

水稻の追肥時期が成熟期における窒素の分配に及ぼす影響

田中尚道*1・竹内史郎**2・奥村俊勝**2

Effects of Timing of Top-dressing on Nitrogen Distribution at Maturity in Rice Plants (*Oryza sativa* L.)

Naomichi TANAKA, Shirou TAKEUCHI and Toshikatsu OKUMURA

Synopsis

In this study, the effects of top-dressing at different times on the nitrogen distribution in rice plants at maturity were investigated. Ammonium sulfate labelled with ^{15}N was used as top-dressed at one of four different times (spaced at five-day intervals) between 10 days before and 5 days after heading. In all plots, the total dry weight and nitrogen content increased as top-dressing was delayed. ^{15}N uptake increased as top-dressing was delayed; uptake was highest when the application was at 5 days after heading. When top-dressing was done 10 days before heading, most of the ^{15}N accumulated in the leaf blades, but when top-dressing was later, nitrogen tended to accumulate in the ear.

I 緒 言

水稻の窒素追肥は収量に大きく影響するので、古くから多くの追肥試験が行われてきた。松島ら²⁾は窒素追肥時期と収量構成要素との関係を次のように報告している。すなわち、穂数には最高分けつ期の、1穂頭花数には穂首分化期の、登熟歩合には穂揃い直前の、千粒重には減数分裂期直前の追肥が、それぞれ有効であるが、精玄米収量に対する最適追肥時期は、環境条件によって異なるとした。また、戸荻ら¹⁾は、葉身の窒素含有率は最高分けつ期が最高で、幼穂形成期以降は穂の発育にともなって急速に低下して、葉身の窒素が穂へ転流することを示唆した。さらに安定同位体重窒素の使用により、施肥窒素の吸収・移行など、その挙動が次第に解明されつつある^{8,9)}。

近年、一般的な栽培技術として穂肥の後に実肥を施す傾向がみられるが、これらの時期の窒素追肥は穂肥に比べて収量に対する効果は少なく、通常、収量や米質を微調整することを目的に施用されること

が多い。しかし、誤った施用はむしろ収量の低下や米質の劣化を招くことが考えられる。

そこで本実験では、 ^{15}N 標識硫酸の追肥時期を実肥の時期（出穂期前後）に限定し、出穂前10日から出穂後5日まで5日間隔で時期を異にした追肥を行い、各時期の追肥が成熟期における各器官並びに各葉位の窒素分配に及ぼす影響について検討した。

II 材料と方法

本実験は、1991年神戸大学農学部附属農場において行なった。供試品種は水稻日本晴で、種子消毒と催芽処理を行った後、育苗箱当り乾籾100gを5月21日に播種して育苗した。育苗管理は通常の方法によった。播種後21日の葉齢約3.2の苗を1/2000 a フグネルポット当り1株1本圃で栽培した。供試土壌は水田土壌（傾壊土）を用いた。

基肥は普通硫酸(N 0.428 g/pot)、過磷酸石灰(P_2O_5 0.35 g/pot)及び硫酸加里(K_2O 0.475 g/pot)を全層に施用した。追肥は10.1 atom %の ^{15}N 標識

*1 本学研修生 (Researcher of Kinki Univ.)

**2 近畿大学農学部作物学研究室 (Lab. of Crop Sci. Dept. of Agriculture, Kinki Univ., Nakamachi, Nara, 631, Japan)

硫酸(同 0.284 g/pot)を表層に施用した。試験区は出穂前10日追肥区, 出穂前5日追肥区, 出穂期追肥区並びに出穂後5日追肥区の4試験区を設けた。なお, 本実験における水稻日本晴の出穂期は8月31日で成熟期は10月13日であった。

成熟期において, 器官別乾物重, 器官別全窒素含有量, 葉位別全窒素含有量並びに ^{15}N atom % excessを1区3ポットについて分析調査した。全窒素並びに ^{15}N の分析法は前報¹⁾と同様である。

III 結 果

全乾物重を器官別にみると, いずれの試験区も穂が最も重く, ついで茎部(葉鞘を含む, 以下同じ), 葉身, 根部, 地上枯死部の順であった。なお, 追肥時期が早いと葉身重が大きく, 早いほど穂重が大きくなる傾向がみられた (Fig. 1)。

葉身乾物重は, 出穂前の追肥で大きく, 出穂後の追肥で小さくなり, さらに, 葉位別にみると追肥時期が晩くなるほど各葉位とも葉身重は小さくなった。また, 追肥時期が晩いと止め葉並びに第2葉(上位葉)の全葉身重に占める割合が高くなった (Fig. 2)。

