

LPコート肥料を用いた

水稻の全量基肥不耕起直播栽培

東北大学農学部附属農場

佐藤 徳雄

現今、稲作をめぐる情勢をみると、生産調整、米価の引き下げ、生産資材や農機具の高騰に加えて、消費者の良質米志向による産地間競争の激化、更には米の輸入自由化要請など、国内外とも非常にきびしいものがある。このような状況下において、稲作を発展させるためには一層の生産コスト低減による所得増大を図る必要があり、その先端技術として水稻の不耕起直播栽培技術の確立が要請されている。不耕起直播栽培では、畑状態で播種し、出芽・苗立ち後に湛水するため、降雨による表土の土膜形成、固結などを阻止して出芽・苗立ち率が著しく向上する。しかし反面、基肥に施用した速効性窒素肥料の大部分が畑状態中に硝酸化成作用をうけて降雨や湛水時に脱窒・流亡する。その結果、稲体は窒素欠乏状態を示し、著しい生育・収量の低下を招くので、施肥効率を高める施肥法、施肥形態の開発が重要である。

そこで、水稻の不耕起直播栽培における効率的な省力施肥法として、窒素の溶出が地温に依存し、畑状態でも硝酸化成されにくい肥効調節型被覆尿素（LPコート肥料）を用いた水稻の全量基肥不耕起直播栽培について述べる。

1. これまでの施肥法の問題点

不耕起直播栽培では移植栽培と異なり、前年水稻収穫後不耕起状態で放置した乾田に点播または条播し、出芽・苗立ち後に湛水する。前述のように畑状態では、施肥窒素が容易に硝酸化成し、湛水とともに脱窒・流亡するため、施肥法、施肥形態などが水稻の生育・収量に大きな影響を与える。

不耕起直播栽培に対するこれまでの施肥法をみると、寒地では初期生育を促進させ、茎数を早期に確保するために、全窒素量の40~50%を播種時に、20~30%を湛水時に施用している。暖地では

播種時の施肥は省略されることが多く、湛水時に基肥に相当する量（40%程度）を施用している。また、不耕起直播では低節位から分げつが発生し、それが有効茎となるために穂数の確保が容易である。そのため、穂肥は減数分裂期に肥効が発現し、粒の充実を図るために、全窒素の20%程度を出穂の20~15日前に施用している。さらに、実肥も施すこともあるが、全窒素量に対する穂肥、実肥の割合は暖地の方が高い。

従来の硫安や尿素などの速効性窒素肥料では、畑状態で硝酸化成し、湛水とともに脱窒・流亡する。また、湛水時の施肥も表面散布となるため、施肥窒素の利用率が著しく低く、肥切れが起きやすいので、移植栽培より20~15%ほど施用量を多くしている。特に、砂質田や漏水田などでは、土壤中の養分の溶脱・流亡が多いうえ、土壤窒素の無機化量も少ないので、施肥量、追肥回数をふやす必要がある。

このように、水稻の不耕起直播栽培では、播種時および湛水時に施用した窒素の大部分が脱窒・流亡して窒素不足となり、生育・収量を低下させるので、この時期の施肥窒素の利用率をいかにして高めるかが大きな問題であり、これまでは施肥量と施肥回数をふやすことにより対応してきた。

2. LPコート肥料利用の価値

LPコート肥料は、被覆材（ポリオレフィン樹脂+鉱物性粉体）でコーティングされた肥料であるため、種子と接触施肥しても肥料やけを起こさない。また、他の緩効性肥料と異なり、溶出は、土壤のpHやEh、土壤溶液のイオン濃度、有機物含量あるいは微生物活性などの影響をうけない。LPコート肥料の溶出は、主として水中温度（水蒸気圧）に依存して起きる。すなわち、透湿度（内外の水蒸気圧差）によって粒子から尿素が溶出

