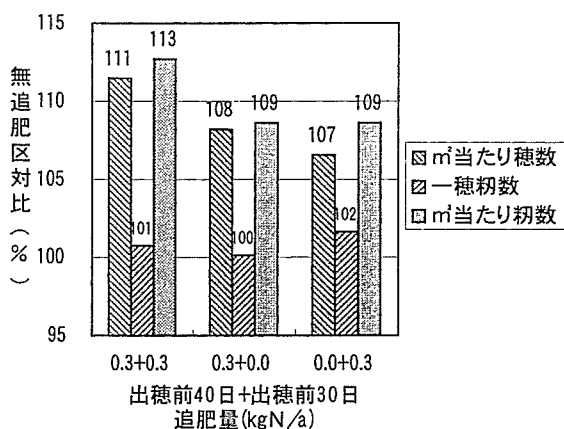


図19 穂肥と穂数・粒数

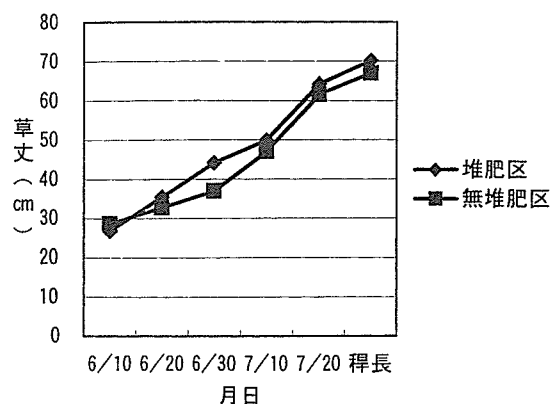


図20 堆肥と草丈

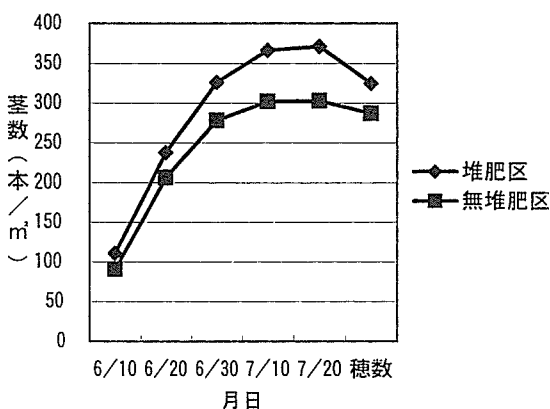


図21 堆肥と茎数

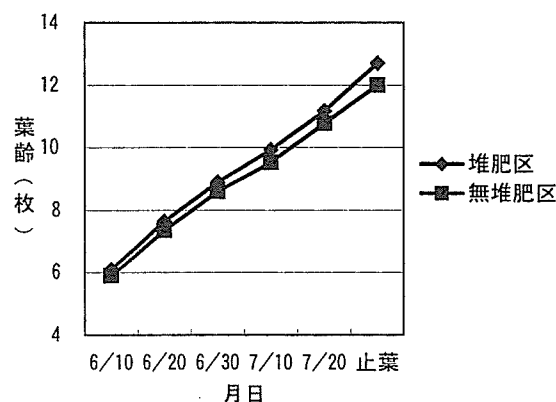


図22 堆肥と葉齢

肥区と同程度であった。

30日前区の穂数は325本/m²であり無穂肥区に比べ6.6%増加しており、一穂粒数は81.4粒/本であり無穂肥区に比べ1.6%増加した。

この結果、m²当たり粒数は2回区で27,500粒/m²となり、無穂肥区(24,400粒/m²)に比べ12.7%増加した。40日前区では26,500粒/m²となり、無穂肥区に比べ8.6%増加した。30日前区では26,500粒/m²となり、無穂肥区に比べ8.6%増加した(図19)。

また、玄米タンパク質含有率は、2回区で7.5%、30日前区で7.1%となった。

出穂前追肥が穂数の増加に対する影響は、2回区と40日前区で大きく、早期施肥が効果的と考えられる。出穂前追肥が一穂粒数の増加に対する影響は、30日前区で大きい、各区での差は小さい。出穂前追肥がm²あたり穂数の増加に与える影響は穂数と一穂粒数の関係から、2回区で最も大きく、次いで40日前区と30日前区であるが、両区での影響は同程度である。

なお、2回区では玄米タンパク質含有率が7.5%に高まり食味の低下が懸念される。

6 堆肥と生育

(1) 調査方法

1999年に発酵鶏糞区(標植)において堆肥区(200kg/a)と無堆肥区(堆肥なし)を設け生育調査(草丈、茎数、葉齢:6月10日、20日、30日、7月10日、20日、穂前期)、収量構成要素調査(成熟期)を実施した。

(2) 結果及び考察

「はえぬぎ」の生育についてみると、堆肥区は無堆肥区に比べ草丈が106%とやや伸長傾向にあり、茎数が全体をとおし120%前後と増加しており、最高茎数でも同様な増加となっている。また、堆肥区は無堆肥区に比べ葉齢が0.4枚前後多くなっている(図20, 21, 22)。

収量構成要素についてみると、堆肥区は茎数が多く推移するため穂数も327本/m²と多く、無堆肥区の287本/m²に比べ13.9%増加している。一穂粒数は両区でほとんど差がなく81.4~81.8粒/本である。このため、m²当たり粒数は堆肥区で26,500粒と多く、無堆肥区の23,500粒に比べ12.8%増加している(図23)。玄米粒数歩合は83.5~83.9%、千粒重は22.2~22.3gとほとん