個体当たり全窒素含有量を器官別にみると, 全区ともに穂が最も多く, ついで茎部, 葉身, 根部及び地上枯死部の順であった。しかし, 追肥時期が早いと葉身で, 晩いと穂で多く, 根及び地上枯死部では追肥時期による差が小さかった。一方, 個体当たりの全

窒素含有量を各器官の比率でみると, 穂の比率が50~60%と高く, ついで茎は20~35%, 葉身は7~10%, 根は6~10%の順であった。しかし, 追肥時期が晩くなるにつれて葉身で低く, 地上枯死部で高い傾向がみられた (Fig. 3)。

葉身全窒素含有量は, 葉身乾物重とほぼ同様の傾向を示したが, 追肥時期が晩いほど上位2葉の割合が高かった (Fig. 4)。

個体当たり標識窒素の器官別含有量をみると, 穂の

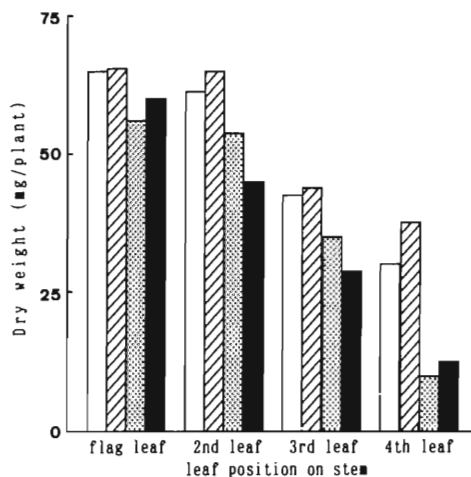


Fig. 2 Effects of top-dressing time on the dry weight of each leaf at maturity.

□: Aug. 21, /: Aug. 26, ■: Aug. 31, ■: Sept. 5

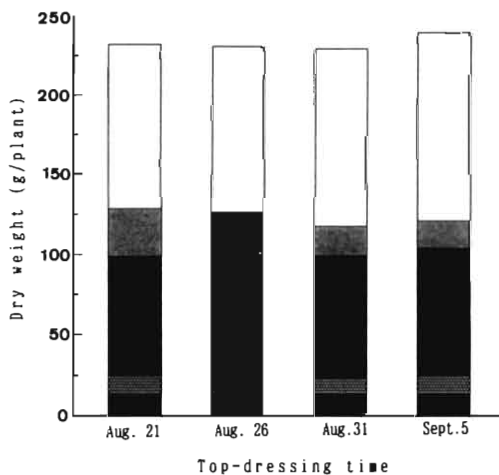


Fig. 1 Effects of top-dressing time on the dry weight of each plant organ at maturity.

□: ear, ■: leaf blade, ■: culm and leaf sheath, ■: dying organ, ■: root

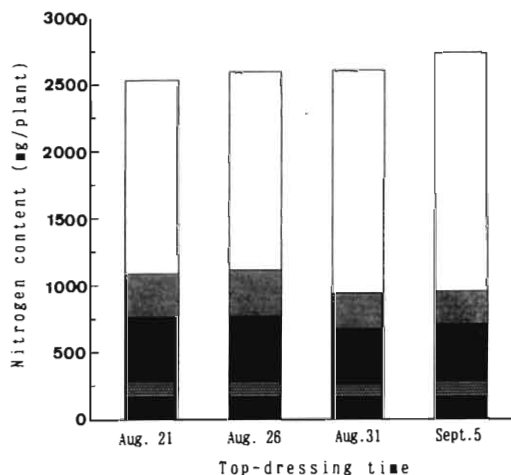


Fig. 3 Effects of top-dressing time on the nitrogen content of each plant organ at maturity. The symbols are the same as those in Fig. 1.

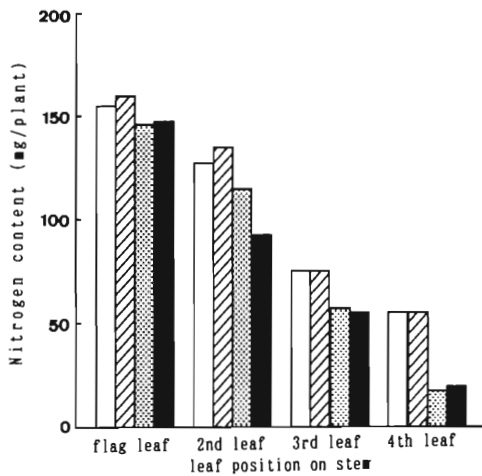


Fig. 4 Effects of top-dressing time on the nitrogen content of each leaf at maturity. The symbols are the same as those in Fig. 2.

