

水稻苗に対する高窒素処理と被覆尿素施用が 移植後の生育と収量に及ぼす影響

江原 宏*・渡部成吉*・森田 脩*・後藤正和*
浅原 理**・岩村優子**・宮崎洋介**

*三重大学生物資源学部, **三重大学生物資源学部附属農場

Effect of the High Nitrogen Treatment and Coating Urea Application on the Growth and Yield in Rice Plants

Hiroshi EHARA*, Nariyoshi WATANABE*, Osamu MORITA*, Masakazu GOTO*,
Osamu ASAHARA**, Yuko IWAMURA** and Yosuke MIYAZAKI**

*Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-8507, JAPAN

**Experimental Farm, Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-8507, JAPAN

Abstract

The effects of temporally high N treatment prior to the transplanting and coating urea application on the growth and yield were investigated to develop a fertilization method for low-input rice cultivation through labor-savings and a decrease in the application amount. High N treatment and coating urea plot (LT plot : 3.15kgN/10a), coating urea plot (L plot : 3kgN/10a) and high N treatment plot (T plot : 0.15kgN/10a) fare the yield by 83%, 82%, and 76% of control plot (C plot : 6kgN/10a), respectively. There was no significantly difference in the yield among the four plots. Yield of 0N plot was 69% of C plot and was significantly low compared with that of the C plot. Distinctive differences in panicle number per hill and 1000 grains weight was not found among the five plots. The spikelet number per panicle was greatest in the C plot, followed by the L plot, LT plot, T plot and 0N plot, while the differences between the L plot, LT plot and T plot were not significant. The difference in spikelet number per panicle was attributed to the differences in the tillering pattern and nitrogen content per stem. The first tiller emerged from the 6th node in the 0N plot and from the 5th node in the other plots. Rice plants in the 0N plot had panicles having a smaller number of spikelets compared with those in the other plots. The top dressing for the C plot attained a higher nitrogen content per stem. Filled grain percentage was lower in the C plot than in the other plots. From these results, it was considered that securement of a sufficient yield with labor-savings compared to standard cultivation and the decrease of the amount of fertilizer application by the high N treatment and coating urea application would be possible.

Key Words : coating urea • high N treatment • low-input cultivation • rice •
tillering pattern • transplanting

平成9年9月29日受理

• 三重県津市上浜町1515

** 三重県津市高野尾町2072-2

緒言

低コスト稲作においては、必要最小限の資材投入でいかに多くの収量を得るかが要点である。そのためには、生育ステージごとに稲体の要求量に対応した効率的な施肥を行うことが望まれる。著者らはこれまでに、水稻苗に対する移植直前の一時的な高窒素処理は、葉身の形態変化を伴わずに少肥条件における光合成機能を向上させ、有効化する低次分げつの増加を通じて増収につながることを明らかにしてきた¹⁾。また、近年、従来の速効性肥料に代わる効率的な肥料として、種々の緩効性肥料が開発され、その施用が試みられている。中でも樹脂で尿素有コーティングした被覆肥料は、播種前に育苗土と混和する育苗箱全量施肥を可能にし、追肥を省略できることから、省力栽培技術としても注目されている^{8,9)}。しかしながら、被覆尿素肥料を用いた場合、必ずしも十分な収量が得られないこともあり、その理由として生育初期における窒素供給が少ないことによる茎数不足が指摘されている⁹⁾。そこで本研究では、本田への施肥作業の省略と施肥量の削減による施肥効率の向上を指向して、水稻苗に対する移植直前の高窒素処理と被覆尿素有併用が移植後の生育と収量に及ぼす影響について調査検討した。

材料と方法

実験は、三重大学生物資源学部附属農場で行った。草型が中間型である水稻品種コシヒカリを供試した。1996年4月1日に、テクリードCフロアブル200倍希釈溶液を用い、24時間種子消毒を行った。その後、水道水に72時間浸漬し、吸水させた。4月17日に育苗土（育苗配合N:P₂O₅:K₂O=8:12:8）を充填した育苗箱に

乾籾にして100gの種子を播種し、育苗器内で3日間発芽させ、4月20日より21日間ビニールハウス内で育苗を行った。試験区は窒素施肥量の異なる5区を設けた（第1表）。対照区では、基肥の他に幼穂形成期と出穂期に追肥を行った。被覆尿素肥料はチッソ旭肥料のLPSS-100（有効窒素成分40%、施肥後45日後から窒素成分が溶出し、100日後までにその80%を溶出）を使用した。LPSS-100は播種前に育苗土と混和し、高窒素処理は移植前日に育苗箱ごと地下部を2300ppmNの尿素溶液に約12時間浸漬させた。