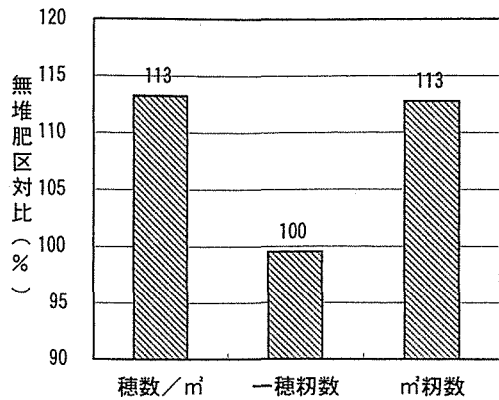


図23 堆肥と穂数・粒数

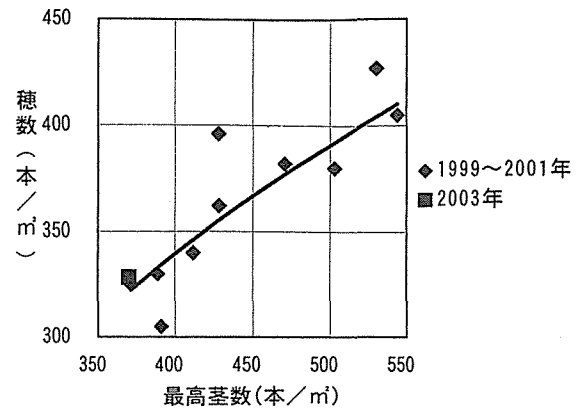


図24 最高茎数と穂数

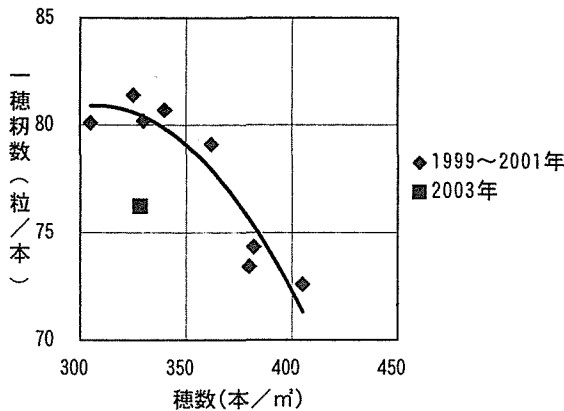


図25 穂数と一穂粒数

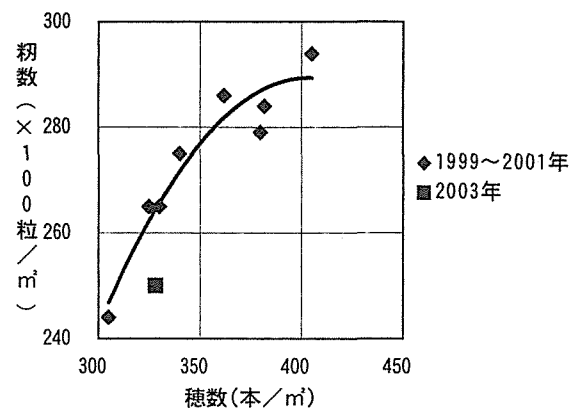


図26 穂数と粒数

ど違いがない。堆肥区の収量は49.4kg/aで無堆肥区の43.4kg/aに比べ13.8%増加している。

この結果から、堆肥の施用は草丈、茎数、葉齢の増加に影響を及ぼすが、特に茎数の増加が著しいため穂数の増加につながっている。さらに、施用区と無施用区とで一穂粒数が大きく違わないことから、穂数の増加はm²当たり粒数の増加や精玄米重の増加につながっている。

7 最高茎数と収量構成要素

(1) 調査方法

1999～2001年、2003年（低温年）に発酵鶏糞区（標植）において生育調査（茎数、穂数：6月20日、30日、7月10日、20日、穂揃期）、収量構成要素調査（成熟期）を実施した。

(2) 結果及び考察

最高茎数が400～500本/m²のとき穂数は340～390本/m²で、最高茎数が増加するにつれて穂数も増加している（図24）。

穂数が340～390本/m²のとき一穂粒数は74～80粒/本で、穂数が増加するにつれて一穂粒数が減少してい

る（図25）。

穂数が340～390本/m²のとき粒数は27,000～29,000粒/m²で、穂数が増加するにつれて粒数が増加している（図26）。

玄米粒数歩合は85～97%で年次間差はあるもののm²粒数との関係は判然としない（図27）。

千粒重は22.0～22.5gでほぼ一定であった（図28）。

m²粒数と精玄米重の関係では粒数が27,000～29,000粒/m²のとき精玄米重は50～53kg/aで粒数が増加するにつれて精玄米重も増加している（図29）。

整粒歩合は75～83%であった（表2）。

ただし、低温年には最高茎数、穂数、一穂粒数が少なく、千粒重も小さいため精玄米重も小さい。

この結果から、通常の気象年では発酵鶏糞区（標植）において最高茎数が400～500本/m²のときの収量は50～53kg/a（8.5俵/10a）程度で品質（検査等級）は1等となることが解る。

8 出穂前追肥の省略と収量構成要素

(1) 調査方法

1999年と2001年に発酵鶏糞区（標植：堆肥区、無堆

表2 施肥体系と収量構成要素等

年度	基肥 kgN/a	追 肥			堆肥 kg/a	最高 茎数 本/m ²	穂数 本/m ²	一穂 粒数 粒	m ² 粒数 100粒	玄米 粒数 歩合 %	千粒重 g	精玄 米重 kg/a	玄米タン パク質含 有率 %	整粒 歩合 %
		活着期	出穂 40日前	出穂 30日前										
		kgN/a	kgN/a	kgN/a										
1999	1.3	0.0	0.0	0.0	200	391	305	80.1	244	83.8	22.5	46.4	—	77.2
1999	1.3	0.0	0.3	0.0	200	389	330	80.2	265	83.2	22.3	49.6	—	77.4
1999	1.3	0.0	0.0	0.3	200	372	325	81.4	265	83.9	22.2	49.4	7.1	75.1
1999	1.3	0.0	0.3	0.3	200	412	340	80.7	275	81.8	22.3	50.2	7.5	78.6
1999	1.6	0.0	0.0	0.3	200	428	362	79.1	286	80.0	22.5	51.6	7.3	76.4
2000	1.3	0.0	0.0	0.3	200	471	382	74.3	284	83.1	22.3	52.3	—	82.3
2000	1.3	0.3	0.0	0.3	200	544	405	72.6	294	83.9	22.1	54.5	—	82.8
2000	1.6	0.0	0.0	0.3	200	503	380	73.4	279	84.5	21.9	51.1	—	78.9
2001	1.3	0.0	0.0	0.0	200	428	396	86.9	344	—	22.2	53.4	—	—
2001	1.3	0.0	0.0	0.0	200	530	427	88.6	379	—	21.8	58.8	—	—
2003	1.3	0.3	0.3	0.0	200	370	328	80.9	266	77.8	20.8	42.9	7.2	—