し、尿素そのものあるいはアンモニアに変換されたのち水稻に吸収される。

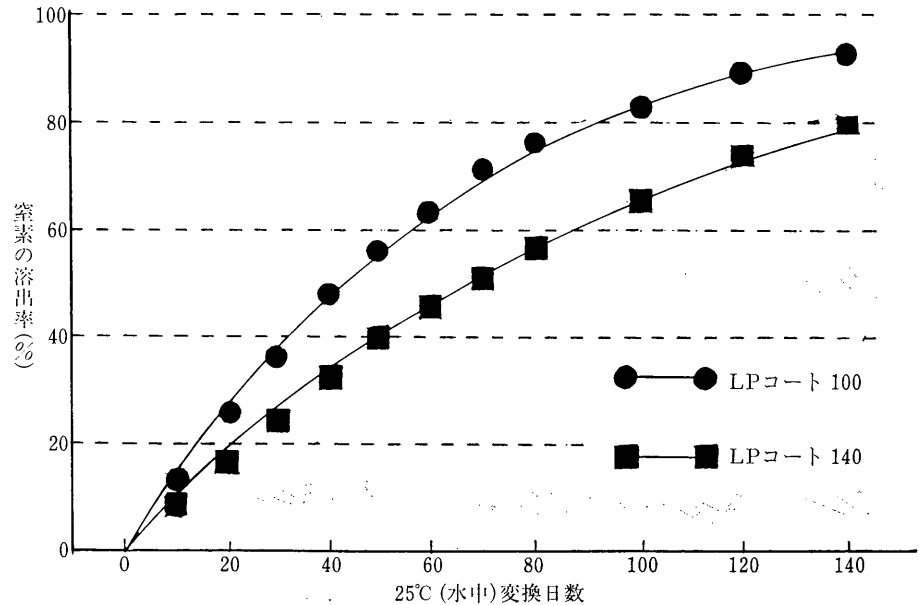
一般に不耕起栽培では、土壌の通気性、透水性がよいので、肥料の流亡・脱窒が多く、また、無機化窒素の発現量も少ないので、砂質田や漏水田では不適であるとされてきた。しかしながら、地力代替的な肥効を発現するLPコート肥料を適用することによって、これらの土壌においても凋落的な生育を防止し、安定多収が期待される。

また、大区画水田で水稻の不耕起直播栽培を定着させるためには、追肥を省略した全量基肥施用法の確立が不可欠であり、このためには地力窒素的肥効を示すLPコートなどの肥効調節