5月8日に機械移植（栽植密度22.2株/m²）し、その後、2週間毎に茎数、部位別乾物重、全窒素含有量を測定した。全窒素はセミ・マイクロケルダール法により測定した。収穫時には各処理区3ヶ所から12株ずつ、計36株をサンプリングし、収量構成要素を調査した。玄米千粒重は水分含量14%として求めた。

結果と考察

第2表に収量構成要素とそれらの積により求めた玄米収量を示した。玄米収量はC区が最多で、次いで窒素施肥量の多い順にLT区、L区、T区、0N区であったが、C区とLT区、L区、T区の間に有意な差はみられず、LT区ではC区の83%の収量を得ることができた。1穂数と玄米千粒重には試験区間で有意差はみられず、1穂数はC区が最も多く、LT区、L区、T区の3区はほぼ同程度で、0N区が最も少なかった。登熟歩合はC区のみが他の4区より有意に低かった。C区で登熟歩合が最も低かったのは1穂数が多かったためと考えられる。

通常、同一品種では千粒重は栽植密度や施肥法などと

Table 1. Amount of nitrogen application.

Experimental plot	Basal dressing (kg/10a)	Top dressing (kg/10a)
Control (C plot) *	3	3
LPSS-100+high nitrogen treatment (LT plot)	3.15	0
LPSS-100 (LT plot)	3	0
High nitrogen treatment (T plot)	0.15	0
Non fertilization (0N plot)	0	0

*3kg P₂O₅ and 3kg K₂O were applied per 10 are as basal dressing.

2kg P₂O₅ and 2.5kg K₂O were applied per 10 are as top dressing by split application.

Table 2. Brown rice yield and yield components.

Experimental plot	Panicle number per hill	Spikelet number per panicle	Filled grain percentage	1000 grains weight of brown rice (g)	Brown rice yield (kg/10a)
C plot	18.2a (100)	78.1a (100)	73.2b (100)	21.5a (100)	496a (100)
LT plot	16.4a (90)	67.1b (86)	81.5a (111)	20.7a (96)	411ab (83)
L plot	15.5a (85)	70.6b (90)	81.5a (111)	20.6a (96)	407ab (82)
T plot	15.8a (87)	64.6b (83)	81.4a (111)	20.3a (94)	375ab (76)
0N plot	15.1a (83)	60.7c (78)	79.0a (108)	21.2a (99)	341b (69)

Values within a column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 probability level, according to Duncan's multiple range test (n=36). Numerals in parenthesis are percent of control plot.

Table 3. Standard partial coefficient of yield components to brown rice yield

Standard partial regression coefficient			Multiple correlation coefficient
Panicle number per hill	Spikelet number per panicle	Filled grain percentage	
0.528	0.711	0.288	0.999 (P<0.01)

いった栽培環境に拘らずほぼ一定であり、収量への影響は少ないとされている^{2,4)}。玄米千粒重を除く収量構成要素と玄米収量の重回帰分析を行った結果、標準化偏回帰係数は1穂数数が最大であり(第3表)、本実験では収量の差異に対して1穂数数の違いが最も大きく寄与していたものと理解される。そこで、1穂数数の差異に係わる要因について検討したところ、C区では移植10~12週間後の幼穂形成期における1茎当りの窒素含有量が他の区に比べて有意に高かった(第4表)。和田・松島¹⁰⁾、和田¹¹⁾は品種、栽培時期、栽培方法、栽培年度を変えても、出穂期または幼穂形成後期までに、m²当たりの水稲が吸収した窒素量とm²当たりの穂数との間に常に正の相関関係があると報告している。本実験において、1穂数数がC区で最多であったのは、幼穂形成期における1茎当たりの窒素含有量が高かったことによるものであり、これは追肥の効果が顕著に現れたものと考えられる。

C区以外の4区では1茎当り窒素含有量に有意差がみられなかったが、1穂数数にはLT区、L区、T区の3

Table 4. Nitrogen content per stem at the panicle information.

Experimental plot	Nitrogen content (mg/stem)	
	10WAT	12WAT
C plot	28.5a	53.9a
LT plot	18.8b	26.7b
L plot	19.5b	26.5b
T plot	18.1b	24.8b
0N plot	18.4b	28.4b

WAT : weeks after transplanting.

Values within a column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 probability level, according to Duncan's multiple range test.

区と0N区との間に有意な差が認められた。この要因を検討するために各試験区の分けつパターンを比較した。その結果、0N区は第6節から初発分げつが発生していたが(第1図)、他の試験区は第5節から発生しており、初発分げつ節位が1節低かった(第1図にはT区のみ

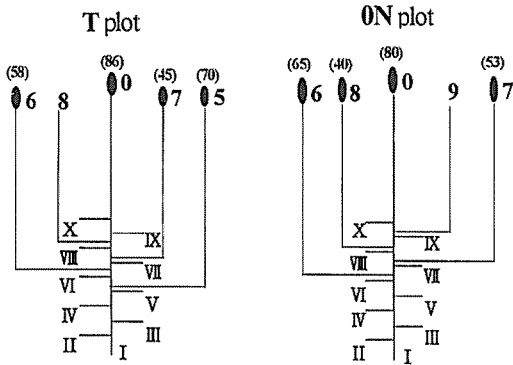


Fig. 1 Scheme of tillering pattern.
●: panicle.
Numerals in parenthesis are spikelet number.