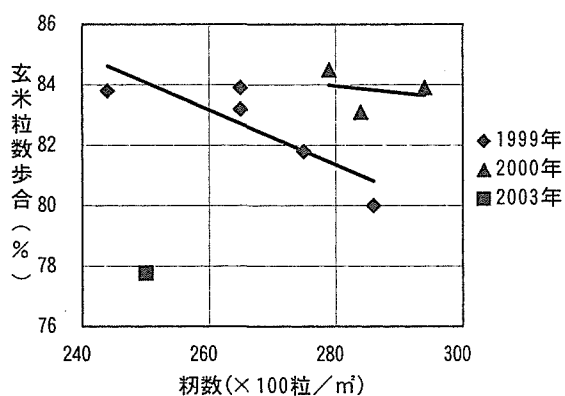


図27 粒数と玄米粒数歩合

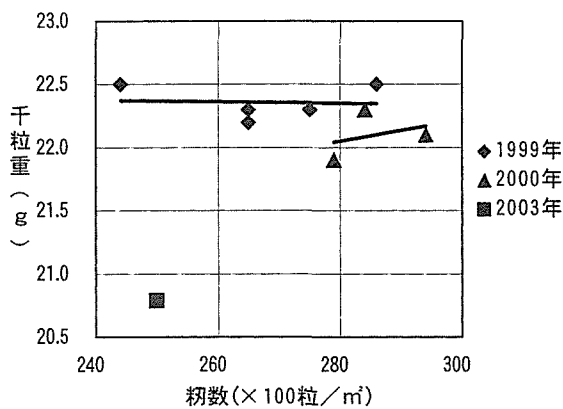


図28 粒数と千粒重

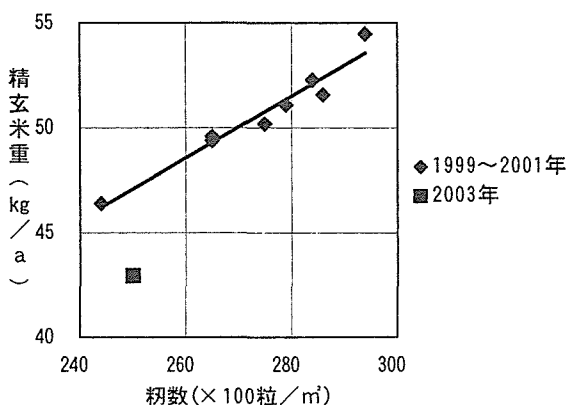


図29 粒数と精玄米重

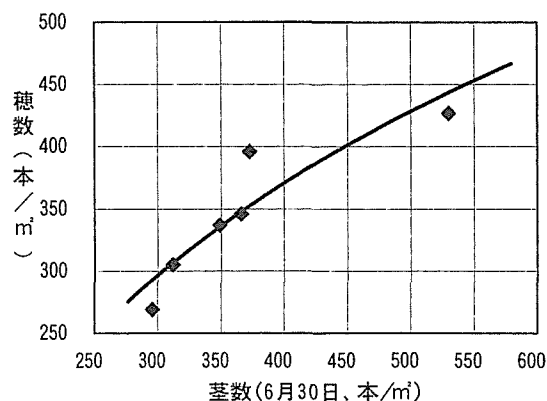


図30 無穂肥区における茎数と穂数

肥区)において出穂前追肥を行わずに生育調査(茎数, 穂数: 6月20日, 30日, 7月10日, 20日, 穂揃期), 収量構成要素調査(成熟期)を実施した。

(2) 結果及び考察

出穂前40日頃の6月30日の茎数が目標最高茎数

400~500本/m²に達している場合, 穂数は370~430本/m²で, 茎数が増加するにつれて穂数も増加している(図30)。

穂数が370~430本/m²のとき一穂粒数は80粒/本前後で, 堆肥区では80~89粒/本と多く, 無堆肥区では

表3 出穂前追肥の省略と収量構成要素等

年度	基肥 kgN/a	追 肥		堆肥 kg/a	最高 茎数 本/m ²	穂数 本/m ²	一穂 粒数 粒	m ² 粒数 100粒	玄米 粒数 歩合 %	千粒重 g	精玄 米重 kg/a	整粒 歩合 %	
		活着期	出穂 40日前										出穂 30日前
		kgN/a	kgN/a										kgN/a
1999	1.3	0.0	0.0	0.0	200	391	305	80.1	244	83.8	22.5	46.4	77.2
2001	1.3	0.0	0.0	0.0	200	530	427	88.6	379	—	21.8	58.8	—
2001	1.3	0.0	0.0	0.0	200	428	396	86.9	344	—	22.2	53.4	—
1999	1.3	0.0	0.0	0.0	0	320	269	79.8	215	82.3	22.3	40.1	74.6
2001	1.3	0.0	0.0	0.0	0	377	337	72.2	243	—	22.0	48.0	—
2001	1.3	0.0	0.0	0.0	0	396	346	74.3	257	—	22.4	51.6	—

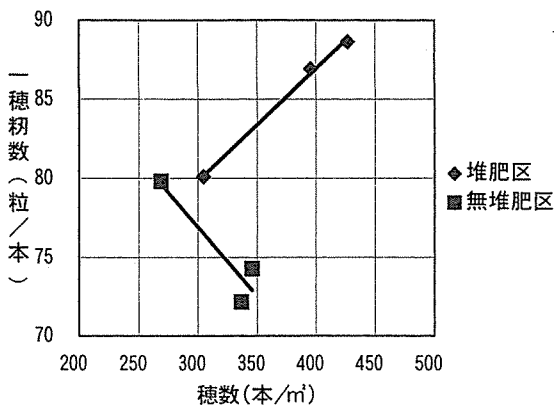


図31 無堆肥区における穂数と一穂粒数

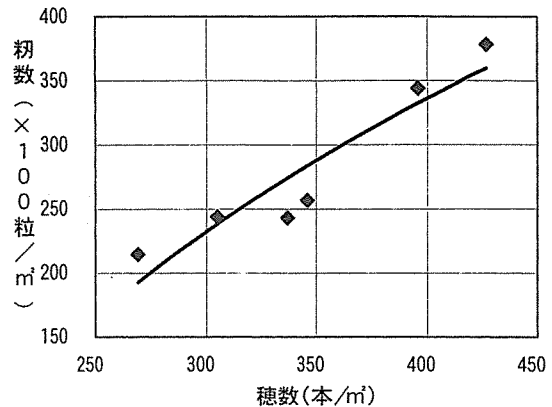


図32 無堆肥区における穂数と粒数

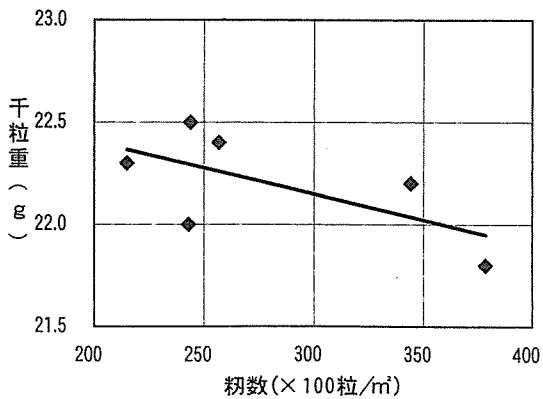


図33 無堆肥区における粒数と千粒重

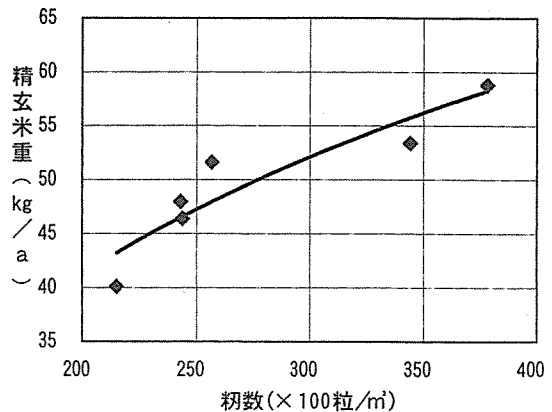


図34 無堆肥区における粒数と精玄米重

72~80粒/本と少ない(図31)。

穂数が370~430本/m²のとき粒数は31,000~36,000粒/m²で、穂数が増加するにつれて粒数が増加している(図32)。

玄米粒数歩合は82~84%前後であった(表3)。

千粒重は22.0~22.5gでほぼ一定であった(図33)。

m²粒数と精玄米重の関係では粒数が31,000~36,000粒/m²のとき精玄米重は53~57kg/aで粒数が増加するにつれて精玄米重も増加している(図34)。

整粒歩合は75~77%前後であった(表3)。

以上の結果から、出穂前40日頃の6月30日の茎数が目標最高茎数400~500本/m²に達している場合、出穂前追肥を省略しても、精玄米重は53kg/aを上回り、出穂前追肥施用と同程度の収量・品質を得ることができる。

