

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	上地由朗
論文題目	水稻栽培における合理的窒素施肥に関する研究 ー群落の光環境と生産機能からみた「V字稲作」型施肥の再評価ー		
(論文内容の要旨)			
水稻栽培において、幼穂発育期前半に窒素供給を制限しその前後は窒素多施用とするV字稲作型施肥法が、現在でもしばしば施肥設計の基本となっている。しかし同施肥法の有効性は、施肥効率や管理作業面で疑問視されている。本論文は、幼穂発育期における窒素施肥が、土壌ー作物系の窒素収支、群落の生産機能および穎花生産に及ぼす影響を調査し、V字稲作型施肥の再評価を行ったものである。本論文の内容は以下のように要約される。			
1. 水田の土壌ー作物系における施肥窒素の挙動を検討した。まず、実測例が乏しく実態が明らかでなかった水稻葉からのアンモニア揮散速度を、チェンバー法によって測定した。アンモニア揮散速度は稲体の蒸散速度と密接な関係にあった。この関係にもとづいて窒素の揮散損失量を推定したところ、その量は施肥量のごく一部であった。次に、窒素施肥条件を異にする水稻を対象に、窒素の浸透・表面流出動態ならびに稲体窒素吸収量を、水の地下浸透速度を制御した条件で測定した。窒素流出の大部分は湛水後10日間に硝化した土壌由来窒素であり、追肥窒素の流出は施肥条件にかかわらずわずかであった。これらより、追肥窒素の浸透・表面流出および稲体からの揮散による窒素損失はきわめて少ないことがわかった。			
2. 施肥法の違いとくに幼穂発育期前半の窒素追肥の有無が群落内光環境と乾物生産に及ぼす影響を量的に評価した。品種日本晴を供試し、窒素施肥法に関する圃場実験を3ヵ年実施した。出穂期および登熟中期における群落の葉面積垂直分布ならびに各層の全葉身の傾斜角を測定し、群落の幾何学構造から群落内の光強度分布を推定した。幼穂発育期前半の窒素追肥により、群落の葉身傾斜角は減少し、群落吸光係数が増大していた。追肥による群落吸光係数の差は、散乱光の場合およそ5～10%であった。しかし、出穂期以降の乾物生産速度における幼穂発育期の窒素追肥の有無による差は有意でなかった。よって、幼穂発育期に多量の窒素施肥を行うと、従来考えられているように群落内への光の透過は劣化するが、そのことが乾物生産速度に及ぼす効果は小さいと考えられた。			
3. 施肥法の違いが節間伸長に及ぼす影響を検討した。一般に、幼穂発育期の窒素			

施肥は、下位節間の伸長促進により倒伏抵抗性の低下をもたらすと考えられている。品種日本晴、コシヒカリまたはタカナリを供試した圃場実験を8ヵ年実施し、窒素施肥法が水稻の節間伸長に及ぼす影響を調査した。幼穂発育期の窒素追肥によって上位葉身の伸長が促進されたが、これと同時に伸長関係にある下位節間の伸長は必ずしも促進されなかった。下位節間の伸長は、茎数が多い場合および群落下層の光環境が悪化する場合に促進されることが、上述の圃場実験および下位節間伸長期に群落下層のみを遮光したモデル実験から明らかになった。これらのことから、幼穂発育期における窒素追肥は下位節間の伸長を直接的には促進しないことがわかった。

4. 穎花生産に及ぼす稲体窒素の影響の面から、窒素施肥法が水稻の収量形成に及ぼす影響を評価した。品種日本晴、コシヒカリまたはタカナリを用いてのべ20作期の圃場実験を実施し、生育経過と穎花数との関係を解析した。すべての品種において単位面積あたり穎花数は出穂前14日における稲体窒素量と密接な相関を示した。追肥窒素の穎花生産効率には品種間差異がみられたが、稲体における窒素および乾物の蓄積量から穎花数を推定するモデルを用いた解析により、この品種間差異は、出穂前14日間の乾物生産速度の差異に起因すると考えられた。これらより、出穂前14日の稲体窒素量を高めるような施肥用法が穎花生産にとって有効であることが示された。

5. 以上のことから、幼穂発育期の窒素追肥は、通常の水田管理であれば環境負荷流出の増加につながらず、群落内への光の透過は劣化させるものの乾物生産に及ぼす影響は小さく、下位節間伸長促進の直接的な要因とはならないことがわかった。その一方で、幼穂発育期前半の窒素追肥は穎花数の向上に有効に作用することが確かめられた。以上より、V字稲作において重視されてきた幼穂発育期前半の窒素供給制限が、乾物生産、耐倒伏性および穎花生産といった群落機能に及ぼす効果は小さいかむしろマイナスであり、現在的水稻栽培においてこれを必須とする合理性は低いと結論した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

V字型稲作理論は、穎花数の増大とその良好な登熟を両立させる方策として、幼穂発育期前半の窒素供給制限とその前後の多肥により、草高が低くかつ穂数が多くなるように草型を調整することを特色としている。生産生態学的知見に基づいた栽培理論として、1970年代から同80年代の稲作技術に多大な影響を与えた。現在でも、幼穂分化期頃の窒素追肥がその後の生産過程に悪影響を与えるという考え方は、各地の施肥方法の設計に反映している。本論文は、とくに幼穂発育期前半の追肥の意義を様々な観点から検討し、V字型稲作における施肥方法を再評価した結果をとりまとめたものであり、評価すべき主要な点は以下のように要約される。

1. 幼穂発育期前半の窒素追肥は、群落内への光の透過度を低下させるが、そのことによって乾物生産が受ける影響は小さいことを明らかにした。窒素施肥法が群落内光環境に及ぼす影響については、これまで定量的な評価が十分でなかった。本研究は、群落の幾何学的構造の膨大な調査結果にもとづいて窒素追肥が群落内光環境を変化させることを明確にし、その上で、測定対象とした群落の乾物生産速度に明瞭な差異が存在しないことを示した。

2. 幼穂発育期前半の窒素追肥が下位節間の伸長を直接的には促進しないことを明確にした。すなわち、施肥法が部位別器官伸長に及ぼす影響を、圃場実験によって繰り返し検討し、同時期の窒素追肥は上位葉身の伸長は促進するが、それと同時に伸長する下位節間の伸長は必ずしも促進しないことをみいだした。さらに、下位節間の伸長は、追肥の有無にかかわらず群落下層の光強度が弱くなることにより促進されることを実験的に明らかにした。

3. 幼穂発育期前半の窒素追肥が穎花生産の向上にとって有効であることを検証した。すなわち、豊富な圃場実験結果にもとづいて、追肥時期別に施肥窒素量当たりの穎花生産効率を検討し、穎花発育期前半の追肥が他の時期の追肥よりも高い効率を示すことを明らかにした。

4. 上述の結果にもとづき、幼穂発育期前半の窒素追肥の意義を総合的に評価した。すなわち、同時期の窒素追肥は、群落の光環境は悪化させるものの、乾物生産と耐倒伏性に対する直接的な影響は小さく、一方で穎花生産にとっては明らかに有効であるとした。そして、幼穂発育期に必要な十分な窒素の肥効を確保することが合理的施肥管理の重要な基礎になることを指摘した。

以上のように、本論文は、豊富な圃場実験結果にもとづいて、不明確な部分が多かった幼穂発育期前半の窒素追肥の意義を明らかにし、これを通じてV字稲作型窒素施肥の再評価を行ったものであり、栽培学、作物学、イネの育種ならびに栽培技術の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成21年12月17日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降