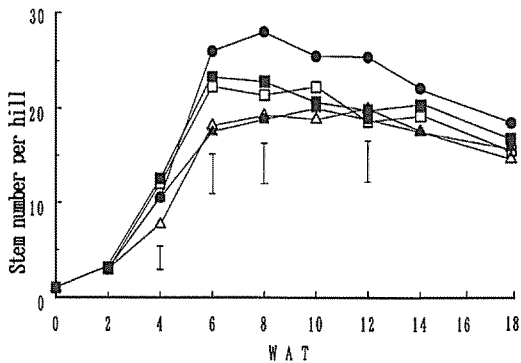


Fig. 2 Change in stem number per hill.
●, C plot; ■, LT plot; □, L plot;
▲, T plot; △, 0N plot.
Vertical lines in the figure indicate
LSD (P=0.05).

示した)。そして、0N区に比べて他の4区では有効分けつ節位が全体に低かった。従って、1株穂数は同程度であっても、0N区以外の試験区では、稲体はより籾数が多い低位節の穂によって構成されていたものといえ、このことが1穂籾数の差異と関わっているものと考えられた。

分けつパターンが0N区と他の4区で異なっていたことから、次に1株茎数の推移について比較したところ、移植2週間後までは各区とも分けつの発生はみられなかった。4週間後になると試験区間で茎数の差異が認められ、LT区 \geq L区 $>$ C区 $=$ T区の順に多い傾向にあり、これ

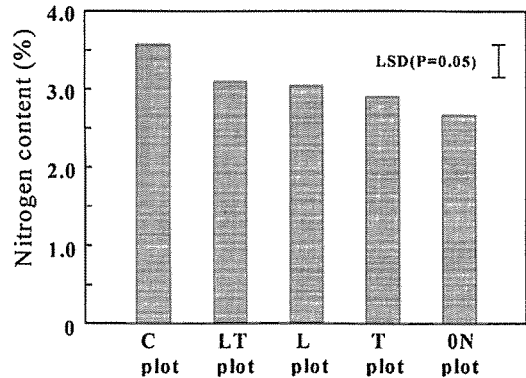


Fig. 3 Nitrogen content of shoot (2WAT).

ら4区は0N区より明らかに多かった(第2図)。移植後6, 8, 12週間後はC区が最多であったが、14週間後になると試験区間で有意な差が認められなかった。一般に、分けつの発生は茎部の窒素含有率と密接な関係にあることが知られている⁶⁾。移植4週間後で茎数の差異が認められたことから、移植2週間後の地上部窒素含有率についてみると、0N区と比べて他の4試験区で高く、C区 $>$ LT区 \geq L区 $>$ T区 $>$ 0N区といった傾向がみられた(第3図)。LPSS-100は施肥後45日間はあまり溶出せず、その後地温に制限を受けながら急速に溶出し、25℃水中下の条件では100日間で80%の窒素が溶出する特性を持っている。すなわち、育苗期間中は窒素成分は溶出せず、移植後から徐々に溶出するように設計されている。しかしながら、移植後2週間目のLT区とL区の地上部の窒素含有率はすでに0N区に比べて高く(第3図)、4週間後の茎数も多かった(第2図)。本実験ではビニールハウス内で育苗したことから、育苗期間中の培土の温度が比較的高く推移していたものと考えられ、そのために、LT区とL区ではLPSS-100の設計よりも早い時期から窒素成分が溶出を始めていたものと推察される。著者らはこれまでに、移植直前の一時的な高窒素処理により分けつの発生が促進されることを認めているが¹⁾、本実験においても移植2週間後のT区の地上部窒素含有率は0N区に比べて高く、移植4週間後の茎数はT区で0N区より明らかに多くなっており、高窒素処理の効果が認められた。また、C区は移植2週間の地上部窒素含有率が最高であったにもかかわらず、移植4週間後の茎数はT区とほぼ同程度であった。このことから、前報⁷⁾でも指摘したように、多窒素条件が長