IV 稲体栄養条件と生育

家畜糞堆肥と発酵鶏糞を用いた栽培における「はえぬき」の稲体栄養条件と生育について検討を行った。

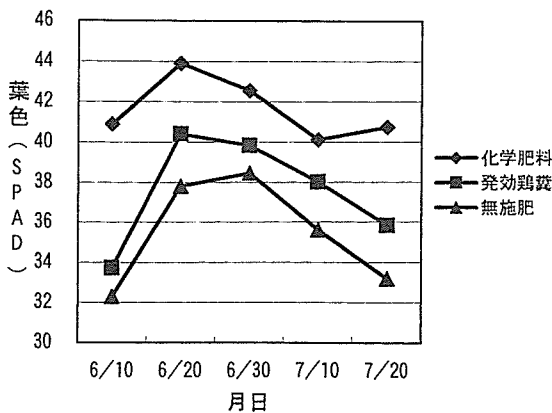


図35 肥料の種類と葉色

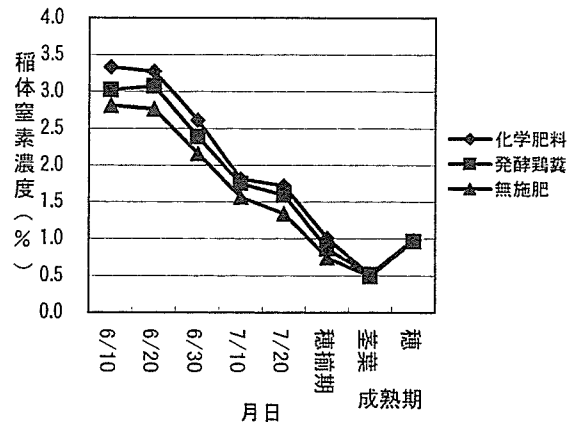


図36 肥料の種類と稲体窒素濃度

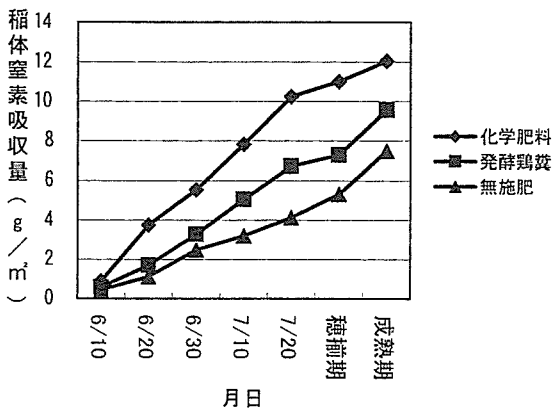


図37 肥料の種類と稲体窒素吸収量

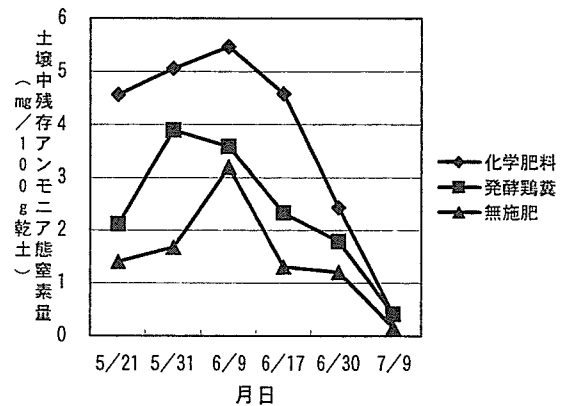


図38 肥料の種類と土壌中残存アンモニア態窒素量

1 試験方法

試験方法は「Ⅱ 耕種的防除法の開発」と同じ。

2 施肥と稲体栄養条件

(1) 調査方法

1999～2000年に発酵鶏糞区（標植）、化学肥料区（標植）、無施肥区（標植）において葉色調査（6月10日、20日、30日、7月10日、20日）、土壌中残存アンモニア態窒素量調査（5月21日、31日、6月9日、17日、30日、7月9日）、稲体窒素濃度調査、稲体窒素吸収量調査（6月10日、20日、30日、7月10日、20日、穂揃期、成熟期）を実施した。

(2) 結果及び考察

葉色は化学肥料区が最も濃く、葉色が最も濃くなる6月20日、30日のSPAD値は42～44である。次いで発酵鶏糞区が濃く、6月20日、30日のSPAD値は40程度であるが6月10日や7月20日のSPAD値は34～36と淡い。無施肥区は最も淡く6月20日、30日のSPAD値は38程度で6月10日や7月20日のSPAD値は32～34と極端に淡い（図35）。

稲体窒素濃度は化学肥料区が最も高く、次いで発酵鶏糞区が高く、無施肥区は最も低い。稲体窒素濃度は

6月10日～穂揃期で発酵鶏糞区は化学肥料区の90%程度、無施肥区は80%程度となっている。また、成熟期は各区の茎葉と穂の窒素濃度はほぼ同じである（図36）。

稲体窒素吸収量は6月10日～穂揃期の期間で、化学肥料区が最も大きく、発酵鶏糞区は化学肥料区の60%程度と少ない。また、無施肥区の稲体窒素吸収量は化学肥料区の40%程度と少ない。成熟期にも稲体窒素吸収量は化学肥料区が最も多いが、発酵鶏糞区では化学肥料区の80%、無施肥区では化学肥料区の60%と生育期間に比べてやや高まりが見られる（図37）。

土壌中残存アンモニア態窒素量は5月下旬～6月上旬まで、化学肥料区で4.56～5.47mg/100g乾土と多く、発酵鶏糞区では2.12～3.89mg/100g乾土と化学肥料区の60%程度と少ない。また、無施肥区では堆肥のみが施用されており、土壌中残存アンモニア態窒素量は1.41～3.21mg/100g乾土と化学肥料区の40%程度と少ない。各区で5月下旬～6月上旬に乾土効果や地温上昇効果と考えられる一時的な高まりがある。6月中旬以後は各区で急激な土壌中残存アンモニア態窒素量の低下があり7月上旬には区間差が小さく0.16～0.41mg/100g乾土となり、土壌中残存アンモニア態窒素はほぼなくなる（図38）。

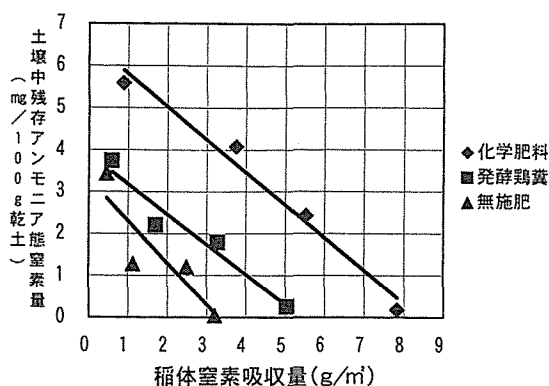


図39 土壌中残存アンモニア態窒素量と稲体窒素吸収量 (6月10日～7月10日)