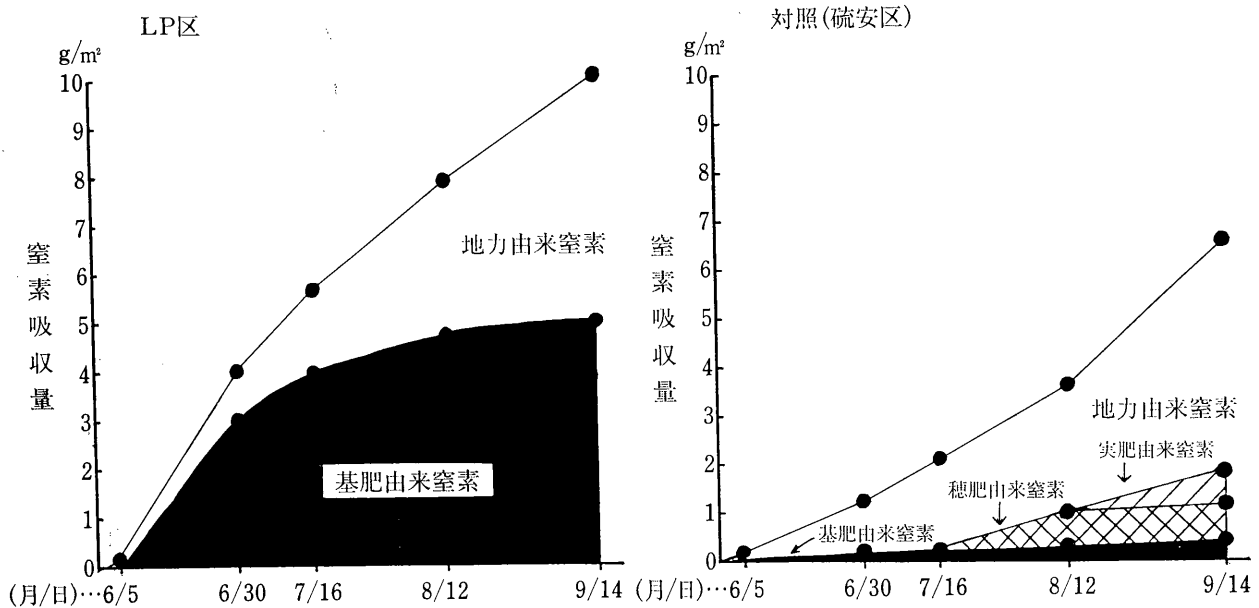
型肥料の果たす役割がきわめて大きい。

さらに、LPコート肥料は、作物の要求量に応じて徐々に溶出するため、溶出する窒素の利用率がよく、脱窒や流亡による大気や水質の汚染も少ないので、環境にやさしい肥料といえる。

第1図 LPコート各タイプの溶出



第2図 不耕起直播イネ (チヨホナミ) の由来別窒素吸収経過 (1990年)



(注) LPコート100区: m²当たり窒素成分で8gを播種時(4月24日)に全量施用、