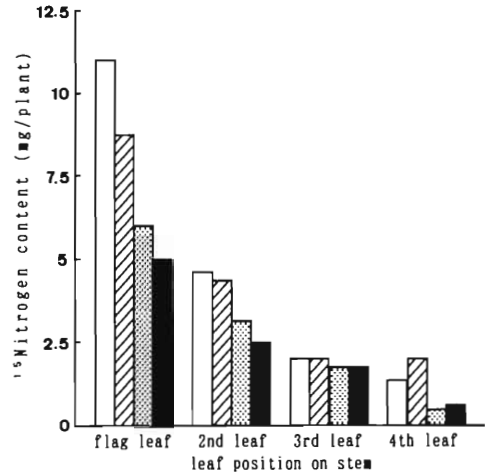


Fig. 6 Effects of top-dressing time on the ^{15}N Nitrogen content of each leaf at maturity. The symbols are the same as those in Fig. 2.

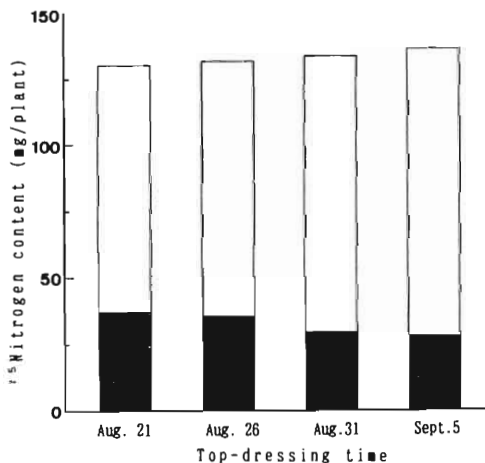


Fig. 5 Effects of top-dressing time on the ^{15}N Nitrogen content of each plant organ at maturity. The symbols are the same as those in Fig. 1.

含有量が最も多く、葉身、根部、茎部及び地上枯死部の順となった。標識窒素含有量を器官別の比率でみると、穂の比率が60～75%と高く、追肥時期が晩くなるほど穂に多量の追肥窒素が蓄積された。葉身の比率は、出穂前追肥では約13%であったが、出穂後追肥では約7%に低下した。茎は4～5%の範囲にあり追肥時期による差が小さかった。地上枯死部は比率が小さく、ことに追肥時期が晩いほど低下する傾向がみられた。根の比率はいずれの追肥時期でもほぼ等しくなった (Fig. 5)。

葉身の標識窒素含有量を葉位別にみると、いずれの施肥時期も止め葉、第2葉、第3葉及び第4葉の順であったが、追肥時期が晩くなるに従って、各葉位の標識窒素含有量は著しく低下した (Fig. 6)。

追肥窒素の利用率は、出穂前10日追肥では45.8%、出穂前5日追肥では46.4%、出穂期では46.9%及び出穂後5日施肥では47.9%と追肥窒素の利用率は追肥時期が晩いほどわずかに高くなることが認められた。また、器官別にみると穂では追肥時期が晩くなるほど利用率は高かったが、葉身では逆に低くなった。また、他の器官では施肥時期の違いによる利用率の差はわずかであった。

一方、葉位別にみると追肥時期が晩くなるほど上位2葉の利用率が著しく低下したが、下位2葉では明かな差はみられなかった (Table 1)。

IV 考 察

水稻における窒素の吸収は、温度と光の強さに強く影響され^{5,6)}、追肥窒素の吸収率は、基肥に比べて極めて高いことが報告されている^{1,9)}。

本実験は ^{15}N 標識硫酸の施用を実肥の時期 (出穂前10日～出穂後5日)に限定し、追肥時期の差異が、成熟期の窒素の分配に及ぼす影響をみたものである。

その結果、この期間内における追肥窒素の利用率は、追肥時期が晩いほど高くなった。和田ら⁹⁾も、窒素の施肥量が多く、施肥時期が晩いと吸収率が高くなることを示唆している。

Table 1 Utilization efficiency of ^{15}N -nitrogen top-dressed at maturity

Organ	Top-dressing time			
	Aug. 21 (-10)	Aug. 26 (-5)	Aug. 31 (0)	Sept. 5 (+5)
Ear	32.7(%)	33.8(%)	36.6(%)	38.0(%)
LB	5.9	5.5	3.6	3.1
C+LS	2.5	2.5	2.5	2.1
DO	1.1	1.1	0.7	0.7
RT	3.5	3.5	3.5	3.9
Total	45.8	46.4	46.9	47.9
Flag leaf	3.5	2.8	1.9	1.6
2nd leaf	1.5	1.4	1.0	0.8
3rd leaf	0.6	0.6	0.5	0.5
4th leaf	0.4	0.6	0.2	0.2
Total	5.9	5.5	3.6	3.1

note) LB: Leaf blade, C+LS: Culm+Leaf sheath,
DO: Dying organ, RT: Root
(O) shows at heading time on August 31.