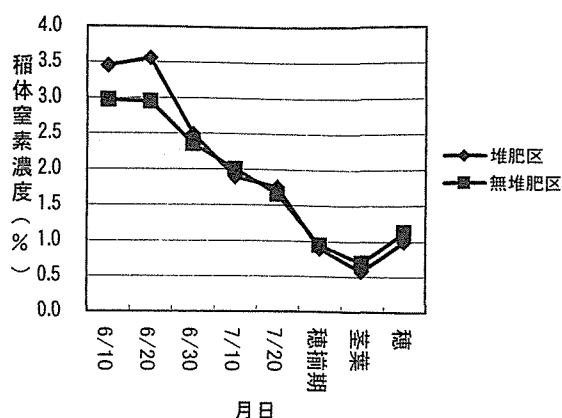


図40 堆肥と稲体窒素濃度

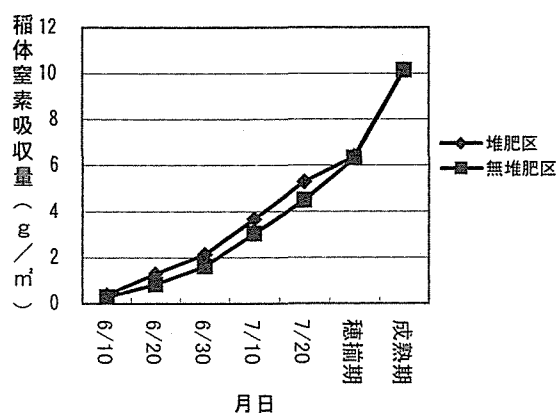


図41 堆肥と稲体窒素吸収量

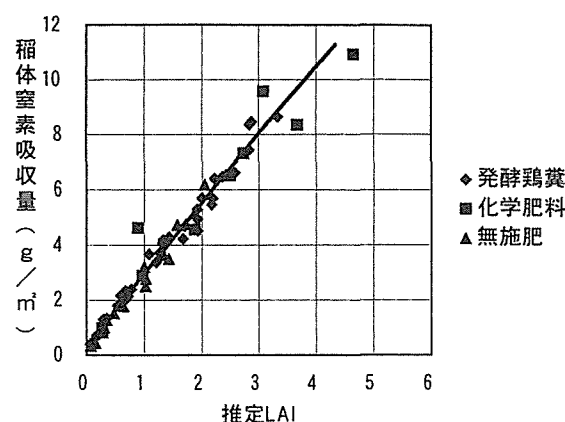


図42 堆肥区における推定LAIと稲体窒素吸収量

この結果から、「はえぬき」が無施肥区で生育する場合、施肥区の80%程度の稲体窒素濃度を必要としているが、生育初期から7月上旬の土壌中残存アンモニア態窒素量は各区で大きく異なり、この差が大きく稲体窒素吸収量に影響していると考えられる (図39)。

3 堆肥と稲体栄養条件

(1) 調査方法

1999年に発酵鶏糞区(標植)において堆肥区(200kg/a)と無堆肥区(堆肥なし)を設け稲体窒素濃度調査、稲体窒素吸収量調査(6月10日、20日、30日、7月10日、20日、穂揃期、成熟期)を実施した。

(2) 結果及び考察

稲体窒素濃度は6月10～20日の分けつ期に堆肥区で無堆肥区に比べ116～121%と高く、栄養条件が良好である。6月30日～穂揃期に堆肥区と無堆肥区の稲体窒素濃度はほぼ同等の値を示している。成熟期の茎葉と穂では堆肥区の稲体窒素濃度は無堆肥区に比べ83～88%と低くなっている (図40)。

稲体窒素吸収量は6月10日～7月20日の生育期間で堆肥区は無堆肥区に比べ118～155%と高く、特に分けつ期の6月20日前後に高い (図41)。

この結果、堆肥を施用することで、6月10日～7月20日における生育期間、稲体の栄養条件は良好に保たれている。穂揃期には堆肥区と無堆肥区とで同程度の栄養条件で生育している。さらに、成熟期には、堆肥区は無堆肥区に比べ稲体窒素濃度が低く、玄米中のタンパク質含有率が高まらない可能性がある。

4 稲体栄養条件と葉面積指数

(1) 調査方法

1999年と2000年に堆肥区(発酵鶏糞区(標植)、化学肥料区(標植)、無施肥区(標植)), 1997～2003年に無堆肥区(慣行区(密植)、無施肥区(密植))の各区において生育調査(草丈、茎数)と稲体窒素吸収量調査を6月20日、30日、7月10日、20日に実施した。

(2) 結果及び考察

稲体窒素吸収量と推定LAIの関係をみると、堆肥区では、発酵鶏糞や化学肥料の施用、無施肥などの肥料の種類や施用量に係わらずほぼ同じ関係にあることが解る (図42)。

一方、無堆肥区では、化学肥料の施用と無施肥では稲体窒素吸収量と推定LAIの間に異なる関係があり、化学肥料区では稲体窒素吸収量の高まりにつれて推定

表4 栽植密度

植込本数	植込株数	条間×株間	一坪株数
本/株	株/m ²	cm×cm	株/坪
5	17.5	30×20	60

表5 発酵鶏糞の施用基準

基 肥	追 肥		計
	活着期	出穂40日前	
1.3~1.6	(0.3)	0.3	1.6~1.9

ただし、活着期追肥は初期茎数の取れ難い場合に施用する。
また、出穂40日前追肥は茎数500本/m²以上の場合には省略する。

表6 生育・収量目標

精玄米重	最高茎数	穂数	一穂粒数	m ² 粒数	玄米粒数歩合	千粒重
kg/a	本/m ²	本/m ²	粒/本	粒	%	g
50~53	400~500	340~390	74~80	270~290	80~85	22.0~22.5

LAIが増大しているが、無施肥区では稲体窒素吸収量が小さい条件下で推定LAIが増加しやすい(図43)。

この結果、施肥区の稲体窒素吸収量と推定LAIの関係では、堆肥区は無堆肥区に比べ同一の推定LAIでは稲体窒素吸収量が高く、堆肥区においては肥料の種類や施用量が異なっても稲体窒素吸収量と推定LAIの関係が一定となっている。

また、稲体窒素吸収量と推定LAIの相関が高いことから、堆肥区における7月10日の推定LAIが2.3~2.4のときの稲体窒素吸収量は6.3~6.5gN/m²であることが解る。

V 総合考察

「はえぬき」におけるいもち病の発生を軽減する栽培方法を検討し、この結果に基づき生育目標と施用基準を策定した。また、生育目標に基づき適正な堆肥と基肥の施用量の推定を行った。

1 生育目標と施用基準の策定

「はえぬき」において中苗を5月20日前後に移植した場合、葉いもち発生株率の調査結果から最高茎数が500本/m²を超えると葉いもち発生株率が急激に高まっている。

葉いもちの発生が多くなる7月中旬~下旬に株間湿度の増加が高まる7月10日、7月20日の推定LAIはそれぞれ2.3~2.4、2.9~3.0以上であり、この値を6月30日~7月10日の最高茎数に換算すると発酵鶏糞区では480~520本/m²、ぼかし肥料区では470~480本/m²、慣行区では470~490本/m²であった。また、最高茎数