対照(硫安)区: 5gを播種時に、1.5gを幼穂形成期に、1.5gを穂揃期に施用。

3. 不耕起栽培におけるLPコート肥料の全量基肥施用の肥効特性と水稲の生育・収量

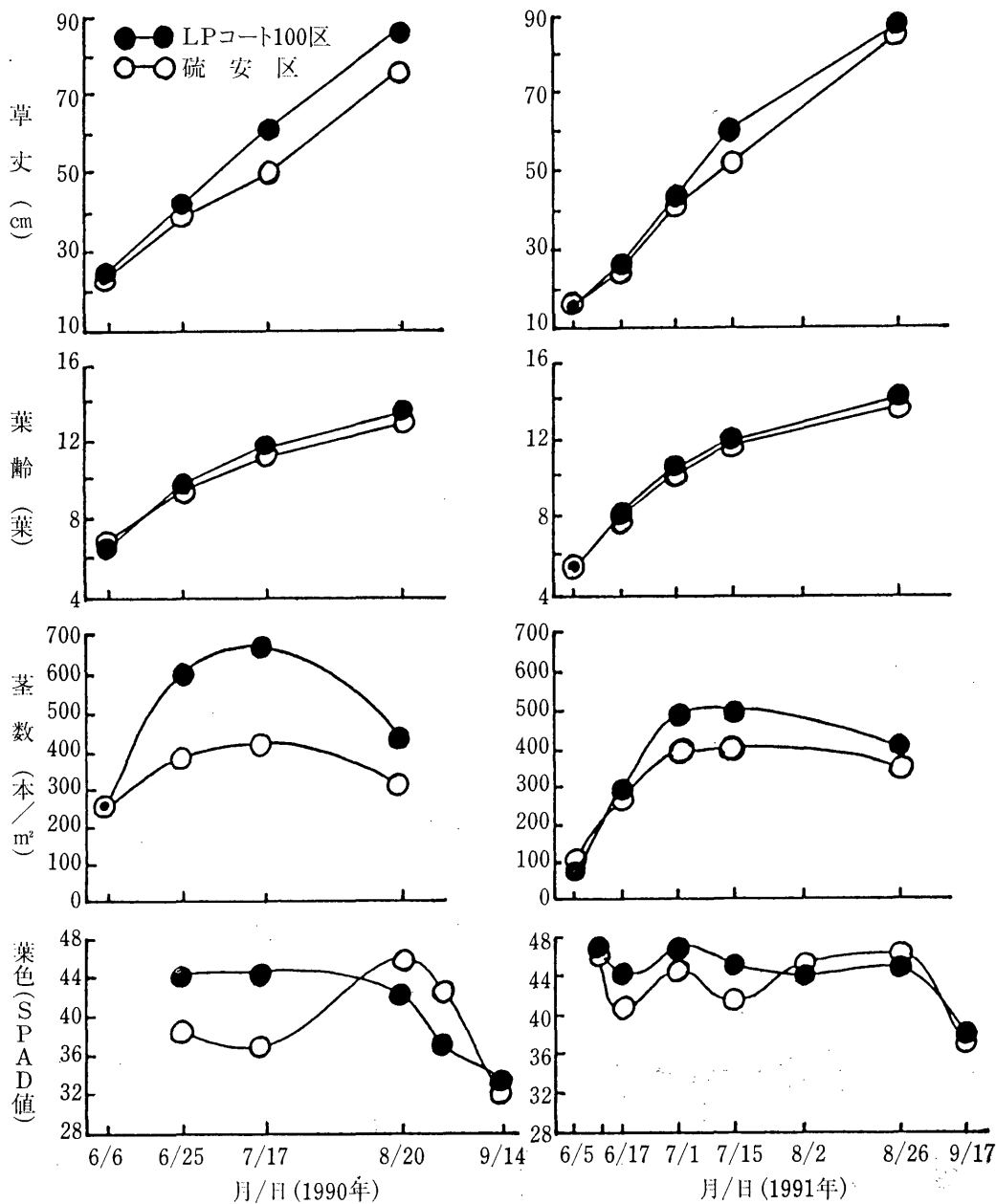
不耕起直播水稲に対する最も理想的な施肥法は、水稲の生育に必要な施肥窒素の全量を播種時に施用し、追肥を省略しても生育後期まで肥効が持続して安定多収が得られるようにすることである。