和田ら^{8,9)}は、施肥時期の違いによる窒素利用効率について、穂首分化期及び2次枝梗分化期の追肥は50%前後と最も高く、ついで減数分裂期で44%~46%、分けつ期で36%、出穂期で25~36%であり、基肥は22~27%と最も低いと述べている。本実験における出穂前の追肥利用率では和田ら⁸⁾の報告よりやや低く、出穂後の追肥では逆にやや高い傾向がみられた。このことは、窒素の利用率が供試品種、根域の大きさ、土壌の天然供給窒素量、施肥窒素量、追肥時期及び栽培環境条件(特に温度と光)、植物体の生長量等によって異なることに起因するものと思われる。

折谷^{3,4)}は、窒素の栄養体(Source)における同化と穂(Sink)への転流について、栄養生長期には追肥- ^{15}N は主に活動中心葉に集中し、葉身に全体の約50~60%が分布しているが、穂ばらみ期以降には穂が活動の中心となるため、追肥- ^{15}N は穂へ集中し、葉への分配は少なくなる。従って、分けつ期追肥- ^{15}N の穂への分配割合は約50%であるが、出穂期追肥- ^{15}N では70%と著しく高い。このように、後期追肥- ^{15}N の穂への割合が高くなる理由として、葉身における同化を経ないで根から稈を経て、直接的に穂で同化・蓄積するためであると述べている。

本実験でも穂ばらみ期以降、活動の中心である穂が直接に窒素を同化し、この窒素同化能は出穂前に比べて出穂後の方が高いものと思われるが、本実験

では出穂前の追肥窒素は葉に多く蓄積していることから、穂が十分な窒素同化能を備えるまでは、これらの窒素はまず葉身へ蓄積され、穂へ再分配されているものと考えられた。

また、水稻の収量はシンクとソースのバランスによって決定される。本実験では、追肥時期がすべてシンクの形態がほぼ完成した後であり、成熟期の穂重には顕著な差はみられなかった。しかし、出穂前追肥区の葉身窒素含有量は、出穂後追肥に比べて多く分配されていた。すなわち、出穂期前後の追肥は収量以外の要因、例えば不完全粒歩合や食味などに作用していることが考えられる。よって、出穂期前後の窒素追肥は、生育状況、とくに窒素含有率の指標となる葉色や品種の特性、出穂期の早晚とそれに伴う出穂後の温度の推移などをよく考慮して追肥時期や施肥量を決定することが重要である。

今後、さらに実肥の追肥時期や追肥量と米粒の品質や食味との関係について追求する必要性が認められた。

V 要 約

単位面積当りの追肥量から算出した ^{15}N 標識硫酸を、日本晴の出穂前10日から出穂後5日まで、5日間隔で追肥時期をかえた実験にもとづいて、成熟期の乾物生産並びに窒素の分配を追究した。

器官別乾物重の比率は、いずれの追肥時期におい

ても穂が最も高く、ついで茎の順であった。なお、追肥時期が遅いほど穂の比率が高く、葉身の比率は低かった。

器官別全窒素含有量の比率は、追肥時期にかかわらず穂が最も高く、ついで茎、葉身、地上枯死部、根の順であった。なお、追肥時期が早いほど、葉身の比率が高く、茎の比率が低かった。逆に、追肥時期が遅い場合は、地上枯死部の比率が高かった。

標識窒素 ^{15}N の各器官別の比率は、追肥時期にかかわらず穂が最も高く、ついで葉身の順であったが、葉身では出穂前に比べると、出穂後の追肥では低下した。茎では追肥時期による差が小さかった。地上枯死部の比率は追肥時期が遅いほど低かった。

謝 辞

本実験を遂行するに当り、実験の場を提供して頂いた神戸大学農学部附属農場教授秋田謙司博士に感謝の意を表わします。

引用文献

- 1) 秋田謙司・田中尚道・丹下宗俊：日作紀 58 (2) : 180~185 (1984)
- 2) 松島省三・真中多喜夫・日作紀 27 : 432~434 (1959)
- 3) 折谷隆志・葭田隆治：日作紀 53 : 204~212 (1984)
- 4) 折谷隆志・葭田隆治：日作紀 53 : 276~281 (1984)
- 5) Ta, T.C. and K.OHIRA : Soil Sci. Plant Nutr., 27 : 347~355 (1982)
- 6) Ta, T.C. and K.OHIRA : Soil Sci. Plant Nutr., 28 : 79~90 (1983)
- 7) 戸刈義次・岡本嘉・玖村敦彦：日作紀 22 : 95~97 (1954)
- 8) 和田源七・庄司貞雄・高橋重郎：日作紀 40 : 275~280 (1971)
- 9) 和田源七・庄司貞雄・高橋重郎・斉藤公夫・新保到：日作紀 40 : 287~293 (1971)