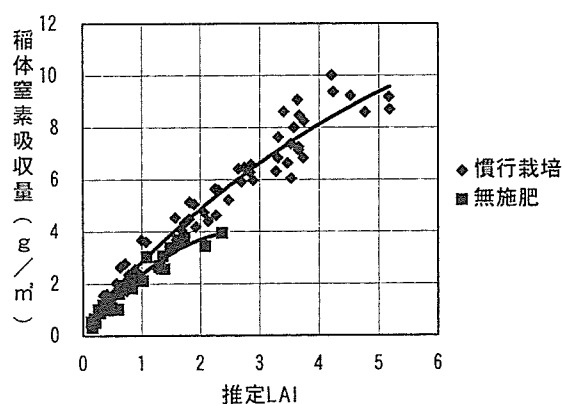


図43 無堆肥区における推定LAIと稲体窒素吸収量

500本/m²は慣行栽培の最高茎数に比べ75%程度と少ない。

この結果から最高茎数が500本/m²を超えると水稻の生育に伴い株間湿度が高まり、葉上の水滴の滞留時間が長いもち病菌の感染機会が増加し、また株間湿度が高いために分生胞子の形成や離脱の機会が増加し、葉いもちの発生が増加していると考えられる。

さらに、発酵鶏糞で基肥を1.3~1.6kgN/a施用した場合、慣行栽培に比べ稲体窒素吸収量が6月10日~穂揃期で60%程度、成熟期で80%程度と少なく、茎数の発生が緩慢であり、その施用量は最高茎数が500本/m²に達する最少量である。また、発酵鶏糞で基肥を1.3~1.6kgN/a施用した場合、慣行栽培に比べ稲体窒素濃度が6月10日~穂揃期で90%程度と低く、葉色がSPAD値で栽培期間中最も高い6月10日、20日において慣行栽培が42~44であるのに対し概ね40と低い。

この結果、最高茎数500本/m²以下の生育となる基肥の施用量では稲体の窒素含量が低いもち病の進展が軽減されていると考えられる。

これらのために慣行栽培に比べ稲体へのいもち病菌の侵入や進展が容易ではないと考えられる。

したがって、葉いもち発生株率や株間湿度、稲体栄養条件から発酵鶏糞を用いた「はえぬき」の栽培において葉いもちの発生を軽減できる最高茎数は500本/m²以下である。ただし、気象条件、土壌条件、耕種条件などにより葉いもちが多発生しやすい地域、ほ場では適用できないと考えられる。

最高茎数500本/m²を超えない栽植密度は5本/株植

えのとき17.5株/m²であり、実質的には条間30cm×株間20cmまたは60株/坪程度の栽植様式となる(表4)。

施肥については、牛糞籾殻堆肥を200kg/a連年施用したほ場では基肥に発酵鶏糞を1.3~1.6kgN/a程度施用することで6月30日~7月10日の最高茎数が400~500本/m²となる。さらに、活着期追肥に発酵鶏糞を0.3kgN/a施用すると、最高茎数が15%程度増加する。

出穂前の追肥として、出穂前40日と30日の2回それぞれ発酵鶏糞を0.3kgN/a(合計0.6kgN/a)施用すると玄米タンパク質含有率が高まりやすく食味の低下が懸念され、適切な追肥体系ではないと考えられる。出穂前40日に発酵鶏糞を0.3kgN/a施用すると、穂数が8%程度増加し、一穂粒数は無追肥の場合と同程度である。出穂前30日に発酵鶏糞を0.3kgN/a施用すると、穂数が7%程度増加し、一穂粒数は2%程度増加する。穂数と一穂粒数の関係から出穂前40日と出穂前30日のm²当たり粒数は同程度となる。

この結果から、化学肥料に比べ発酵鶏糞の肥効が現れ難いことを考慮すると出穂前追肥については早期の施用により穂数を確保することでm²当たり粒数と精玄米重を確保することが適切であり、出穂前40日に発酵鶏糞を0.3kgN/a施用することが適切と考えられる。なお、出穂前40日に茎数が400~500本/m²以上の場合には、出穂前追肥を省略しても下記の目標精玄米重を確保できる。

以上のことから、牛糞籾殻堆肥を200kg/a連年施用したほ場における発酵鶏糞を用いた施用基準は基肥1.3~1.6kgN/a、活着期追肥0.0~0.3kgN/a、出穂前40日追肥0.3kgN/aである。ただし、活着期追肥は初期茎数の取れ難い場合に施用する。また、出穂40日前追肥は茎数500本/m²以上の場合には省略する(表5)。

この栽培条件における生育目標並びに収量構成要素等は、最高茎数400~500本/m²、穂数340~390本/m²、一穂粒数74~80粒/本、m²粒数27,000~29,000粒/m²、玄米粒数歩合80~85%、千粒重22.0~22.5g、精玄米重50~53kg/a、整粒歩合75~83%である。ただし、低温年には最高茎数、穂数、一穂粒数が少なく、千粒重も小さいため精玄米重も小さい(表6)。

2 適正な堆肥と基肥の施用量の推定

「はえぬき」において中苗を5月20日前後に移植した場合、7月10日頃は「はえぬき」の幼穂形成期に当たる。また、株間湿度の増加が高まる7月10日の推定LAIは2.3~2.4以上である。推定LAIと稲体窒素吸収量の相関が高く、推定LAIが2.3~2.4のとき稲体窒素吸収量は6.3~6.5gN/m²である。したがって、「はえぬき」の栽培において株間湿度の増加が高まらない幼穂形成期の最適窒素吸収量は6.3~6.5gN/m²となる。また、

7月10日頃には土壤中残存アンモニア態窒素がほぼなくなっていることから、稲体が吸収可能な施肥窒素もこの時期には土壤からなくなっている。

土壤由来のアンモニア態窒素は乾土効果と地温上昇効果によって発現し土壤窒素の無機化は予測することができる^{26, 27, 28, 29)}。

以上のことから、土壤窒素利用率を50%、施肥窒素利用率を40%、作土深を13cm、土壤の仮比重を1.0g/mlとしたとき、当該年の乾・半乾・生土比構成の土壤における適正な堆肥と有機肥料を用いた基肥の施用量は「幼穂形成期の最適窒素保有量6.3~6.5gN/m²=7月上旬相当の培養窒素発現量(土壤窒素発現量+散布相当量の堆肥中不溶性窒素発現量+散布相当量の有機肥料中不溶性窒素発現量)mgN/100g乾土×1,300×50/100+施肥窒素量(散布相当量の堆肥中可溶性窒素量+散布相当量の有機肥料中可溶性窒素量)gN/m²×40/100」の式で示されると推定される。

3 今後の課題と問題点

今回策定した「水稲「はえぬき」の有機栽培における生育目標と発酵鶏糞の施用基準」は山形県で病害虫被害のうち最も被害が大きいいもち病の発生軽減に焦点をあわせて生育目標や施用基準を策定した。