LPコート100は、25℃田面水温の積算日数で全窒素の80%が溶出するのに100日かかるように調節された肥料である(第1図)。その溶出は、水

中温度に支配され、地力窒素の無機化と同様に、作物の生育が旺盛な高温時に溶出量が増大する。

不耕起直播時に施用されたLPコート100の窒素の溶出は、水稲の出芽・苗立ちするまでの畑状態中は少ないが、湛水開始後は施肥位置の地温の上昇に比例して少量ずつ溶出し、登熟後期まで持続する(第1, 2図)。このため、生育のごく初期の生長速度はおそいが、湛水開始後には生育が旺盛になり、㎡当たり穂数やもみ数が増加するとともに登熟歩合も高まって高収量となる(第3,

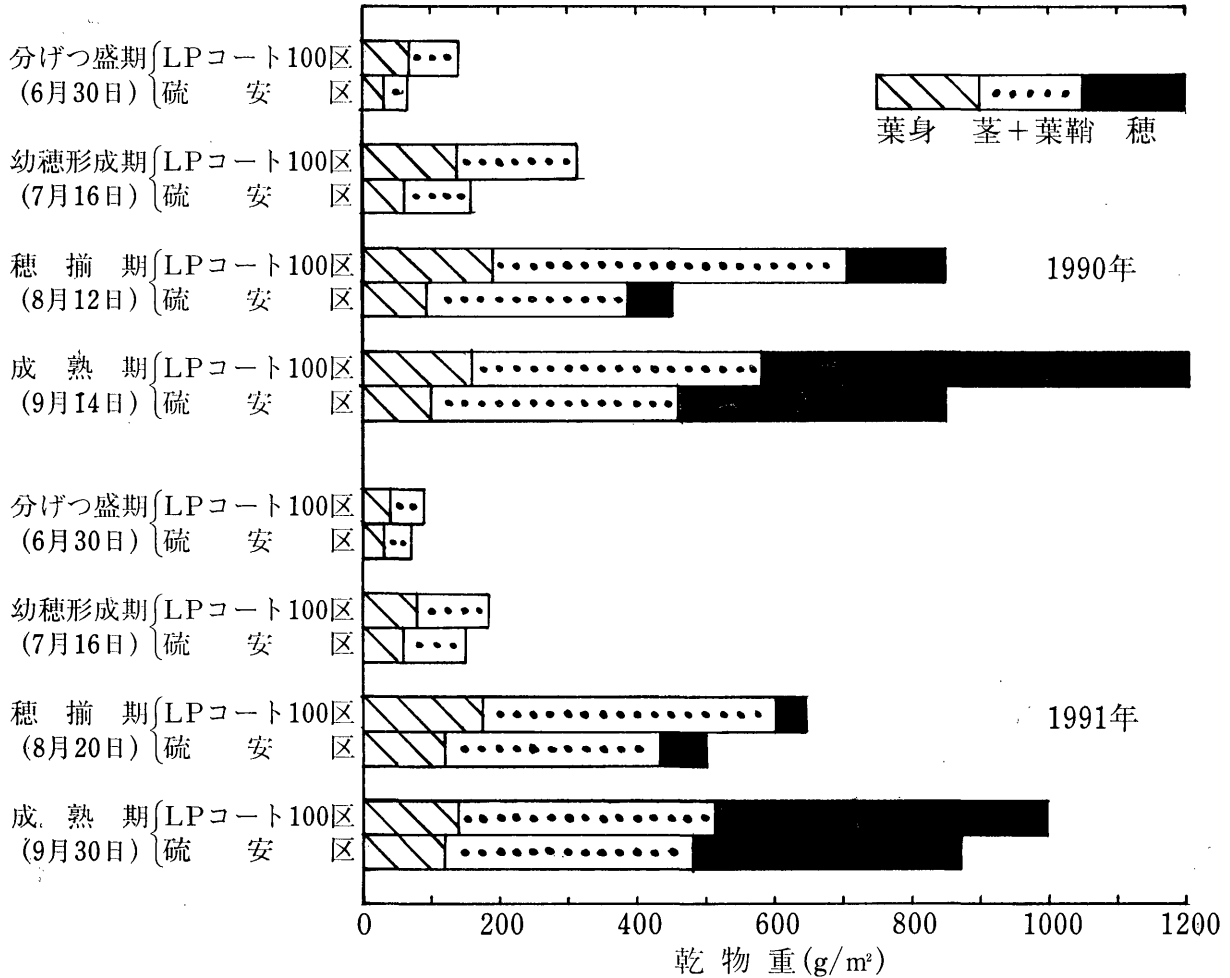
第3図 不耕起直播イネ(チヨホナミ)の草丈、葉齢、茎数及び葉色(SPAD値)の推移