期間にわたって続くことは必ずしも効率的な生産に結びつかないことが改めて確認された。

一方、LT区はT区、L区よりも移植2週間後の地上部窒素含有率が高く、移植4週間後の茎数も多い傾向にあったものの、これらの差異は統計的に有意ではなく、玄米収量にも明確な差異は認められなかった。従って、今後、生育初期の分けつ発生を高窒素処理に依存して十分な茎数を確保し、被覆尿素肥料によってそれらの生育と収量の確保を図るような施肥設計を検討する必要がある。先にも示したように高窒素処理により生育初期における窒素の供給と茎数の確保は実現できると考えられることから、被覆尿素肥料からの窒素成分の溶出を更に遅くすることにより、いわゆるV字型³⁾の施肥体系が可能となるものと考えられる。また、このような施肥体系が行い得れば、被覆尿素肥料の施肥量をさらに削減できるかもしれない。いずれも今後の課題ではあるが、本実験において、移植前の高窒素処理と被覆尿素肥料の併用により本田施肥作業を省略し、かつ施肥量を削減しても標準的な栽培と比較して十分な収量を確保し得る可能性が示された。本結果は単年度のものであり、さらに複数年に渡って検討を続ける必要があるが、低コスト持続型稲作を指向する上で、投入労働量の低減、並びに施肥生産効率の向上と過剰施肥による河川等の富栄養化防止を図るための方策の一つとして、有意義な知見であると考えられた。

要 約

本田への施肥作業の省略と少肥栽培による低コスト稲作技術の開発を指向し、移植直前の一時的な高窒素処理と被覆尿素的の併用が移植後の生育と収量に及ぼす影響について調査した。高窒素処理・被覆尿素併用区(LT区: 3.15kgN/10a)では対照区(C区: 6kgN/10a)の83%, 被覆尿素区(L区: 3kgN/10a)で82%, 高窒素処理区(T区: 0.15kgN/10a)で76%の収量が得られ、C区とこれら4区では有意差はみられなかったが、無施肥区(0N区: 0kgN/10a)は69%と低収であった。1株穂数と千粒重に試験区間差はみられなかった。1穂粒数はC区>LT区=L区=T区>0N区であった。この差異は、0N区に比べて他の4区では初発分けつ節位が低く、1株穂数は同じであっても稲体はより粒数の多い低節位の穂によって構成されていたこと、また、C区で

は幼穂形成期における1茎当たり窒素含有量が高かったことによるものと考えられた。登熟歩合はC区よりも他の4区で有意に高かった。本実験により、移植直前の高窒素処理と被覆尿素的の併用により、本田施肥を省略し、施肥量を削減しつつも、標準的な栽培と比較して十分な収量を確保し得る可能性が示された。

引 用 文 献

- 1) 江原 宏・土屋幹夫・内藤 整・小合龍夫. 水稲苗に対する移植直前の高窒素処理が生育と収量に及ぼす影響. 日本作物学会紀事, 61: 1-9 (1992).
- 2) 松島省三. 水稲収量の成立と予察に関する作物学的研究. 農業技術研究所報告, A5: 1-271 (1957).
- 3) 松島省三・真中多喜夫. 水稲収量成立原理とその応用に関する作物学的研究. LV III. 生育各期の窒素の異常多肥が水稲の収量, 収量構成要素, 生育外部形態および体内成分等に及ぼす影響. 日本作物学会紀事, 29: 202-206 (1961).
- 4) 松島省三. 稲作の理論と技術. 養賢堂, 東京, (1959)
- 5) 森田 脩・江原 宏・櫻谷勝美・渡辺 巖, A. W. Cheong. 工業化の著しいマレーシアの水稲直播栽培. アジアの地域・自然環境と開発に関する調査研究論文集, 3: 170-178 (1996).
- 6) 高橋成人・岡島秀夫・高橋成一・本田 強. 水稲分けつの発生機構. I. 要素欠除下に栽培した水稲の分けつ発生について. 東北大農研報, 8: 91-117 (1956).
- 7) 土屋幹夫・江原 宏・小合龍夫. イネの対肥料反応性に関する研究. 第2報 幼苗の対肥料反応型について. 日本作物学会紀事, 59: 435-442 (1990).
- 8) 上野政夫・熊谷勝巳・佐藤之信・井上每子・田中伸幸. 土壌窒素と緩効性被覆肥料を利用した全量基肥一発施肥技術. (その1) 水稲の理想的窒素吸収パターンと緩効性肥料の溶出パターン特性. 農業および園芸, 65: 828-834 (1990).
- 9) 上野政夫・熊谷勝巳・佐藤之信・井上每子・田中伸幸. —. (その2) 土壌窒素の発現予測と被覆肥料の利用効率を基にした全量基肥一発施肥体系. 農業および園芸, 65: 1266-1270 (1990).
- 10) 和田源七・松島省三. 水稲収量成立とその応用に関する作物学的研究. LX III. 穎花数成立機構に関する研究. 日本作物学会紀事, 31: 24-25 (1962).
- 11) 和田源七. 水稲収量成立におよぼす窒素栄養の影響. 農業技術研究所報告, A16: 27-167 (1969).