この生育目標や施用基準は現地で適用する場合、地力が中庸な平坦地の病害虫の発生が少ない地域で実施するべきである。また、既存の指標³⁰⁾なども参考にして実施することが望まれる。

なお、いもち病に対して葉の珪化度を高め感染を軽減する技術^{6, 7, 8)}の導入も検討したい。いもち病やばか苗病など種子伝染病に対しては、健全な種子を用いることは勿論であるが塩水選や温湯浸法による被害の軽減や防除¹⁾を徹底する必要がある。育苗土については床土、覆土ともに病原菌を含まない培土が必要である。紋枯病については代かき後の菌核の掬い取り、イネミズゾウムシに対しては中干し対策²⁾を徹底する。また、カメムシ類についてはほ場周辺の生息密度を下げるため日頃より草刈りや刈草の持ち出しを徹底³⁾することも必要である。さらに、籾や稲わらなど発生源となりうる罹病株、罹病部位^{31, 32)}の適正な処分も望まれる。また、各種の雑草対策^{4, 5)}も実施する。

しかし、病害虫の発生は気象条件の変化などによりその発生活長は大きく異なり、日頃からは場の見回りによる発生状況の確認や病害虫発生予察情報などを基に化学農薬などによる防除も検討しなければならない。

また、今回策定した生育目標や施用基準では他の病害虫の発生軽減や防除は困難であるため、今後、有機栽培などで用いることのできる物理的防除、生物的防除、耕種的防除の技術の開発並びに生物農薬や誘引剤、

忌避剤, 性フェロモン剤など薬剤の開発に期待がかかる場所である。

VI 摘 要

山形県の水稲主力品種である「はえぬき」の有機栽培における生育目標と発酵鶏糞の施用基準を明らかにした。

1 耕種的防除を重点とした栽培様式

1) 栽植密度

5月20日前後に移植した「はえぬき」において葉いもちの発生を軽減できる最高茎数は500本/m²以下で、慣行栽培に比べ75%程度と最高茎数が少ないために株間湿度が低い。栽植密度と最高茎数の関係を調査した結果、最高茎数が500本/m²を超えない栽植密度は5本/株植えのとき、17.5株/m²以下である。

2) 発酵鶏糞の基肥量

この栽植密度で牛糞籾殻堆肥を200kg/a連年施用したほ場において、茎数の多発生の年次で最高茎数500本/m²に達する最少の基肥量は1.3~1.6kgN/aである。

この施用量は慣行栽培に比べ稲体窒素吸収量が少なく、茎数の発生が緩慢で、稲体窒素濃度が低く、葉色がSPAD値で概ね40以下と淡い。

このため、稲体へのいもち病菌の侵入や進展が容易ではないと考えられる。

2 有機栽培における発酵鶏糞の施用基準

1) 活着期追肥

基肥量1.3~1.6kgN/aで茎数の発生が少ない年次での最高茎数は400本/m²である。活着期に追肥を0.3kgN/a施用すると最高茎数が15%増加する。

2) 出穂前追肥

出穂40日前(6月30日頃)に追肥を0.3kgN/a施用すると穂数が8%増加する。出穂30, 40日前に追肥を各0.3kgN/a施用すると玄米タンパク質含有率が7.5%に高まり食味の低下が懸念され、この追肥体系は適切でないと考えられる。また、出穂30日前に追肥を0.3kgN/a施用すると一穂粒数が増加するが、発酵鶏糞は施肥効果が現れ難いことを考慮すると、出穂40日前の追肥で穂数とm²粒数、精玄米重を確保することが適切であると考えられる。

3) 収量と品質

基肥1.3~1.6, 活着期追肥0.0~0.3, 出穂40日前追肥0.3kgN/aの施用によって得られる精玄米重、整粒歩合は1.9mm網選別でそれぞれ50~53kg/a, 75~83%である。また、6月30日の茎数が400~500本/m²以上の場合には出穂40日前の追肥を省略しても上記の精玄米重に達する。

4) 堆肥と収量

この施肥体系において牛糞籾殻堆肥200kg/aの連年施用により精玄米重は14%増加している。

3 発酵鶏糞を用いた有機栽培における生育目標

この栽培方法において最高茎数が400~500本/m²のとき、収量構成要素は穂数340~390本/m², 一穂粒数74~80粒/本, 粒数27,000~29,000粒/m², 玄米粒数歩合80~85%, 千粒重は22.0~22.5gである。ただし、低温年には穂数、一穂粒数などが減少し精玄米重も減少する。

4 生育目標や施用基準の適用

この生育目標や施用基準を現地で適用する場合、地力が中庸な平坦地の病害虫の発生が少ない地域で適用するべきである。

VII 引用文献

- 1) 早坂 剛・上野 清・石黒清秀・上林儀徳 (2002): イネ種子伝染性病害を対象とした温湯種子消毒法. 山形農試研報36. 67-78
- 2) 渡辺和弘 (1990): 中干し処理によるイネミズゾウムシの耕種的防除効果. 山形県農林水産部平成元年度新しい技術の試験研究成績普及奨励技術. 13-14
- 3) 滝田雅美 (2000): カメムシ被害軽減のための水田周辺草刈り後の雑草処理. 山形県農林水産部平成11年度新しい技術の試験研究成績普及指導資料及び行政資料. 29-30
- 4) 大場伸一 (2002): 水田用乗用除草機による雑草防除. 山形県農林水産部平成13年度新しい技術の試験研究成績普及指導資料及び行政資料. 41-42
- 5) 後藤克典 (2002): 高精度水田用除草機の能率と使用上の注意. 山形県農林水産部平成13年度新しい技術の試験研究成績普及指導資料及び行政資料. 43-44
- 6) 今野陽一 (1996): ケイ酸の稲体体質強化による穂いもち病被害軽減法. 山形県農林水産部平成7年度新しい技術の試験研究成績普及指導資料及び行政資料. 34-35
- 7) 藤井弘志・早坂 剛 (1998): 食味向上と収量安定およびいもち病の軽減に対するケイ酸の効果. 山形県農林水産部平成9年度新しい技術の試験研究成績普及奨励技術. 5-6
- 8) 早坂 剛・藤井弘志 (2002): 育苗中のいもち病を考慮した水稲苗のケイ酸含有率の目標基準値. 山形県農林水産部平成13年度新しい技術の試験研究成績普及指導資料及び行政資料. 27-28
- 9) 鈴木穂積 (1969): いもち菌胞子の動態およびそ