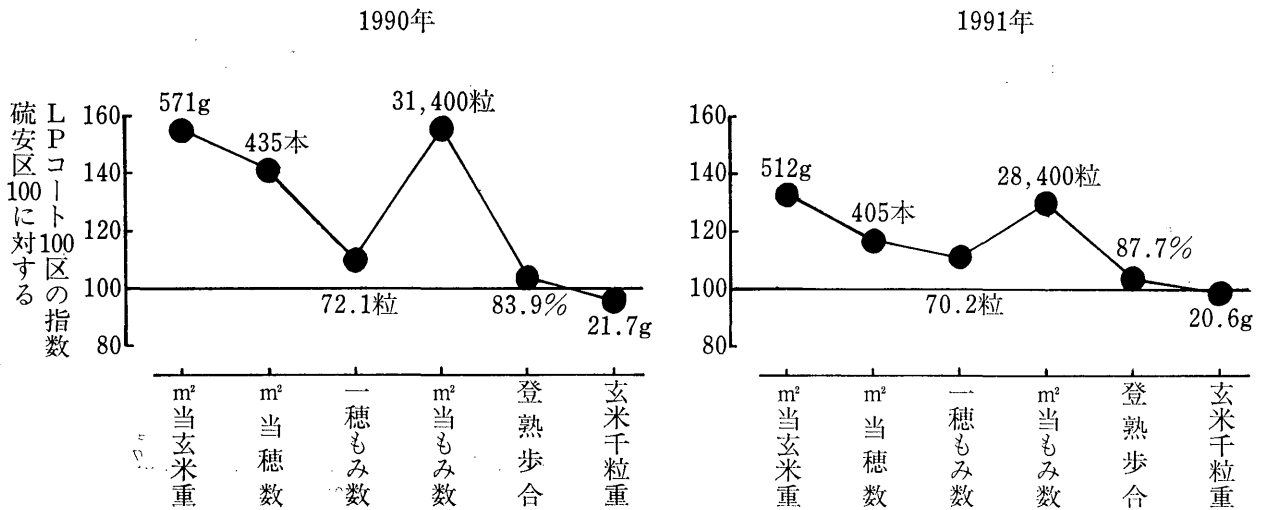
4, 5 図)。

量基肥施用による稲体の窒素吸収量は10.13g(施肥窒素5.06g, 土壌窒素5.07g)で, 硫安の基肥LPコート100を㎡当たり窒素成分で8gを全

第4図 不耕起直播イネ(チヨホナミ)の地上部乾物重の推移



第5図 不耕起直播イネ(チヨホナミ)の収量および収量構成要素の比較



と追肥に同じ窒素量を施用した場合より53%ほど多い(第2図)。LPコート100全量基肥施用の窒素の利用率は65%弱となるが、速効性の硫酸では畑状態中に大部分が硝酸化成され、湛水とともに脱窒・流亡するので、利用率は10%以下と著しく低い(第1表)。このため、稲体は窒素欠乏状態となり、穂数、もみ数の確保が不十分となり、著しく減収する。また、LPコート肥料の溶出窒素量に対する利用率を計算すると約80%であり、脱窒や流亡による環境汚染はきわめて少ないといえる。

第1表 施肥窒素の利用率

施肥区分	基肥窒素 (%)	追肥窒素 (%)	
		幼穂形成期	穂揃期
LPコート100	63.2	—	—
硫酸	8.5	52.8	41.5

一般に不耕起直播水稻は、草丈が短く、主稈葉数も少ないが、分けつの発生が旺盛で、低節位からも分けつが発生するため、穂数の確保は比較的容易である。また、不耕起直播水稻は、穂長が短く、1穂もみ数は少ないが、穂数の増加がもみ数の減少を補って㎡当たりもみ数は多くなる(第5図)。

このように、不耕起直播栽培では穂数の確保が容易なので、従来は粒の充実をよくするために穂肥を施用することが推奨されている。これに対してLPコート肥料を用いた全量基肥不耕起直播栽培では、通気・透水性がよく、施肥窒素の溶出が生育期間中安定して持続するために稲体は正常で、十分な根張りが行われるので、施肥窒素とともに土壤窒素の吸収量が増大する。その結果、もみ数の増加と粒の充実が図られ、移植栽培に劣らない高収量が得られる。

4. LPコート肥料の全量基肥施用量と肥料タイプの選択

昔から、「米は地力でとれ」という諺があるように、水稻の収量に及ぼす土壤窒素の役割は大きい。移植栽培では水稻による土壤窒素の吸収量は全吸収量の3分の2を占めるが、無機化量の少ない不耕起直播栽培では2分の1程度である。また、従来の表面施用では、施肥窒素の利用率が著

しく低い。このため、土壤窒素の供給を補完するものとして、地力代替的な肥効を発現するLPコート肥料の利用が有効である。

窒素の施用量は、品種や気象、土壌型のちがいなどによって異なる。一般に、玄米100kg生産するのに2.2kgの窒素を吸収するので、目標収量、600kg/10aとすると13.2kgの窒素が必要である。土壤から半量の6.6kgが供給されるとすると、LPコートの施用量は、その利用率を65%とすれば、窒素成分で約10kgとなるが、施用量については、さらに検討を要する。

LPコート肥料は、生育の旺盛な高温時に肥効が高まるので、稲の草姿を乱すことが少ないばかりでなく、肥効の持続性によって登熟後期まで稲体窒素濃度が維持され、㎡当たり同化能力が増進される。このため、全量基肥施用でも追肥を伴う慣行栽培と同等以上の収量をあげうるし、20%減肥してもほぼ同等の収量が得られる。したがって、LPコート肥料による全量基肥不耕起直播栽培は、省力かつ低コスト化が可能である。また、従来問題とされた砂質田や漏水田でも不耕起栽培が可能であると思われる。