- れによる発生予察法. 北陸農試報告10. 1-118
- 10) 加藤 肇, 佐々木次雄 (1974): イネいもち病の疫学的研究. 農技研報告C28. 1-61
- 11) 松橋正仁・深谷富夫・飯富暁康・岸 達男・中村信夫・長沢淳良・佐藤宏朗・児玉浩一 (1990): 穂いもち発生予察のための上位葉いもち及び籾いもち調査の試み. 北日本病虫研報41. 14-16
- 12) 小野小三郎, 鈴木穂積 (1960): 稲熱病及び稲小粒菌核病の発生機作並びに発生生態に関する研究. 病害虫発生予察特別報告4. 1-156
- 13) 勝部利弘, 越水幸男 (1962): 穂いもちの被害について. 北日本病虫研報13. 52-54
- 14) 平野喜代人, 後藤和夫 (1963): 枝梗イモチの発病機構並びに生態に関する研究. 農技研報告C16. 1-66
- 15) 勝部利弘 (1978): 稲作病害の収量および品質に及ぼす影響. 農薬研究24. 3. 1-6
- 16) 竹田富一・平山成一・東海林久雄・木村和夫 (1981): いもち病の収量および品質に対する影響. 北日本病虫研報32. 84-87
- 17) 佐久間比路子・田中 孝・横山克至・遠藤秀一・齋藤 隆・藤田靖久 (1992): 1991年の山形県におけるいもち病の発生様相と収量品質への影響. 北日本病虫研報43. 24-26
- 18) 鈴木穂積 (1968): 雨滴, 溢泌液, 露のいもち病胞子の発芽および付着器形成におよぼす影響. 北陸病虫研報16. 13-16
- 19) 吉野嶺一・山口富夫 (1974): イネいもち病の発生におよぼす日射の影響. 北陸農試報告16. 61-119
- 20) 吉野嶺一 (1979): いもち病菌の侵入に関する生態学的研究. 北陸農試報告22. 163-221
- 21) 小野小三郎 (1952): イモチ病の防除と病斑の類型. 農業技術7. 10. 24-26
- 22) 岩野正敏 (1982): 自然感染いもち病斑からの離脱胞子数の経時的变化. 北陸病虫研報30. 8-11
- 23) 橋本 晃・平野喜代人・松本和夫 (1984): シミュレーションによる葉いもち発生予察に関する研究. 福島農試特別報告2. 1-104
- 24) 堀 真雄 (1965): イネの形態または化学成分による予察. 日植病報31記念号2. 301-306
- 25) 岡山県農業総合センター農業試験場化学研究室 (2002): 草丈, 茎数による水稻葉面積指数の推定(情報). 岡山県農業総合センター農業試験場平成13年度試験研究主要成果情報並びに普及に移し得る技術. 31-32
- 26) 杉原 進・金野隆光・石井和夫 (1986): 土壌中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法. 農環研報1. 127-166
- 27) 上野正夫・安藤 豊・藤井弘志・佐藤俊夫 (1988): 水稻の理想的な窒素吸収パターンと土壌窒素無機化量の関係. 土肥誌59. 316-319
- 28) 佐藤之信 (1989): 乾土効果発現量の予測. 山形県農林水産部昭和63年度新しい技術の試験研究成績普及指導資料及び行政資料. 41-42 (3)
- 29) 上野正夫 (1989): 速度論的解析法による水田土壌窒素無機化量予測システム. 山形県農林水産部昭和63年度新しい技術の試験研究成績普及指導資料及び行政資料. 39-40 (3)
- 30) 鈴木雅光・長谷川愿・宮野 斉・大場伸一 (1994): 水稻の無農薬・無化学肥料栽培の基本指標. 山形農試研報28. 39-56
- 31) 渡部 茂 (1963): 畑苗代におけるいもち病発生機構について (第1報). 北日本病虫研報14. 28-29
- 32) 三浦春夫・東海林久雄・木村和夫 (1975): わら施用田におけるいもち病, 紋枯病の初期発生について (第2報). 北日本病虫研報26. 36

Growth Target and Fertilization Standard of Fermented Chicken Droppings on a Paddy Rice Variety 'Haenuki' Under Organic Cultivation

Hideki MISAWA, Shinichi OBA¹, Tsuneyasu UZUKI² and Masao UENO

Summary

We define the growth target and the fertilization standard of fermented chicken droppings on a paddy rice variety 'Haenuki' under organic cultivation.

1. Planting pattern for cultural disease control

1) Planting density for cultural disease control

It is possible to control leaf blast that the maximum number of stems is less than 500 stems/m² on 'Haenuki' planted on around May 20. The number of stems is about 75% compared with that under conventional cultivation and makes the humidity between hills low.

When the planting density is less than 17.5 hills/m², and 5 seedlings/hill, the maximum number of stems is less than 500 stems/m².

2) Basal application of fermented chicken droppings

On this planting density in paddy field composted cow dung and chaff mature 200kg/a for many years, the application of amount 1.3~1.6kgN/a for basal application is the least to reach the maximum number of stems 500 stems/m² in the years when the stems develop well.

The amount makes the amount of nitrogen absorbed in rice plant and the density of nitrogen in rice plant less than those under conventional cultivation. In addition, it makes the number of stems less and the leaf color lighter (under about 40 on SPAD) than those under conventional cultivation.

We think that those make the infection and the expansion of blast disease difficult.

2. Fertilization standard of fermented chicken droppings

1) Top dressing on the stage of root taking

The application of amount 1.3~1.6kgN/a for basal application is the least to reach the maximum number of stems 400 stems/m² in the years when the stems do not develop well. The application of amount 0.3kgN/a on the stage of root taking increases the maximum number of stems by 15%.

2) Top dressing before heading time

The application of amount 0.3kgN/a on 40 days before heading time increases the number of heads by 8%. The application of amount 0.3kgN/a on each 40 and 30 days before heading time (the total amount 0.6kgN/a) makes the density of protein in brown rice grains 7.5%. We fear that it might spoil the taste of rice. The application of amount 0.3kgN/a on 30 days before heading time increases the number of paddies per head. The application of amount 0.3kgN/a on 40 days before heading time increases the number of heads. Considering fermented chicken droppings is less than chemical fertilizer on effect, the application on 40 days before heading time is appropriate to secure the number of heads, the number of paddies per m² and the weight of brown rice.

3) Yield and quality

When the amount of application is 1.3~1.6kgN/a for basal application, 0.0~0.3kgN/a on the stage of root taking and 0.3kgN/a on 40 days before heading time, the weight of brown rice is 50~53kg/a and the rate of whole grain is 75~83% according to sorting

with 1.9mm size grader. When the number of stems is more than 400~500 stems/m² on June 30, the weight of brown rice reaches that mentioned above without the top dressing on 40 days before heading time.

4) Composting and yield

On this fertilization standard, it increases the weight of brown rice by 14% to compost cow dung and chaff manure 200kg/a for many years.

3. Growth target under organic cultivation

When the maximum number of stems is 400 ~ 500 stems/m² under this cultivation method, the yield components are 340 ~ 390 heads/m², 74 ~ 80 paddies/head, 27,000 ~ 29,000 paddies/m², the rate of brown rice grain number to total gross brown rice grains 80~85% and the 1,000-grain weight of brown rice 22.0~22.5g. However, the number of heads, the number of paddies per head and the weight of brown rice decrease in the cold weather years.

4. Application of this growth target and this fertilization standard

In the flat lands which have the moderate productivity of the soil and the little damage caused by diseases and harmful insects.

Present address

1 Nishi-Okitama Area Agricultural Technique Popularization Division, Industrial and Economic Affairs Department, Yamagata Prefecture Okitama Area General Branch Administration. 2 Nishi-Murayama Area Agricultural Technique Popularization Division, Industrial and Economic Affairs Department, Yamagata Prefecture Murayama Area General Branch Administration.