一方、水稻の生育相を改善してより安定多収をねらう場合には、基肥としてLPコート100を全施用量の70~80%とし、生育診断や気象の状況により穂肥期に溶出速度の速いLPコート40を20~30%程度施用するのがより効果的であると思われる(暖地では基肥としてLPコート140、追肥としてLPコート70の組合せが考えられる)。また、穂肥時に施用するLPコート肥料の肥効が葉色に現われるまでに、LPコート40で10日、LPコート70で14日かかるので、穂肥の時期はその分を見込んで早めに施用することが必要である。さらに最近、水稻の吸収パターンに合わせ、25℃の積算地温で30日あるいは45日経過後に急速に肥効が高まるSタイプあるいはSSタイプのLPコート肥料が開発されており、不耕起直播栽培への導入が今後期待される。

5. LPコート肥料全量基肥不耕起直播の栽培管理

目標収量600kg/10aを達成するためのLPコート肥料を用いた全量基肥不耕起直播栽培では、

条間を30cmとし、10a当たり3～5kgの種子を点播または条播し、㎡当たり苗立ち数を75～150本とする必要がある。苗立ち密度が小さくなったところは周辺の株の生育が旺盛になって補うが、苗立ちが不均一だと生育ムラを生じ、穂揃い不良や倒伏の原因となるので、適正な苗立ち数を確保するように努めることが重要である。

水管理としては、生育量が少なく、穂数の確保が容易でない寒地では苗立ち後ただちに湛水し、生育初期の保温効果を高めるとともにLPコート肥料の肥効を高めるようにする。初期生育が旺盛で、過繁茂になりやすい暖地では、水稻の生育量が不足するときや雑草の発生が多くなるときは3～4葉期に湛水する。生育初期が高温のため肥効が発現して過繁茂となるときは間断灌漑や中干しを行って生育調節をする(中干しはLPコート肥料の溶出を遅らせる効果もある)。また、後期凋落しやすい水田では、LPコート肥料の肥効が登熟中・後期まで発現するように、早期落水をさけるなどのきめ細かい水管理が必要である。

次に、LP肥料利用上今後検討すべき技術課題について述べる。

LPコート肥料の全量基肥栽培または穂肥を含めた2回施肥栽培で、過剰生育や後期凋落、倒伏、登熟不良といった現象を最小限に食い止めて安定多収をねらうためには、それぞれの地帯の品種の特性や気象変動あるいは土壌型に適應できる

よう、きめ細かい溶出パターンを検討する必要がある。

また、不耕起直播水田では、土壌窒素の発現力が劣るばかりでなく、表層以外の土層の養分が経年的に脊薄になり、地力の低下が懸念される。その対策として、LPコート100とともに全量基肥に地力代替的な肥効を示す超緩効性のSタイプやSSタイプのLPコート肥料の混用効果を明らかにする必要がある。

肥効調節型被覆肥料は緩効的で、肥料やけが少ないので、窒素のみならずリン酸、カリも種子と接触させながら全量基肥施用が可能である。一般に窒素とカリの吸収は拮抗的に働らくが、被覆カリを併用するとLPコート肥料の肥効が助長されることが考えられるので、初期生育確保の面から検討する必要がある。

さらに、不耕起直播栽培における窒素の施肥法として、LPコート肥料の単独施用あるいは速効性肥料との併用の是非についても詳細に検討する必要がある。

このように、まだ利用上の技術課題が残されているが、肥効調節型被覆尿素LPコート肥料を用いた水稻の全量基肥不耕起直播栽培は、農作業の省力化、低コスト化とともに肥料による環境負荷を著しく軽減させることが可能であり、21世紀へ向けた環境にやさしい農業形態としてきわめて有望な栽培法と思われる。

お詫び

3月号にJA金山農協・沼沢道也氏にご執筆頂きました原稿の中で、

「土の足音を聞かずも稲は育つ」は、

「主の足音を聞かずも稲は育つ」の誤植でした。

ここに、ご執筆者並びに読者の皆様にお詫びして訂正させていただきます。